

C2 EXISTENȚA VIE (BIOTICĂ)

Conspect întocmit de Valentin Inceu

Sistemele vii diferă radical de cele lipsite de viață deoarece **se reproduc**, au **capacitatea de a prelua și metaboliza materie și energie** din mediul extern și își **pot menține condiții interne** diferite de mediul înconjurător. O bacterie, deși este de dimensiuni microscopice, are o **complexitate structurală și funcțională** ce nu poate fi atinsă de, să zicem, un cristal de sare de dimensiuni comparabile, nici chiar de unul de dimensiuni de mii de ori mai mari.

Orice organism, plantă sau animal, **este un sistem biologic**, cu un grad de complexitate mai mare sau mai mic care trebuie să se hrănească pentru a se menține în viață. **Hrana este alcătuită din substanțe nutritive**, cu un **conținut energetic și informațional ridicat**. În același timp organismul **elimină energie sub formă de căldură precum și materie degradată** cu un **conținut de energie și informație mai scăzut**.

Existența Nevie, fizico-chimică (abiotică)

- **Scara microscopică:** micro-univers, accesibilă prin efectele sale la nivel macroscopic
 - Corzi energetice
 - Particule elementare sau compuse și forțe cuantice
 - Atomi
 - Molecule
- **Scara macroscopică:** macro-univers, corespunde simțurilor și experienței umane cotidiene
 - Substanțe și stări de agregare
 - Corpuri, forțe și câmpuri de forțe
 - Geosisteme
- **Scara megascopice:** mega-univers, accesibilă prin efectele sale la nivel macroscopic
 - Planete, stele, radiații/câmpuri
 - Sisteme planetare
 - Galaxii și grupuri de galaxii

Existența Vie, biologică (biotică)

- **Scara microscopică**
 - Macromolecule organice
 - Celula ca sistem și organitele celulare ca elemente
- **Scara macroscopică**
 - Organismul ca sistem și organele și subsistemele de organe ca elemente
 - Populația
 - Biocenoza/ecosistemul ca integrare biotică-abiotică

CUPRINS

SCARA MICROSCOPICĂ	4
MACROMOLECULE ORGANICE.....	4
CELULA CA ORGANISM MONOCELULAR	9
Structura celulei procariote.....	10
Structura celulei eucariote și funcțiile componențelor sale.....	10
<i>Metabolismul celular</i>	<i>12</i>
<i>Respirația celulară</i>	<i>14</i>
<i>Biosinteza proteinelor.....</i>	<i>14</i>
<i>Multiplicarea celulară prin diviziune</i>	<i>15</i>
<i>Concluzie evolutivă.....</i>	<i>17</i>
SCARA MACROSCOPICĂ	18
ORGANISMUL CA SISTEM	18
Organisme multicelulare - rezumat evolutiv	18
<i>Țesutul.....</i>	<i>19</i>
<i>Organele</i>	<i>20</i>
<i>Sistemele de organe</i>	<i>20</i>
Organismul ca individ biologic	20
POPULAȚIA ȘI SPECIA	21
Nivelul individual.....	21
Nivelul populațional sau al speciei	22
BIOCENOZA ȘI BIOSFERA	24
Nivelul biocenotic.....	24
Nivelul biosferei	25
RELAȚII ÎNTRE SISTEME BIOLOGICE DE NIVELE DE ORGANIZARE DIFERITE	26
ECOSISTEMUL ȘI ECOSFERA	27
Ecosistemul.....	27
Ecosfera	30
ÎNSUȘIRI ALE MATERIEI VII.....	32
Generalități	32
Organizarea sistemelor biologice	33
Ierarhia sistemelor biologice.....	35
Metabolismul	38
<i>Schimbul de substanțe, energie și informație structurală cu mediul.....</i>	<i>38</i>
<i>Autoreînnoirea structurală</i>	<i>39</i>
<i>Caracterul antientropic</i>	<i>40</i>
Autoreglarea	41
<i>Autoconservarea și echilibrul dinamic prin reacție negativă</i>	<i>44</i>
<i>Creșterea și dezvoltarea prin reacție pozitivă și program</i>	<i>46</i>
<i>Autoreglarea binivel: individ-specie</i>	<i>46</i>

<i>Integralitate prin programe proprii, inferioare și superioare.....</i>	<i>48</i>
Reproducerea	49
<i>Caracter informațional</i>	<i>50</i>
<i>Reproducerea celulară</i>	<i>50</i>
<i>Recombinarea genetică</i>	<i>53</i>
Evoluția.....	54
<i>Caracter istoric și autoreglabil</i>	<i>54</i>
<i>Ereditatea</i>	<i>57</i>
<i>Alfabetul eredității nu are decît patru litere</i>	<i>57</i>
<i>Limbajul eredității</i>	<i>58</i>
<i>Cuvîntul din trei litere, cu sens sau fără sens.....</i>	<i>59</i>
<i>Sensul curgerii informației ereditare.....</i>	<i>61</i>
<i>Variabilitatea</i>	<i>62</i>
<i>Evoluția la nivelul populației.....</i>	<i>62</i>
<i>Natura legilor biologice</i>	<i>63</i>

SCARA MICROSCOPICĂ

Organizarea moleculară a materiei vii începe cu molecule simple, cu masă moleculară mică – biomolecule primordiale – dioxid de carbon, apă, azot atmosferic, ce pătrund din mediul exterior. Cu ajutorul enzimelor și prin creșterea masei moleculare, biomoleculele primordiale se transformă în biomolecule de bază care funcționează ca elemente de construcție și au o masă moleculară medie.

Mai departe, aceste biomolecule, legându-se între ele prin legături covalente formează macromolecule, care posedă o masă moleculară mare. În procesele metabolice, cu ajutorul unor legături necovalente macromoleculele se unesc în complexe supramoleculare (lipoproteide, nucleoproteide etc.), iar apoi, prin interacțiuni necovalente se asociază în organite (nucleu, mitocondrii etc.). Pe această cale are loc organizarea moleculară a celulei.

MACROMOLECULE ORGANICE

Macromolecule organice prebiotice reprezintă interfața biotic-abiotic dintre lumea nevie și lumea vie:

- **Carbonul** - originea vieții pe Pământ este legată de carbon și compușii acestuia:
 - o Carbonul prezintă o reactivitate extraordinară, formând covalențe cu atomii dehidrogen H, oxigen O, azot N, carbon C (cele mai stabile fiind cele formate cu el însuși, și cu atomi de hidrogen)
 - o Atomul de carbon este unic prin faptul că poate da naștere unui număr imens de catene, care asigură formarea substanțelor macromoleculare organice (lanțurile macromoleculare ale compușilor carbonului)
- **Biomolecule primordiale** - Organizarea moleculară a materiei vii începe cu molecule simple, cu masă moleculară mică – biomolecule primordiale – dioxid de carbon, apă, azot atmosferic, ce pătrund din mediul exterior (masa moleculară 18-44)
- **Biomolecule de bază (monomeri)** - Cu ajutorul sistemelor enzimatic, trecând printr-o serie de produși intermediari de metabolism (masa moleculară 50-250) biomoleculele primordiale se transformă în biomolecule de bază (mononucleotide, aminoacizi, monozaharide și acizi grași - masa moleculară 100-350)
- **Macromolecule (polimeri sau pseudo-polimeri)** – Biomoleculele de bază se leagă covalent formând macromolecule (acizi nucleici, proteine, polizaharide, lipide, cu masa moleculară 10^3 - 10^9)
- **Agregate macromoleculare** - În procesele metabolice, cu ajutorul unor legături necovalente (interacțiune ionică, legături de hidrogen, legături Van der Waals), macromoleculele se unesc în complexe supramoleculare (lipo-proteide, nucleo-proteide, complexe enzimatic, sisteme contractile - masa moleculară 10^8 - 10^9)
- **Organite** - prin interacțiuni în general necovalente, agregatele se asociază în organite (nucleu, mitocondrii, cloroplaste etc.). Se formează - sistemul complex de organizare moleculară a organismelor vii/organizarea moleculară a celulei
- La nivel celular, macromoleculele urmăresc o specializare funcțională:

- **acizii nucleici** sunt **purtători și transmițători ai informației genetice** asigurând autoreproducerea organismelor;
 - **proteinele** sunt **elemente structurale sau componente ale enzimelor** care intervin în metabolismul substanțelor și cel energetic;
 - **poliglucidele** servesc fie ca **surse de energie**, fie ca **material de construcție**
 - **lipidele** constituie unul din **elementele structurale ale membranelor** și o **formă de păstrare a energiei**.
- **Modul de dispunere a biomoleculelor în macromolecule:**
- în **acizii nucleici** și în **proteine**: **precursorii lor (nucleotidele și aminoacizii)** sunt dispuși în secvențe specifice, datorită informației genetice existentă în fiecare celulă (**sunt macromolecule informaționale**)
 - în **macromoleculele de lipide și de glucide**: precursorii lor sunt dispuși sub forma unei alternanțe regulate, independent de informația genetică (**sunt macromolecule ne-informaționale**)
- **Sinteza macromoleculelor organice prebiotice:**
- Pământul s-a format în urmă cu cca. 4,6 miliarde ani, iar viața a apărut în urmă cu 3,8 miliarde ani. Protoviața, probabil era reprezentată din agregate de macromolecule, capabile să obțină energia necesară din substanțele anorganice și din radiația solară. **Viața are o singură origine, fapt evidențiat de codul genetic, unic și universal.**
 - Planeta noastră posedă un nucleu de silicați (granule sub 1 micron, ce conțin sute de mii de atomi de siliciu, oxigen și fier), o crustă de carbon și o **atmosferă** puternic reducătoare (favorabilă sintezei compușilor organici ai carbonului) **constituită din: metan (CH₄), amoniac (NH₃), hidrogen (H₂), vapori de apă (H₂O), dioxid de carbon (CO₂) și urme de oxigen (O₂).**
 - Sub efectul ultravioletoarelor solare și al descărcărilor electrice, **metanul, amoniacul și apa se disociază în atomii de carbon, azot, hidrogen și oxigen, se reasamblează pentru a constitui biomolecule de bază sau monomere** - de exemplu aminoacizii - și cad sub formă de ploaie în ocean, la adăpost de radiațiile ionizante.
 - **Sinteza macromoleculelor organice înseamnă:**
 - **polimerizarea aminoacizilor**, care au format peptide și apoi proteine
 - condensarea bazelor azotate nucleice, a zaharidelor și acidului fosforic, urmată de **polimerizarea nucleotidelor**, formându-se acizii nucleici.
 - Totuși viața nu a apărut în oceane ci, foarte probabil, în lagune și mlaștini - în astfel de medii există argilă (care se zvîntă și se rehidratează), **în care lanțurile lungi de molecule sunt condensate și se asociază între ele** (apar **macromolecule de natură proteică** iar în prezența argilei, **bazele nucleice se asamblează spontan în lanțuri mici de acizi nucleici**, forme simplificate ale ADN-ului)
- **Geneza agregatelor macromoleculare prebiotice:** s-a constatat că în anumite soluții, macromoleculele se formează agregate care **au unele proprietăți ale organismelor vii.**

- Protobionții sunt agregatele moleculare, care au precedat primele celule. Aceștia nu se pot reproduce ca celulele vii, dar pot asigura un mediu intern diferit de cel înconjurător, și pot prezenta unele proprietăți caracteristice vieții, cum ar fi forme primitive de metabolism. Un astfel de protobiont, având forma unei picături, se formează în mod spontan la agitarea unei suspensii de polipeptide, polizaharide și acizi nucleici. Printre protobionți se numără **microsferele** și **lipozomii**.

- **Microsferele** (cu diametru de 0,5 - 80 micrometri) sunt picături învelite într-o membrană proteică ce se pot dilata sau micșora prin **osmoză**, în funcție de concentrația – presiunea osmotică – a mediului. Dacă conține și anumite enzime, *microsfera* este capabilă de a **absorbi molecule din exterior** (poate metaboliza în proporții reduse glucoza) și de a **elimina produșii rezultați în urma reacțiilor catalizate de enzime** (*experiențe de laborator au demonstrat că protobionții se pot forma spontan din compuși organici sintetizați pe cale abiotică*).
- **Lipozomii** sunt picături care se formează de asemenea spontan, dacă suspensia conține și anumite **molecule de lipide**. Aceste lipide formează un strat dublu la suprafața picăturii, foarte asemănător cu membrana celulară. Lipozomii au un comportament dinamic, sunt **capabili să înglobeze, să ”înghită”, alți lipozomi** mai mici, sau dimpotrivă **să se scindeze în lipozomi mai mici**, mimând diviziunea celulară.
- Se presupune că protobionții, s-au aflat în competiție, iar cei care aveau capacitate catalitică mai mare de prelucrare a moleculelor înglobate din mediu, cu câștig de energie, utilizată la sinteze de noi substanțe, **au putut supraviețui și s-au putut chiar divide** (înmulți), dominându-i pe ceilalți. În felul acesta s-a produs un fel de selecție naturală a celor mai viabili protobionți. Totuși nu a existat posibilitatea de a transmite în mod sigur aceste proprietăți, hazardul jucând un rol important.
- **Constituirea mediilor închise** - indispensabilă pentru ca evoluția să continue – nu se realiza fără aceste **membrane semipermeabile** (ele lasă să treacă anumite molecule mici care, în interior, se transformă metabolic în molecule mari ce rămân astfel captive)
- Protobionții au cam **aceeași mărime, care corespunde unui echilibru între volumul, greutatea și rezistența membranei lor** (dacă sînt prea voluminoase se fragmentează) – de aceea **celulele vii care au rezultat din ei au aproape aceeași dimensiune, între 10 și 30 microni**

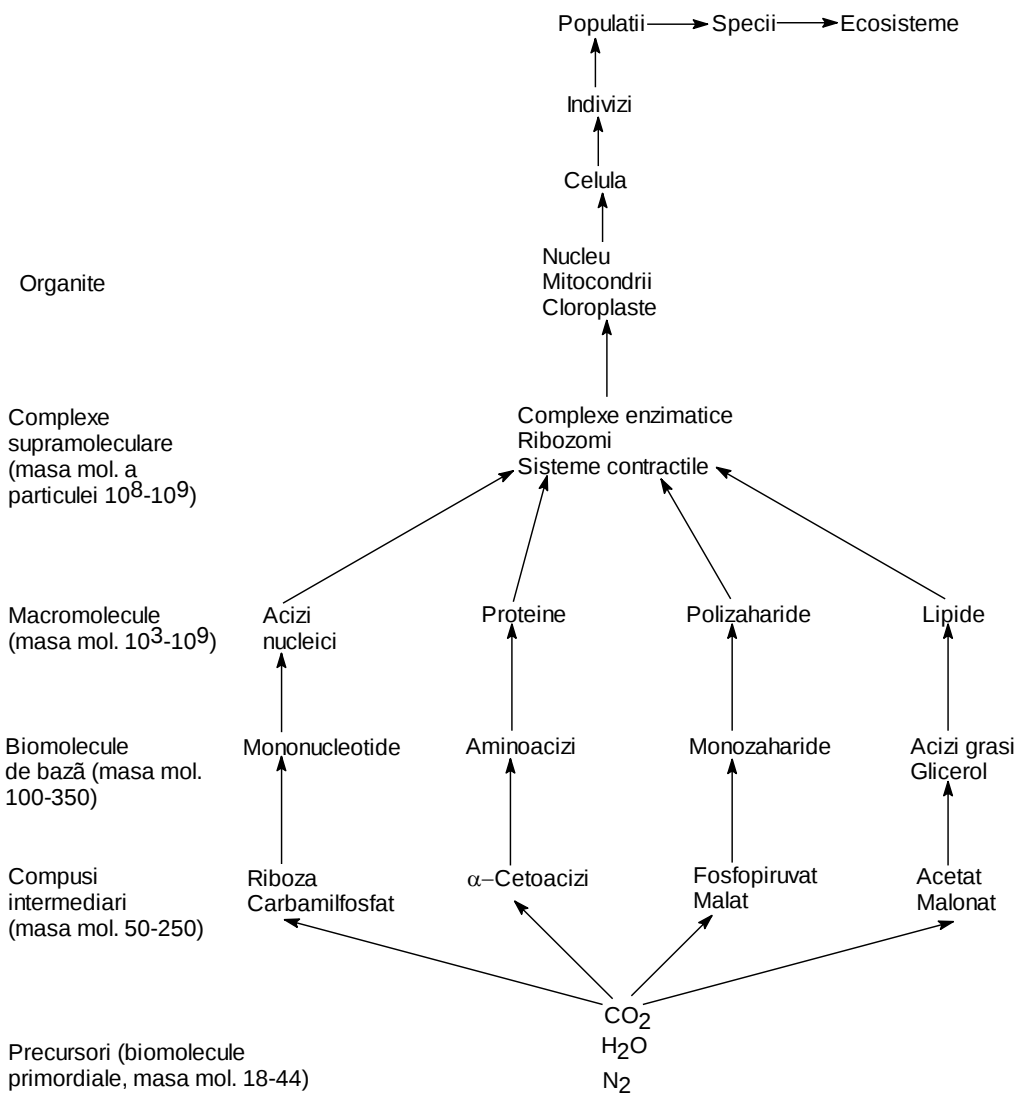
- Proprietățile cu semnificație biologică ale macromoleculelor:

- Moleculele mici, formate prin saturarea mutuală a valențelor atomilor componenți, au o structură precisă și rigidă (lungimea și direcția spațială a valențelor lor sînt fixe).
- Macromoleculele sînt structurate pe alte principii. Sunt formate dintr-un mare număr, de multe ori nedefinit precis, de molecule mici (*monomeri*).
 - cînd **monomerii sînt toți la fel**, macromolecula este un **polimer**;
 - cînd **monomerii sînt diferiți**, macromolecula este un **pseudopolimer**.

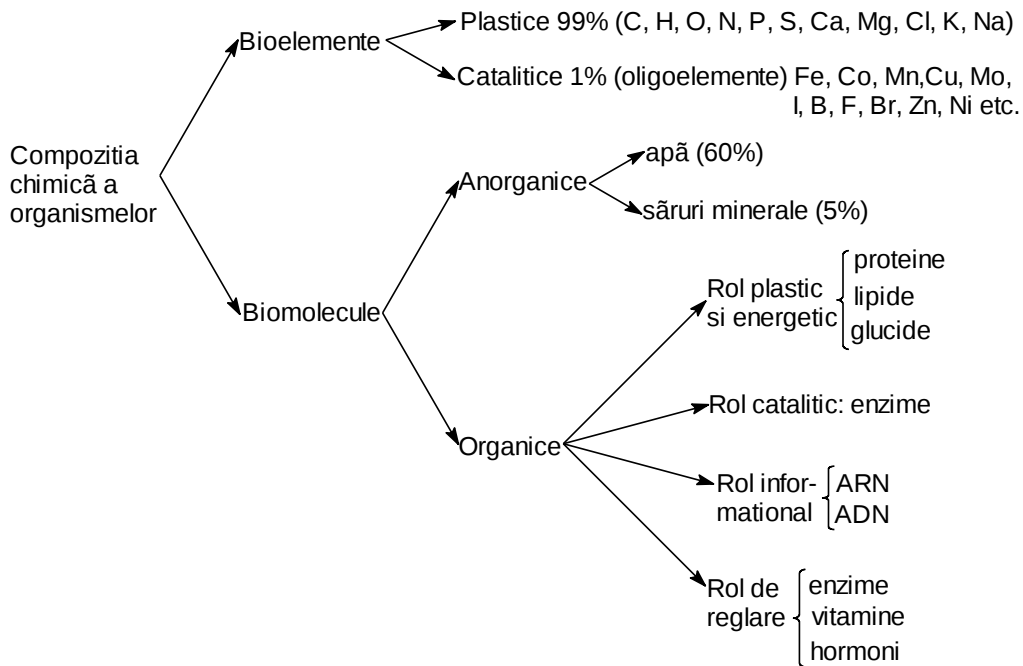
- legăturile simple (doi electroni comuni) din macromolecule permit un anumit grad de libertate: atomii sau grupurile moleculare respective se pot roti în jurul axei legăturii simple (legăturilor transversale între părțile moleculei poate fixa forma părților respective)
- Această organizare deschide căi practic nelimitate de diversificare a macromoleculelor organice - o premisă a diversității la fel de mari în desfășurarea proceselor și căilor metabolice. Diversitatea macromoleculelor se realizează prin:
 - numărul diferit al monomerilor;
 - secvența (ordinea) diferită și legături diferite ale monomerilor;
 - proporții diferite ale monomerilor din macromoleculă;
 - diferite feluri de împachetări ale lanțului de monomeri (configurația spațială a macromoleculei);
 - agregarea macromoleculelor de același tip sau de tipuri diferite.
- Sub influența diferiților factori externi, chimici sau fizici, macromolecula își poate schimba ușor configurația spațială, asigurată mai ales prin legături slabe (de exemplu, legături de hidrogen). O asemenea schimbare duce la modificarea unor însușiri ale macromoleculei, deși însușirile ei de bază și structura fundamentală rămân aceleași
- Multe categorii de macromolecule au capacitatea de agregare (datorată forțelor Van der Waals care apar între ele), formând structuri mai mult sau mai puțin ordonate, cu funcții foarte importante:
 - moleculele fibrilare ale celulozei se pot agrega, formînd adevărate structuri cristaline care intră în compoziția lemnului, a pereților celulari ai plantelor
 - macromoleculele unor substanțe proteice, prin gruparea lor, alcătuiesc diferite structuri ordonate, ca fibre musculare, mușchi, nervi etc. (apare un fel de creștere în care un anumit grad de agregare - o anumită cantitate de componenți - duce la apariția de noi calități cu noi funcții biologice)
- Datorită structurii particulare, la macromoleculele organice apar însușiri contradictorii:
 - pe de o parte o mare stabilitate a însușirilor fundamentale ale fiecărei categorii, deși în alcătuirea macromoleculei pot interveni multe modificări;
 - pe de altă parte, o mare labilitate a însușirilor secundare, datorită ușurinței cu care se poate schimba configurația moleculei în urma legăturilor chimice slabe care o mențin
 - îmbinarea stabilității și a labilității în macromolecule reprezintă, la nivel molecular o caracteristică pentru noua formă de mișcare a materiei — mișcarea biologică
- Macromoleculele nu numai că sînt supuse unor influențe ale mediului, suferind diferite modificări, dar la rîndul lor exercită o importantă acțiune asupra mediului:
 - avînd o structură complexă a suprafețelor, forțele care se dezvoltă pe aceste suprafețe pot determina concentrarea pe ele a diferitelor molecule, pot determina

apropierea lor spațială și, scăzând energia necesară producerii reacțiilor, să orienteze sensul și viteza reacțiilor.

- o suprafața macromoleculei poate deveni un factor activ al transmiterii către mediu a informației cuprinse în structura sa (de aceea, înregistrarea și transmiterea informației genetice apare ca o funcție a macromoleculelor)



Ierarhia organizării moleculare a organismelor vii



Compoziția chimică generală a organismelor vii

CELULA CA ORGANISM MONOCELULAR

Celula este unitatea elementară a lumii vii, produs al unei îndelungate evoluții, cu o ordine internă complexă ce-i conferă **capacitatea de creștere, dezvoltare și reproducere** precum și o organizare dinamică, aflată în relații de echilibru cu mediul înconjurător.

Pentru menținerea funcțiilor sale de bază, în procesul evoluției, în celulă au luat naștere anumite structuri, numite **organite celulare**. Ele **asigură coordonarea și reglarea proceselor** fundamentale care au loc, **necesare pentru permanenta manifestare a funcțiilor vitale**.

În lumea viețuitoarelor se pot distinge **două scheme fundamentale de organizare celulară** și anume, una mai simplă, denumită **procariotă** și alta umult mai complexă și evoluată, numită **eucariotă**. Denumirea de **procariot** provine de la prefixul grecesc **pro=înaintea** și cuvântul **karyon = sâmbure sau nucleu**

- Tipurile de organizare celulară:

- **procariot** (caracteristic bacteriilor și cianobacteriilor/alge fotosintetice albastru-verzi) - caracterele distinctive: *organizarea structurală mai simplă* (primitivă), **lipsa nucleului individualizat și a majorității organelor**
- **eucariot** (comun pentru ciuperci, plante și animale) - celula eucariotă are o *organizare complexă, posedă nucleu și organe diversificate*

Structura celulei procariote

Celulele procariote sunt cele mai simple și primitive forme de organizare a vieții. Deși nu au nucleu delimitat ele posedă toate însușirile de bază ale unei celule vii: membrană, citoplasmă, aparat genetic, aparat enzimatic pentru sinteza substanțelor organice:

- membrana plasmatică formează un singur compartiment citoplasmatic, fără o structură internă bine organizată
- sunt celule fără nucleu dar conțin un cromozom (nucleoidul), constituit dintr-o singură moleculă inelară de ADN
- o însușire distinctivă a procariotelor este lipsa organelor cu membrană (contin doar ribozomi pentru sinteza proteică)
- sunt organisme monocelulare sau coloniale, aerobe sau anaerobe, cu dimensiuni 1–10 μm (cele mai mici entități vii, autonome)
- reproducerea celulelor se realizează prin diviziune directă (amitotică): bacteriile se replica rapid, prin diviziune simplă, numită *fisiune binară* - timpul de replicare (diviziune) variază între 20-60 minute în funcție de condițiile de mediu.
- recombinația genetică (cale de diversificare genetică) decurge prin transferul de ADN circular scurt de la o bacterie la alta
- există bacterii anaerobe (se dezvoltă în absența oxigenului) sau aerobe. Majoritatea bacteriilor își procura energia prin descompunerea moleculelor nutriționale/glucozei care provin din mediu. Sunt însă și bacterii/alge albastru-verzi care conțin pigmenți fotosintetici – folosesc lumina solară pentru sintetiza ATP (adenozin-trifosfatul este sursă universală de energie pentru organismele vii)

Structura celulei eucariote și funcțiile componentelor sale

Celulele eucariote au o organizare complexă și în alcătuirea lor se disting trei părți principale: nucleul, organit al coordonării proceselor celulare, citoplasma, ce conține numeroase organe și membrana celulară, dispozitiv ce controlează schimburile cu mediul înconjurător:

- Membrana plasmatică - dublu strat lipidic semipermeabil, cu grosimea de 10 nm, în care sunt amplasate molecule de proteină (acestea controlează schimburile cu mediul înconjurător).
 - Funcțiile principale ale membranei:
 - menține constant mediul intern al celulei;
 - asigură transportul substanțelor - prin membrana pătrund în celulă și sunt eliminate diverse substanțe (metaboliți). Transport pasiv - trecerea substanțelor prin membrana fără consum de energie prin difuzie (transport de substanțe de la concentrația mai mare la concentrația mai mică: unele gaze - CO_2 , O_2 , N_2 , unii ioni ș.a.), sau prin osmoză (trecerea solventului printr-o membrană semipermeabilă din soluția cu concentrația mai mică în soluția cu concentrația mai mare, reținând moleculele substanței - în

celule, cand solventul este apa - osmoza este mișcarea moleculelor de apă prin membrana) **Transportul activ** - trecerea substanțelor prin membrană cu consum energetic provenit din **ATP (adenozin trifosfat)** cu ajutorul proteinelor integrate în aceasta (în acest caz, substanțele sunt transportate de la concentrația mică la mai mare).

- **recepționează semnalele externe** și le **transmite celulei**;
- **asigură legătura între celulele** prin: a) **joncțiuni intercelulare strânse** care limitează trecerea substanțelor (prezente la glandele endocrine, vezica biliară); b) **joncțiuni permeabile** care asigură trecerea unor substanțe, îndeplinind funcția de comunicare (rinichi, ficat, piele); c) **corpusculi de legătură** - benzi care asigură rezistența mecanică a celulelor sau fixarea lor de alte structuri (celulele epiteliale, miocardului);

- **Citoplasma** – conținutul celulei cuprins între membrana plasmatică și învelișul nuclear în care se realizează **sinteza proteinelor la nivelul ribozomilor** liberi și **majoritatea reacțiilor metabolismului intermediar** și este format din: **hialoplasma** și **organite celulare**.

- **Hialoplasma** este un **mediu fluid care conține soluții de săruri minerale și gaze dizolvate, enzime, aminoacizi, acizi nucleici** etc., care poate fi în stare de **sol** (relativ fluidă) sau în stare de **gel** (puțin vâscoasă) - în perioada de creștere a celulei hialoplasma este în stare de sol.
- Hialoplasma constituie mediul de amplasare și mișcare a organitelor celulare, **în care se desfășoară multiple procese metabolice** (glicoliza, sinteza acizilor grași, a proteinelor etc.)
- **Organitele celulare** sunt **componente citoplasmatic** cu structură și funcții specifice – cele mai importante fiind următoarele:
 - **Ribozomii (granulele Palade)** sunt organite **lipsite de membrană, compuse din acizi nucleici (ARNr - ribozomial) și proteine**, prezente în toate celulele, cu **rol în biosinteza proteinelor**. Ribozomii se atașează de moleculele de ARN mesager (ARNm) produs în nucleu și inițiază sinteza proteinelor, fenomen numit **translație**.
 - **Subunitățile ribozomale** sunt **asamblate în nucleu** - aici, **ARNr, sintetizat pe baza informației genetice din ADN-ul nuclear, este împachetat împreună cu proteinele ribozomale** și sunt apoi exportate în citoplasma
 - **Mitocondriile** sunt organite **delimitate de două membrane**, prezente în celulele eucariote, la nivelul cărora se **generează energia necesară desfășurării activității celulare în celulele eucariote** (cu nucleu). Energia obținută prin oxidarea enzimatică a substanțelor organice (metaboliți) este folosită pentru **sinteza ATP (molecule macroenergetice de adenzin trifosfat)**
 - **Mitocondria a luat probabil naștere** (acum câteva miliarde de ani) prin **fuziunea a două bacterii (celule procariote) - o bacterie anaerobă (gază – ce a devenit un eucariot primitiv) și o**

protobacterie aerobă (simbiontă - ce a devenit o mitocondrie primitivă)

- Spre deosebire de alte organite, mitocondriile posedă propriul ADN (mitochondrial) și se pot *autoreproduce* prin diviziune. Doar câteva proteine sunt sintetizate cu ajutorul ADN-ului mitochondrial și propriilor ribozomi. Restul proteinelor sunt codificate de genomul nuclear și sintetizate în citoplasma.
 - Cloroplastele sunt organite asemănătoare mitocondriilor, care asigură energia celulelor vegetale prin procesul de fotosinteză.
 - Folosind pigmenți verzi (clorofilieni) cloroplastele captează energia solară, sintetizează ATP și fixează carbonului anorganic din (CO₂) sub forma de molecule organice (glucide)
 - Asemenea mitocondriilor, cloroplastele se autoreproduc prin diviziune pe baza informației genetice a propriului ADN dar și a celui nucleic și folosind proprii ribozomi
 - Mitocondriile și cloroplastele sunt organite autonome, de origine posibil bacteriană, delimitate de două membrane, din care cea internă are o compoziție asemănătoare membranelor bacteriene
- Nucleul - organit al celulei eucariote format dintr-o membrană dublă cu pori și un mediu fluid numit *nucleoplasmă* în care sunt amplasați nucleolii și cromatina/cromozonii
- Nucleolul este o formațiune care asigură biogeneza ribozomilor (participă la sinteza ARNr pe care îl assemblează cu proteinele ribozomale)
 - Cromatina și cromozomii sunt cele două forme de condensare ale materialului genetic (molecule de ADN asociate cu molecule de proteine)
 - cromatina este forma relaxată (moleculele ADN sunt despiralate), specifică fazei de repaus a ciclului celular
 - cromozomii reprezintă forma condensată (moleculele ADN sunt puternic spiralate), specifică fazei de diviziune a ciclului celular
 - Nucleul îndeplinește următoarele funcții:
 - adăpostește informația genetică necesară multiplicării celulei și desfășurării metabolismului celular
 - asigură replicarea/copierea ADN în procesul diviziunii celulare și sinteza ARN
 - coordonează activitățile celulare (reglează reacțiile chimice ale proceselor vitale prin controlul sintezei enzimelor ce catalizează aceste reacții)
 - menține integritatea celulei (prin controlul sintezei proteinelor de structură)

Metabolismul celular

- Metabolism procariote: Respirație aerobă (oxigenică) sau anaerobă (anoxigenică). Formarea ATP (adenozin trifosfat) are loc la nivelul citoplasmei. Sinteza proteinelor are loc la nivelul ribozomilor.
- Metabolism eucariote: Respirație exclusiv aerobă. Formarea ATP (adenozin trifosfat) are loc în mitocondrii. Sinteza proteinelor are loc la nivelul ribozomilor.

- **Reacțiile de biosinteză** (anabolice) și **de degradare** (catabolice) ale celulei sunt interdependente și simultane, **alcătuind metabolismul celular**. Realizarea reacțiilor metabolice înlănțuite și întreținute necesită prezența unui număr mare de enzime specifice.
- **Procesele metabolice de sinteză și de degradare a substanțelor organice sînt alcătuite din reacții enzimatiche înlănțuite:**
 - **produsul unei reacții enzimatiche este substratul pentru enzima următoare**, produsul acesteia la rîndul său substrat pentru următoarea.
 - Se produc adevărate **căi metabolice** în care participă, succesiv și coordonat, o **serie întreagă de enzime**;
 - adesea căi metabolice diferite au puncte de contact — adică produși (sau substraturi) ai unei reacții, care participă la mai multe căi metabolice, ceea ce în mod necesar implică și coordonarea vitezei și intensității proceselor ce se desfășoară pe toate aceste căi.
- **Autoîntreținerea celulei vii** are loc pe baza celor **două procese contradictorii/complementare de dezasimilație și asimilație** (care se întrețin, se condiționează reciproc, unul neputînd exista în absența celuilalt):
 - în procesul de **dezasimilație/descompunere/catabolism** se oxidează moleculele organice absorbite de celulă și prin aceasta se eliberează o cantitate de energie ce va fi folosită în asimilație (celula ia din exterior oxigenul necesar arderii și elimină reziduurile arderii: bioxid de carbon, apă, alte molecule organice)
 - în procesul de **asimilație/sinteză/anabolism** în celulă are loc **sinteza de proteine și proteine-enzime**, sinteză prin care se refac moleculele organice ce formează **structurile celulare**
 - **Sinteza se exercită asupra:**
 - **unor molecule organice primite din exterior și integrate**
 - și **asupra unor molecule cu număr mic de atomi de carbon, ce provin din degradarea oxidativă a dezasimilației** – din metaboliții cu trei atomii de carbon, se sintetizează glucoza, glicerina, acizii grași, amino-acizii; din glucoză, glicogen; din glicerină și acizi grași, lipide; din aminoacizi, proteine
 - **Necesitatea aportului exogen de molecule organice apare:**
 - datorită **randamentului subunitar al proceselor de asimilație-dezasimilație** (pentru sinteza a două molecule de glucoză, se folosește energia din arderea a trei molecule de glucoză – reacțiile de sinteză se cuplează cu reacțiile de hidroliză a ATP, generatoare de energie)
 - pentru acoperirea **nevoilor de creștere a celulei**.
- Caracterul de **sistem deschis al celulei**, care face un permanent **schimb de substanțe, energie și informație structurală cu exteriorul** (celula este prima treaptă de organizare a materiei care se opune degradării ireversibile, proprie materiei inerte - prin **reînnoirea neîncetată a structurilor degradate**, celula are caracterul de viu)

Respirația celulară

Este un proces de descompunere a substanțelor organice în produși simpli cu degajare de energie (substratul pentru respirație îl constituie glucidele, lipidele, proteinele care conțin o mare cantitate de energie depozitată în legăturile chimice dintre atomi)

- Fermentația (respirația anaerobă la procariote): descompunerea parțială a substanțelor organice/glucozei sub acțiunea enzimelor, în lipsa oxigenului atmosferic, cu randament energetic mic în comparație cu respirația aerobă. În prezent, respirația fermentativă se întâlnește:
 - **alcolică** - în celulele de drojdii unde glucoza este descompusă de enzime, până la alcool etilic: $C_6H_{12}O_6$ (glucoza) $\rightarrow$ C_2H_5OH (alcool etilic)
 - **lactică** - în celulele bacteriilor lactice descompunerea continuă până la acid lactic: $C_6H_{12}O_6$ (glucoza) $\rightarrow$ $C_3H_6O_3$ (acid lactic)
- Respirația aerobă la eucariote: descompunerea glucozei în celulă se desfășoară în două etape:
 - **etapa anaerobă**: se numește *glicoliză* și are loc în citoplasmă, fără consum de oxigen și constă în degradarea, cu ajutorul unor enzime, a glucozei în acid piruvic (dintr-o moleculă de glucoză se formează două molecule de acid piruvic iar din energia degajată circa 40% este conservată în două molecule de ATP, iar restul se pierde sub formă de căldură)
 - **etapa aerobă**: se desfășoară în mitocondrii unde prin reacții ciclice rezultă CO_2 , ATP și apă (dioxidul de carbon și surplusul de apă ies din celulă prin difuzie liberă iar din energia degajată circa 60% este conservată în 36 molecule de ATP iar restul se pierde sub formă de căldură, conform ecuației: $C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + 38ATP$)

- Concluzii privind respirația celulară:

- **organismele strict anaerobe**, incapabile să folosească oxigenul își obțin energia degradând glucoza prin procese fermentative: fermentația lactică (acid lactic) sau alcoolică (etanol)
- **organismele aerobe** cât și cele facultativ aerobe își obțin energia prin antrenarea substanțelor nutritive în procese fermentative urmate de oxidarea totală a produșilor la CO_2 , H_2O și energie, în prezența oxigenului.

Biosinteza proteinelor

În procesele vitale o parte din proteine se denaturează treptat și sunt descompuse sau eliminate din celulă fiind înlocuite cu altele noi, identice ca structură și funcții.

- Procesul de sinteză a proteinelor se realizează în ribozoni 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 (este asigurată o succesiune exactă a amonocizilor în catena/lantul polipeptidică ce se sintetizează, conform informației genetice)
- **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:

- Datorită fotosintezei, **energia luminoasă se transformă prin intermediul clorofilei, în energie chimică** care se acumulează în substanțele organice ce se formează.
- **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/cianobacteriile și plantele)
- **Orice organism care nu este capabil să-și producă singur substanțele organice trăiește direct sau indirect din produsele asimilației clorofilene** (plantele verzi produc, grație luminii solare, cantități mari de substanțe organice - glucide, lipide, proteine - din CO₂, apă, săruri minerale, punând în libertate oxigenul necesar respirației aerobe)
- **ATP constituie o sursă universală de energie** pentru organismele vii. O moleculă de ATP este formată din: o bază azotată (A), o zaharidă (riboza) și trei grupuri fosforice.
 - **Molecula de ATP este instabilă și sub acțiunea enzimelor specifice cedează unu sau două grupuri fosforice, în urma reacției chimice cu apa (hidroliză), transformându-se în ADP sau AMP.**
 - **La ruperea legăturilor dintre grupurile fosforice se eliberează o mare cantitate de energie:** $ATP \rightarrow ADP + P + \text{Energie (7,3 kcal)}$ $ADP \rightarrow AMP + P + E (7,3\text{kcal})$
 - **Sinteza moleculei de ATP/fosforilare:** $ADP + P + \text{Energie} \rightarrow ATP + H_2O$ se poate realiza:
 - **pe baza energiei solare (la fotosinteză)**
 - **sau folosindu-se energia eliberată în urma descompunerii unor substanțe organice (la respirația celulară).**

Multiplicarea celulară prin diviziune

Diviziunea celulei include diviziunea nucleului cu replicarea/copierea informației genetice (a cormozonilor și implicit a ADN-ului) și divizarea citoplasmei și a întregii celule

- În cazul **organismelor monocelulare** – **diviziunea celulară asigură autoreproducerea acestora**
- În cazul **organismelor pluricelulare** – **diviziunea celulelor somatice** (soma-gr=corp), care constituie corpul plantelor și animalelor, asigură:
 - **dezvoltarea embrionară**
 - **creșterea organismelor**, de la naștere până la stadiul adult
 - **reînnoirea celulelor moarte** (celulele cutanate, hematiile, etc.)
 - **conservarea identității celulare** în procesul reînnoirii celulelor din aceleași organe, țesuturi, etc.
- **Genomul celular:** totalitatea materialului genetic al unei celule. În celulele eucariote distingem:
 - **genomul nuclear** - cel mai important având **capacitatea de a subordona activitatea tuturor celorlalte organele celulare** (mitocondriile și cloroplastele neputând funcționa complet independent de nucleu)
 - **genomul mitocondrial și cloroplastidial** - mitocondriile și cloroplastele detin la rândul lor **un echipament genetic minimal**, cu gene specifice **care codifică proteine destinate exclusiv bunei funcționări a acestora** (ele se pot multiplica

oarecum independent de nucleu, iar materialul lor genetic este cel mai vechi și puțin modificat din totalitatea genomului celular)

- Diferențierea celulară – este procesul de constituire a unor tipuri celulare diverse, specializate, pornind de la o singură celulă – celula ou (majoritate organismelor pluricelulare au în componența lor tipuri variate de celule, grupate în țesuturi, respectiv organe și sisteme de organe)

Caracteristicile celulelor diferențiate:

- o sunt **strict specializate funcțional** și ca urmare au compoziție chimică specifică
 - o celulele diferențiate **stabilesc interrelații prin formarea joncțiunilor celulare**
 - o au **adezivitate de substrat** (prin suprapunerea straturilor de celule similare se formează țesuturi și organe)
 - o au **inhibiție de contact** (când densitatea celulelor dintr-un țesut atinge un anumit nivel, celulele se opresc din diviziune), **care lipsește celulelor tumorale**
- Semnalizarea celulară - o proprietate esențială a viului este aceea de a detecta și răspunde semnalelor din mediu (fie că aparțin unor organisme unicelulare sau pluricelulare, celulele sunt permanent bombardate de o multitudine de semnale)

Principiile ale semnalizării celulare sunt **similare în toate organisme** (bacterii, fungi, plante sau animale):

- o **mecanismul de semnalizare celulară se declanșează la sosirea unui stimul fizico-chimic** care obligă celula să răspundă (un foton, în cazul celulelor din retina, un compus eliberat de un alt organism sau de o altă celulă aflată în același organism)
- o cele mai multe **semnale/stimuli sunt percepuți la nivelul membranei celulare**
- o **recepția semnalului/stimulului e realizată de proteine – receptori** care le transmit în interiorul celulei
- o **traducerea chimică a “mesajului” și răspunsul celulei** (o acțiune în concordanță cu semnalul recepționat - modificări ale *activităților metabolice* din citoplasmă sau ale *expresiei genice* din nucleu)

Celulele sunt selective cu stimuli (ele nu răspund tuturor semnalelor prezente în mediu ci mai degrabă unui număr limitat)

Pentru a fi efectiv, purtătorii semnalului trebuie să aibă dimensiuni mici (purtătorii semnalelor extracelulare trebuie să poată difuza prin membrana celulară iar cei ai semnalelor intracelulare trebuie să fie suficient de mici pentru a trece prin membranele organelor celulare)

Semnalele bio-chimice trebuie să fie **rapid și ușor de produs, mobilizat și degradat**, astfel încât răspunsul celular să fie pornit sau oprit cu rapiditate.

Căile de semnalizare celulară:

- Semnalizarea electrică sau sinaptică - prin modificarea potențialului electric transmembranar (este utilizată de celulele neuronale din sistemul nervos, fiind o modalitate rapidă și eficientă de semnalizare pe distanțe lungi)
- Semnalizarea endocrină - se bazează pe sinteza de molecule-semnal de către celule specializate și transportul moleculelor pe distanțe lungi prin sistemul vascular (la plante și animale, semnalizarea endocrină realizează un control de durată, determinând răspunsuri întârziate și prelungite)

Concluzie evolutivă

Celula eucariotă poate fi considerată ca o comunitate de microorganisme în care fiecare endosimbiot a contribuit cu propriul set de gene, conferind celulei abilități genetice și biochimice noi:

- Prima endosimbioză a condus la apariția proto-mitocondriilor: ca urmare a integrării în celula gazdă anaerobă și heterotrofă a unui procariot aerob. Proto-mitocondria a evoluat ulterior generând mitocondria (care convertește nutrienții în energie – ATP, prin respirație aerobă)
- A doua simbioză implică integrarea în celula gazdă, devenită aerobă ca urmare a primei endosimbioze, a unui procariot mobil, de tipul spirocheților actuali. Endosimbiotul va genera aparatul locomotor, o parte din aparatul mitotic și elementele de citoschelet (în urma acestor două simbioze celula gazdă devine un amoeboflagelat, celula care stă la baza tuturor organismelor animale)
- Celulele eucariote fotosintezante au apărut în urma unui al treilea proces endosimbiotic, în care celula gazdă a încorporat un procariot fotosintetizant, care a evoluat spre cloroplast (convertește lumina și hrana în energie utilizabilă-ATP). Celulele eucariote cu cloroplaste aveau capacitatea fotosintetică și în urma procesului evolutiv au dat naștere plantelor.
- Celula eucariotă s-a format, probabil cu două miliarde de ani în urmă, atunci când mai multe tipuri de bacterii și-au unit forțele datorită avantajelor de care ar fi beneficiat fiecare de pe urma celorlalte. În cursul miliardelor de ani ele s-au integrat atât de strâns în unitatea de cooperare care s-a transformat în celula eucariotă, încât a devenit imposibil de observat faptul că au fost cândva bacterii separate.

SCARA MACROSCOPICĂ

ORGANISMUL CA SISTEM

Organisme multicelulare - rezumat evolutiv

Organisme multicelulare – scurt istoric:

- Din celula ancestrală apare procariotul ancestral și celulele procariote. Din aceste două categorii distincte pot fi recunoscute: *archaebacteriile și eubacteriile*. Ele se diversifică pe scară evolutivă, în funcție de nișele ecologice în care au crescut.
- *Bacteriile* au membrană și un cromozom format dintr-o moleculă circulară de ADN. Conțin citoplasmă, dar fără a avea un nucleu. Se înmulțesc rapid prin fisiune binară, producând descendenți tot unicelulari. Metabolizează anaerobic glucoza (glicoliză).
- Apar celulele autotrofe și enzimele cu capacitatea fotosintetică folosind clorofila (pigment vegetal). Aceste celule, prin metabolismul lor, pun în libertate oxigenul care se acumulează în atmosferă (până la 21% din total). Apar oxidări mult mai complexe iar glicoliză este continuată de respirația celulară, relizând metabolizarea piruvatului până la CO₂ și H₂O.
- Prin endosimbioză celulele procariote se asociază și dau naștere la celulele eucariote, celule cu nucleu și organizare complexă: membrană plasmatică, nucleu, organite, citoschelet. ADN-ul celular eucariotic este incorporat în nucleu și cantitatea este de aprox. 1000 de ori mai mare decât la bacterii. Eucariotele fiind compartimentate, transcripția ADN are loc în nucleu, iar sinteza proteică în citoplasmă. Ele se înmulțesc prin diviziune celulară.
- Protozoarele apar evolutiv ca monocelule eucariote, însă cu o mare diversitate în forma și comportament. Ele pot fi fotosintetice și carnivore. Datorită caracteristicilor particulare, protozoarele sunt considerate ca fiind primul animal apărut pe scara evolutivă a vieții.
- Prima etapă în apariția organismelor multicelulare a fost reprezentată de asocierea organismelor unicelulare în colonii:
 - O colonie se formează dacă celulele fiice rezultate după fiecare diviziune celulară rămân asociate. Acest comportament social a fost observat chiar și la unele celule procariote. Procesul a avut loc, probabil, în momentul când substanțele nutritive au diminuat în mediu și celulele s-au agregat pentru a realiza un sistem mai eficient și mai rezistent.
 - De exemplu *Myxobacteriile*, trăiesc în sol, formează colonii detașate și au capacitate de deplasare. Fiecare celulă secretă enzime de digestie, pe care colonia le colectează formând un “fond comun”. Enzimele, folosite sub forma acestui fond comun, devin mult mai eficiente în procesul de nutriție a celulelor care formează colonia.

- La eucariote, putem menționa algele *verzi*, care pot trăi ca **organisme unicelulare** sau **asociate sub formă de colonii**.
- Volvox, este grup de alge care formează colonii sferice mari, ce conțin aprox. 50.000 de celule sau chiar mai multe. Celulele sunt legate între ele *prin filamente fine citoplasmatiche*. La Volvox apare deja o **specializare** (“diviziune a muncii” în cadrul celulelor). De exemplu, un număr mic de celule apare specializat în reproducere, servind ca celule precursor pentru noile colonii. Celelalte celule au dobândit o dependență atât de mare una de alta, încât, dacă colonia este dezorganizată, toate celulele mor. Prin modul de organizare și de activități, pe care le desfășoară, **Volvox se apropie mai mult de un organism multicelular decât de o simplă colonie**. Acest gen de algă prezintă deci trei **caracteristici care sunt esențiale organismelor multicelulare**, și anume: **coeziunea între celule, existența celulelor specializate și a cooperării intercelulare**.
- 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, reproducerea, etc.).
 - La organismele coloniale 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, organe și sisteme de organe**.

Țesutul

Țesutul din cadrul unui organ este o grupare de celule ce se aseamănă după formă și structură și îndeplinesc aceleași funcții. Un rol important în viața unui țesut îl are *substanța intercelulară* ce menține viabilitatea țesutului, realizând legăturile structurale și funcționale dintre celule. **Forma de existență a celulelor în organism este țesutul**

- Țesuturile animale: în funcție de structura și însușirile fiziologice ale celulelor, se clasifică în patru tipuri principale: *epiteliale, conjunctive, muscular și nervos*:
 - țesuturile **epiteliale** sunt formate din **celule strâns legate între ele** (de exemplu epiteliul de acoperire are rolul de protective - acoperă suprafața corpului și captează cavitățile organelor)
 - 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** (un rol important la hrănirea epitelilor și a altor țesuturi) și **de susținere**. (*fibros, cartilagos și osos*)
 - 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
 - țesutul **nervos** este format **din neuroni și din celule gliale**. Neuronii sunt celule nervoase specializate în generarea și conducerea impulsurilor nervoase. Țesutul nervos intră în alcătuirea sistemului nervos
- După capacitatea de regenerare, țesuturile pot fi:

- slab specializate, capabile de regenerare (țesuturile epiteliale și conjunctive)
- puternic specializate, fără capacitate de regenerare (țesuturile muscular și nervos)

Organele

Organele din cadrul unui organism:

- sunt grupări de țesuturi, identice sau diferite, care acționează împreună pentru îndeplinirea unei anumite funcții a organismului
- apariția organelor constituie o etapă calitativ nouă în evoluția organismelor vii
- de exemplu, corpul animalelor este constituit din organe cu structură și funcții specifice (stomacul, ficatul, inima, rinichii, plămâni, membrele anterioare și posterioare)

Sistemele de organe

La animale există un nivel superior de organizare, numit *sistem de organe* - două sau mai multe organe care cooperează la îndeplinirea unei funcții esențiale ce asigură viața organismului:

- dacă în grupul de organe predomină un țesut, folosim termenul de *sistem* (de exemplu, *sistemul nervos*, *sistemul muscular*)
- în cazul în care nu există un țesut predominant, întrebuițăm noțiunea de *aparat* (de exemplu, *aparatul digestiv*, *locomotor*, *circulator*)

Organismul ca individ biologic

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
 - la organisme animale – pe cale nervoasă și hormonală
- Pe parcursul dezvoltării ontogenetice:
 - se desfășoară o evoluție cantitativă, materializată prin creșterea numărului de celule
 - o evoluție calitativă — histogeneza: este procesul de diferențiere și specializare a celulelor, care duce la apariția celor patru tipuri fundamentale de țesuturi: epitelial, conjunctiv, muscular și nervos
 - histogeneza este urmată de asamblarea țesuturilor în organe, cea ce reprezintă organogeneza (în alcătuirea organelor participă unul sau mai multe tipuri de țesuturi care asigură atât structura organului respectiv, cât și funcționarea acestuia)
- În realitate, organismul este format din mult mai multe sisteme, care se ordonează într-o *ierarhie somatică sau fiziologică*.

- În această ierarhie intră atât **sisteme nevii** (ioni, atomi, molecule, macromolecule) **cât și vii** (celule, organe, complexe de organe). În timp ce sistemele nevii pot exista și în afara organismului (în mediu), sistemele vii nu pot exista decât în interiorul acestuia.
- **Organismele sunt singurele sisteme** din întreaga ierarhie **capabile de a avea schimb de substanțe, energie și informație cu mediul exterior**, integrându-se în acest mediu. *Integralitatea* la acest nivel este cea mai pronunțată, și *autoreglarea* cea mai promptă și eficientă, permițând răspunsuri active și adecvate la solicitările mediului.
- **Un pas important în evoluție a fost făcut atunci când celulele, rezultate în urma diviziunii succesive, au rămas împreună** în loc să-și urmeze fiecare calea ei. Acum putea apărea **o structură având un nivel de ordine mai înalt**
- **Cele zece miliarde de celule care ne alcătuiesc pe fiecare dintre noi sunt rezultatul a câteva zeci de generații de diviziuni celulare.** Aceste celule se împart în aproximativ 210 tipuri diferite de celule, toate construite de exact același set de gene, dar diferiți membri ai setului de gene produc diferite tipuri de celule.
- **Corpurile multicelulare fac posibil ca genele să manipuleze lumea la o scară care e cu mai multe ordine de mărime mai mare decât scara celulelor individuale.** Ele ajung la aceste manipulări indirecte la scară mare prin efectele lor directe la scara miniaturală a celulelor. De exemplu, **ele modifică forma membranei celulei. Apoi celulele interacționează în populații imense pentru a produce efecte de grup la scară mare, cum este un braț.** Cele mai multe dintre proprietățile unui organism pe care le putem vedea cu ochiul liber sunt așa-numitele „**proprietăți emergente**“.

Funcțiile organismului se pot grupa în:

- **funcții „pentru sine”**, care **asigură supraviețuirea individului** în mediul de viață, adică autoconservarea (funcții de relație și funcții de nutriție)
- **funcții „pentru specie”**, care **asigură perpetuarea speciei** (funcția de reproducere)

POPULAȚIA ȘI SPECIA

Niveluri de organizare ale materiei vii (care respectă criteriul universalității: **fiecare din aceste nivele, luat în parte, cuprinde întreaga materie vie**):

- nivelul **individual**
- nivelul **populațional sau ale specie**
- nivelul **biocenotic**
- **biosfera**

Fiecare din aceste nivele reprezintă o formă calitativ deosebită de mișcare, de organizare a vieții, având anumite fenomene și legi caracteristice.

Nivelul individual

- Cuprinde **totalitatea indivizilor biologici** (**include întreaga materie vie**, deoarece nu există viață în afara organismelor individuale). Ca urmare, **se poate defini individul biologic ca**

forma elementară, universală, de existență și de organizare a materiei vii. În acest nivel sunt cuprinse toate organismele – unicelulare și pluricelulare.

- Procesul fiziologic fundamental care caracterizează sistemele de nivel individual este *metabolismul*. Metabolismul, prin cele două laturi ale sale – *anabolismul* și *catabolismul*, asigură procesele de autoreglare și de integralitate sistemelor de nivel individual (*principala cauză a existenței și dezvoltării individuale este contradicția și, totodată, unitatea dintre asimilație și dezasimilație* - această contradicție internă este realizată pe fondul relațiilor contradictorii ale organismului cu condițiile sale de existență, abiotice și biotice)
- Comparativ cu sistemele de alte nivele, *integralitatea părților componente ale sistemelor biologice de nivel individual este cea mai puternică* (în latină *individuum* - indivizibil). Este *rezultatul diferențierii structurale și funcționale foarte avansate a părților corpului*, mai mult decât la oricare alte sisteme biologice. Din această cauză și *mecanismele integratoare ale indivizilor — atît cele umorale cît și mai ales cele nervoase — realizează treptele cele mai perfecționate.*
- *Trepte ale dezvoltării sistemelor individuale:*
 - Pe treapta cea mai inferioară pot fi considerate *virusurile — complexe macromoleculare nucleo-proteice.*
 - Urmează *forme la care celula încă nu are toate elementele complet diferențiate, cum sînt bacteriile și unele alge* (în special cianoficee);
 - treapta următoare este reprezentată prin *plante și animale monocelulare;*
 - urmează *organisme pluricelulare* unde se diferențiază diferite grade de complexitate a organizării,
 - mergînd pînă la *organisme animale superioare*, avînd *sisteme de control complexe și centralizate*, reprezentate prin sistemul nervos central.

Nivelul populațional sau al speciei

Orice individ biologic aparține unei specii, cu alte cuvinte *nu există indivizi biologici în afara speciilor* (de aceea, nivelul speciilor cuprinde întreaga materie vie).

Majoritatea speciilor cuprind mai multe populații, dar *există și specii formate dintr-o singură populație locală*. De aceea se consideră că *populația și specia formează același nivel de organizare a materiei vii.*

Populațiile sau speciile reprezintă ansambluri organizate de indivizi în succesiunea neîntreruptă a generațiilor.

- Specia reprezintă o comunitate reproductivă de populații și cuprinde:
 - *ansamblul tuturor indivizilor asemănători* din punct de vedere morfologic, anatomic, fiziologic, ecologic, genetic și comportamental
 - care *provin din strămoși comuni și care se pot încrucișa liber între ei*, producând descendenți fertili
 - și care *ocupă o nișă specifică în natură*
- O însușire importantă a speciilor este *caracterul istoric.*

- Dacă **individul biologic are o existență determinată genetic** în limite destul de strânse, **timpul de existență a speciilor este practic nedefinit**.
- Existența „fosilelor vii” este o dovadă că, **dacă se păstrează un echilibru adaptativ cu mediul de viață, speciile pot dăinui oricât de mult (și sute de milioane de ani)**.
- **Populațiile sau speciile reprezintă nu indivizi izolați ci ansambluri organizate de indivizi în succesiunea neîntreruptă a generațiilor**. Factorul timp devine o componentă esențială a speciei. **Fiecare specie are o istorie a sa** în sensul propriu al acestui cuvânt.
- **Populația** reprezintă o comunitate de indivizi ce aparțin unei specii anume:
 - care **se pot împerechea liber**
 - care prezintă **o structură genetică uniformă**
 - și care **trăiesc în același habitat**
 - ea reprezintă **un sistem biologic, cu capacitate de autoreglare** a parametrilor săi esențiali (numărul, structura, funcționarea în cadrul biocenozei)
- **Geneza populațiilor** - o nouă populație ia naștere dintr-un grup de indivizi ai unei populații preexistente:
 - care **prin migrație a ajuns pe un nou teritoriu cu condiții diferite** de cele inițiale
 - în care, **indivizii respectivi trebuie să fie capabili să se hrănească și să se înmulțească**
 - sub acțiunea selecției naturale în noile condiții, **grupul își va constitui o structură genetică proprie**
 - formarea de noi populații este un proces legic, prin care **specia se extinde, cucerește noi teritorii și se adaptează la noi condiții**
- **Relații intrapopulaționale/intraspecifice**: sunt relațiile care **se stabilesc între indivizii unei populații**. Cele mai importante relații intrapopulaționale sunt cele **de competiție** (concuranță) și cele **de cooperare** (întrajutorare):
 - **Competiția** se referă la **concuranța dintre indivizi pentru accesul la resursele de mediu sau pentru reproducere**. Competiția **poate fi atenuată fie prin dispersia uniformă a indivizilor** sau grupurilor de indivizi și manifestarea unui comportament teritorial, **fie prin stabilirea unei ierarhii în cadrul grupurilor de indivizi**.
 - **Competiția directă** (presupune interacțiunea directă a indivizilor ce poate consta în luptă, intimidare, ritualuri)
 - **Competiția indirectă** (prin **utilizarea mai rapidă sau eficientă a resurselor de mediu**).
 - **Cooperarea** este reprezentată de **ajutorarea indivizilor din cadrul grupurilor de indivizi și permite o hrănire mai eficientă, apărarea împotriva inamicilor naturali, construirea adăposturilor, îngrijirea descendenților etc.**
- **Procesul fundamental** care acționează asupra populațiilor și speciilor **este selecția naturală** (populația este **unitatea fundamentală și obiectul evoluției** - nu indivizii evoluează ci populațiile și speciile - **evoluția, ca proces istoric ce se desfășoară în timp, este un fenomen caracteristic populațiilor și speciilor**)

- Fenomenul de adaptare trebuie considerat ca o caracteristică a speciilor, spre deosebire de adecvare, care este un fenomen de nivel individual.

BIOCENOZA ȘI BIOSFERA

Nivelul biocenotic

Ca integrare biotică și spațio-temporală a speciilor biocenoza reprezintă **totalitatea populațiilor de microorganisme, plante și animale care ocupă același teritoriu** și care nu pot exista de sine stătător timp îndelungat

- o populațiile speciilor componente ale unei biocenoze sunt **legate prin relații interspecifice, dintre care cele mai importante sunt relațiile trofice** (de hrănire)
- o Între populațiile ce coexistă într-o biocenoză se stabilesc **relații interspecifice ce determină atât structura, cât și funcțiile biocenozei** ca suprasistem integrator:
 - **Mutualismul** este o relație obligatorie, **ambele populații profitând de pe urma conviețuirii**. Acest tip de relație este foarte răspândit în natură, **majoritatea speciilor conviețuind cu altele** (de exemplu, majoritatea animalelor conțin în sistemul digestiv microorganisme care le permit asimilarea hranei).
 - **Parazitismul** este o **relație obligatorie pentru organismul parazit care beneficiază** de relația lui cu organismul gazdă (efect pozitiv), în timp ce organismul gazdă este influențat negativ. **Relația gazdă-parazit este universală în lumea vie**, practic neexistând specie care să nu fie ori parazitată (gazdă) sau să fie parazit (conceptul de populație și biocenoză nu au relevanță întotdeauna în acest caz).
 - **Prădătorismul** este o **relație obligatorie, benefică pentru prădător și dăunătoare pentru pradă**. **Indivizii din populația prădătorului consumă membrii populației pradă ca hrană**. (acest tip de relație se deosebește de parazitism, deoarece **parazitul de obicei nu își omoară gazda**) Are un rol important în reglarea numărului de indivizi din **ambele populații și stă la baza rețelei trofice din cadrul biocenozei** (dispariția unui prădător poate determina o explozie numerică a populației pradă ceea ce poate avea un impact negativ la nivelul biocenozei).
 - **Competiția interspecifică** se referă la **interacțiunile dintre două sau mai multe populații sau specii ce utilizează aceeași resursă** (habitat sau hrană) disponibilă în cantități limitate. Este un factor determinant în evoluția speciilor. Deoarece **în final competiția poate duce la înlăturarea unuia dintre competitori și este costisitoare din punct de vedere energetic**, este avantajos să fie evitată (prin specializare pe un domeniu mai îngust al resursei).
- o **Lanțul trofic** se referă la **transferul de materie și energie de la producătorii primari, succesiv, prin diferite populații** care sunt un consumator pentru populația precedentă și o pradă pentru populația imediat următoare.

- Majoritatea lanțurilor trofice au 3 – 4 verigi: producător → consumator 1 → consumator 2. Lanțurile trofice nu se pot extinde prea mult datorită intrărilor limitate de substanță și energie care sunt realizate de producători. În general, tendința lanțurilor trofice este de scurtare, dar numărul verigilor crește în caz de supraofertă a unei resurse.
- După natura hranei și modul de obținere al acesteia principalele niveluri trofice sunt: producătorii, consumatorii și descompunătorii.
 - Producătorii sunt organisme autotrofe care transformă substanțele minerale în substanță organică. Aceste organisme pot fi fotoautotrofe (plante, bacterii) sau chemoautotrofe (bacterii).
 - Consumatorii sunt organisme heterotrofe care preiau materia organică gata formată (consumatori primari trăiesc pe seama producătorilor, consumatorii de secundari se hrănesc cu consumatori primari, etc)
 - Descompunătorii sunt organisme care își obțin energia din resturile animale sau vegetale (descompunerea este realizată în general de bacterii și ciuperci prin procese de fermentație și putrefacție iar produșii finali sunt preponderent anorganici).
 - Astfel, plantele sunt consumate de ierbivore (consumatori primari), care la rândul lor servesc drept hrană carnivorelor (consumatori de ordin superior)
- Tendința în natură este de a evita competiția în zona de suprapunere a resursei de hranire prin specializarea pe un domeniu mai îngust al resursei. Acest lucru permite coexistența unui număr mai ridicat de specii ce utilizează aceeași resursă. Exemple ne sunt oferite de arhipelagurile insulare, unde un număr redus de imigranți de pe continent au evoluat în timp formând mai multe specii, fiecare îngust specializată pe un anumit tip de resursă.

Nivelul biosferei

Cuprinde totalitatea biocenozelor, deci totalitatea vieții de pe Pământ și funcționează ca un sistem biologic pe scară planetară.

- Diferitele specii de plante și de animale nu pot exista de sine stătător:
 - carnivorele trebuie să coexiste cu speciile de animale cu care se hrănesc
 - la fel ierbivorele trebuie să coexiste cu plantele pe care le consumă
 - chiar și plantele verzi, deci autotrofe, ar epuiza repede resursele lor de hrană (elementele chimice esențiale) dacă nu ar exista bacteriile care să descompună cadavrele și să readucă în circuitul vieții substanțele biogene
 - are loc în mod necesar coexistența speciilor de microorganisme, plante și animale, între ele avînd loc o diviziune a activităților, a funcțiilor, care duce în același timp la integrarea speciilor în cadrul sistemului biocenotic
- Trăsătura caracteristică, determinînd existența biocenozelor, constă în relațiile contradictorii dar unitare dintre speciile componente. Aceste relații se desfășoară pe fondul condițiilor abiotice ale biotopului și, deci, se integrează în structura ecosistemului dat.
- Ceea ce păstrează unitatea sistemelor acestui nivel este:

- echilibrul dintre circuitele principalelor substanțe din compoziția materiei vii: carbonul, oxigenul, azotul, fosforul etc.
- precum și echilibrul dintre procesele geologice și climatice și activitatea desfășurată de totalitatea sistemelor biologice

RELAȚII ÎNTRE SISTEME BIOLOGICE DE NIVELE DE ORGANIZARE DIFERITE

Fiecare sistem biologic, după cum s-a mai subliniat, este alcătuit din subsisteme și, totodată, el este o parte componentă a unui alt sistem „superior” și nu poate fi conceput și înțeles corect în afara acestei ierarhii. Acestei ierarhii organizatorice îi corespunde o ierarhie a programelor.

- Din această cauză funcționarea oricărui sistem biologic va fi determinată pe de o parte de specificul organizării sale. deci de elementele sale componente, de subsistemele sale, iar pe de altă parte de către sistemele de control ale sistemului ierarhic superior.
- *Individul reprezintă forma elementară și universală de existență a vieții* (indivizii au o existență în timp limitată genetic și realizează un schimb permanent de materie, energie și informație cu mediul înconjurător - proces numit metabolism). *Toate sistemele supraindividuale (populația, specia, biocenoza) sunt forme de grupare și organizare a indivizilor.*
- Relațiile dintre aceste două categorii de sisteme nu sînt și nu pot fi o armonie perfectă, cum ar putea să pară la prima vedere. Din contră, ele sînt contradictorii, deși sistemele sînt indisolubil dependente unul de altul: nu poate fi conceput individul ca neapărținând unei populații sau specii, după cum specia nu poate fi concepută fără indivizi. Caracterul contradictoriu al acestor relații constă în faptul că nu toate variațiile individuale (deși adecvate pentru condițiile de moment în care se află individul) au aceeași valoare în viața speciei. A admite că variațiile și comportamentul individului sînt în orice împrejurare utile speciei, înseamnă a admite că individul „știe” ce este folositor sau dăunător populației sau speciei sale, or aceasta ar însemna alunecare spre finalism.
- Pe calea „aprecierii” valorii variațiilor individuale pentru supraviețuirea speciei, selecția naturală va controla și desfășurarea proceselor individuale — ale metabolismului —, orientîndu-le în sensul util supraviețuirii speciei. Constatăm deci că și aici, în relațiile ierarhice dintre sisteme de nivele diferite, există aceeași relații de subordonare și coordonare a sistemelor „inferioare” de către cele „superioare”, ca și în cazul ierarhiei morfo-fiziologice.
- Aceste relații dintre sistemul individual și cel al speciei duc la dezvoltarea în cadrul indivizilor a programelor „superioare”, ceea ce asigură îndeplinirea rolului individului în viața speciei și față de care sînt subordonate atît programul „pentru sine” cît și programele „inferioare”. Intr-adevăr, se știe că rolul biologic final al tuturor proceselor metabolice, deci a programului „pentru sine”, este autoconservarea individului pentru asigurarea reproducerii. Relații în esență de aceeași natură sînt și între sistemul populațiilor (al speciilor) și cel al biocenozelor.
- După cum s-a mai spus, speciile, reprezentate prin populații, nu pot exista decît fiind

încadrate în biocenoză și, deci, în ecosistemul respectiv. Fiecare specie ocupă un anumit loc în economia biocenozei, îndeplinește anumite funcții în acest sistem. Funcțiile acestea se concretizează prin anumite relații ale populației date cu alte populații aparținând altor specii din biocenoză. **Adaptările populației (speciei)**, reflectînd specificul structural și funcțional al ei, **sînt de fapt adaptări față de relațiile ei cu alte specii**. Ca oricare adaptare, ele sînt consecința acțiunii selecției naturale. De aici se vede clar că **sensul de acțiune al selecției, formele pe care le îmbracă**, ritmul în care se desfășoară, **vor fi determinate** de două categorii de factori: pe de o parte **de specificul populației date** (bacterii, plante superioare, animale etc.), de specificul trăsăturilor structurale și funcționale ale ei, iar pe de altă parte **de relațiile interspecifice/interspecii — lege a existenței sistemului biocenotic**.

- **Selecția** va fi orientată în așa fel încît **populația dată**, cu trăsăturile sale interne proprii, **să poată persista în cadrul corelațiilor cu celelalte specii din biocenoză și ecosistem**.

ECOSISTEMUL SI ECOSFERA

Ecosistemul

Ca integrare biotic-abiotică și spațio-temporală a speciilor și mediului, ecosistemul este alcătuit din două componente - **biocenoza** (comunitatea biologică) și **biotopul**:

- **Biocenoza** reprezintă **ansamblul de populații din specii diferite care ocupă același teritoriu** și între care **se stabilesc diverse interacțiuni** (cele mai importante pentru funcționalitatea ecosistemului sunt **relațiile trofice**)
- **Biotopul** reprezintă **ansamblul factorilor abiotici care acționează asupra unei biocenoze** (adică **componenta nevie a ecosistemului**, aflată în strînsă interdependență cu biocenoza) **Factorii abiotici au o influență majoră asupra sistemele biologice dar sunt la rîndul lor influențați de acestea**
- **Ecosistemul și biocenoza** integrată în acesta, **au o anumită structură spațială și trofică**
- **Procesul caracteristic**, contradictoriu și unitar, **al ecosistemului** este **reprezentat de relațiile dintre specii**, relații care sunt de obicei **complementare din punct de vedere funcțional** (producători primari, consumatori, descompunători).
- **Ecosistemul reprezintă mediul** care **generează selecția naturală** și **în care se desfășoară evoluția populației**.
- **Fluxul de energie prin ecosistem** este unidirecțional:
 - **Intrările de energie** se realizează **la nivelul producătorilor primari prin fotosinteză**
 - **Energia radiantă solară transformată în energie chimică este apoi transferată** prin rețeaua trofică **către consumatori și descompunători**.
 - **Fluxul de energie și circuitul materiei** sunt interconectate – **transferul materiei prin rețeaua trofică reprezintă calea de transfer a energiei** prin ecosistem
- **Înainte de apariția vieții** nu existau decât circuite geochimice, în cadrul cărora **elementele chimice se deplasau lent între cele trei compartimente abiotice**: suprafața uscatului și

sedimente, oceanul planetar și atmosferă. Circuitele au sporit în complexitate o dată cu apariția biosferei.

- **Circuitele biogeochimice** se referă la **circulația elementelor chimice din apă, aer, sol în organisme vii și înapoi în mediu**. Organismele vii au calitatea de a acumula selectiv, de a transforma și dispersa în spațiu și timp elementele acumulate, **procesele decurgând mult mai rapid comparativ cu cele geochimice**.
- **Societatea umană include în circuitele biogeochimice noi elemente chimice** (ea utilizează, pe lângă cele aproximativ 40 de elemente chimice esențiale vieții, **aproape toate celelalte elemente din tabelul periodic**) și **mărește viteza lor de deplasare**
- **Ecosistemele tind către sporirea gradului de organizare și a complexității**, iar aceasta necesită un aport sporit de energie:
 - De aceea, ecosistemele tind către **maximalizarea fluxului de energie și/sau a eficienței energetice**.
 - **Creșterea complexității și a diversității conduce și la o creștere a stabilității**. Această creștere a gradului de organizare depinde de doi factori:
 - **existența unei surse de energie externe** (condiție îndeplinită și asigurată de energia radiantă solară)
 - și **capacitatea de a elimina energia degradată din sistem** (aceasta fiind energia calorică, care nu mai poate fi transformată în energie chimică și nu poate fi stocată). De aceea **sistemele biologice și ecologice sunt și structuri disipative eficiente**.
- **Ecosistemul și biocenoza integrată** se află într-o permanentă schimbare, **sunt sisteme dinamice la fel ca toate sistemele biologice** (organismul, populația, specia, comunitatea de specii/biocenoza, biosfera) **și ca sistemele care includ sisteme biologice** (ecosistemul, complexe de ecosisteme, ecosfera).
- **Sucesiunea ecologică este procesul de dezvoltare al unui sistem ecologic** (și mai ales a comunității/biocenozei integrate de acesta):
 - Deoarece **sistemele ecologice sunt sisteme dinamice**, ele se transformă în timp, **se dezvoltă**, atât **prin schimbarea compoziției biocenozei** (unele specii dispar și sunt înlocuite de altele), cât și **prin modificarea biotopului/mediului abiotic**, cauzată de activitatea speciilor componente.
 - **Procesul succesional trece printr-o serie de etape sau stadii**, începând cu **stadiul tânăr** și culminând printr-o fază de mare stabilitate, complexitate și durată numită **stadiu de maturitate** (în care compoziția ecosistemului/biocenozei nu se mai modifică esențial)
 - **În fazele timpurii ale succesiunii ecologice producătorii primari** (plante, alge și bacterii chemosintetizante) **sunt puțini iar consumatorii pot practic lipsi** (în primele stadii succesionale **rata fotosintezei depășește rata respirației ceea ce permite acumularea de biomasă**).
 - **În faza de maturitate, consumul propriu al ecosistemului** (respirația) **tinde să egaleze producția** și atunci nu mai are loc acumulare de biomasă.
 - **La atingerea stadiului de maturitate, comunitatea și ecosistemul integrator începe un alt proces, și anume cel de evoluție**, care se realizează în sensul perfectării funcțiilor ecosistemului (reciclarea materiei și menținerea fluxului energetic).

- Tranziția de la stadiul tânăr la cel matur nu se realizează unidirecțional, ci **este reversibilă și asimetrică**. Astfel, putem deosebi două categorii de schimbări:
 - **schimbări rapide**, având cauze externe sistemului, ce **duc la simplificarea sistemului ecologic (întinerirea lui)** provocate de intrări masive de energie, greu de contracarat de către sistem (incendii, inundații, furtuni etc.)
 - **schimbări lente**, datorate unor cauze interne, care **duc la creșterea gradului de organizare internă**, la **trecerea dinspre stadiul tânăr spre cel matur**
- Cauze majore care conduc la succesiunea ecologică:
 - Prima cauză se datorează interacțiunilor dintre biocenoză și biotop (**speciile componente ale biocenozei, prin activitatea lor, duc la modificarea biotopului**). În urma modificărilor, biotopul devine încetul cu încetul impropriu pentru unele specii, dar favorabil pentru altele.
 - A doua cauză se datorează transformării continue a compoziției specifice a biocenozei, datorită **extincțiilor și colonizărilor repetate** (totuși, nu biocenoza în ansamblu răspunde la schimbări, ci fiecare populație componentă răspunde în raport cu limitele proprii de toleranță).
 - Relațiile între ecosisteme aflate în stadii succesionale diferite: **ecosistemele învecinate interacționează și sunt interdependente** (aceste conexiuni conferă caracterul de sistem complexelor de ecosisteme învecinate):
 - În cazul în care **două ecosisteme aflate în stadii succesionale diferite sunt învecinate**, cel mai adesea **are loc un transfer de materie, energie și informație de la ecosistemul în stadiul succesional tânăr spre ecosistemul matur** (acest transfer nu permite ecosistemului tânăr să acumuleze biomasă și să se dezvolte, ceea ce **duce la menținerea și accentuarea decalajului**)
 - **Ecosistemul matur** posedă o complexitate structurală ridicată și **are capacități sporite de a utiliza resursele disponibile**. Aceasta îi permite să maximalizeze intrările de energie inclusiv prin preluarea de energie și materie din ecosistemul învecinat tânăr. Practic **ecosistemul aflat în stadiu succesional tânăr se transformă într-un subsistem al ecosistemului matur** (se poate astfel vorbi de **exploatarea unui ecosistem de către altul**).
 - De exemplu, **căprioarele dintr-o pădure care se hrănesc cu plantele dintr-o pajiște învecinată transportă astfel biomasă din ecosistemul tânăr (pajiște) spre cel matur**. În plus pot consuma puieții de arbori și arbuști împiedicând astfel împădurirea pajiștii. Apoi, animalele se adăpostesc în pădure unde respiră (eliminând dioxidul de carbon necesar în fotosinteză) și elimină materiile fecale.
 - O situație similară poate fi observată la comunitățile umane aflate în stadii diferite de dezvoltare (țările dezvoltate au o complexitate care le permite să exploateze mult mai eficient și practic să subordoneze țările în curs de dezvoltare).

Ecosfera

Ecosfera este alcătuită din biosferă și componentele abiotice, respectiv pătura superioară a litosferei, întreaga hidrosferă și pătura inferioară a atmosferei. **Pedosfera** (reprezentată de **soluri și sedimente**) ocupă o poziție specială, la intersecția celor patru sfere componente ale ecosferei.

- Formarea ecosferei cuprinde trei etape majore: **etapa abiogenă, etapa biogenă și etapa antropogenă**:

- Etapa abiogenă, premergătoare apariției vieții, a fost caracterizată inițial printr-un proces de răcire treptat care a permis întâi formarea litosferei, apoi a atmosferei și ulterior a hidrosferei.
 - Geneza celor trei 'sfere' a dus la schimburi de materie între acestea, ce reprezintă primele circuite geochimice ce implicau o deplasare în spațiu și o transformare chimică a elementelor și compușilor chimici.
 - Compoziția chimică a atmosferei planetare s-a modificat radical după apariția vieții, în principal datorită metabolismului biosferei.
- Etapa biogenă începe odată cu apariția vieții. Metabolismul organismelor vii a devenit procesul major, selectiv, care a ajuns să transforme planeta. Rata scăzută cu care erau generate resursele de hrană pe cale abiotică, a dus la o competiție acerbă pentru hrană, obligând o serie de organisme ca pentru hrănire să preia direct energia radiantă solară prin fotosinteză.
- Apariția fotosintezei a reprezentat o etapă esențială în dezvoltarea ecosferei:
 - a permis organismelor vii să se conecteze la o sursă inepuizabilă de energie
 - a dus la acumularea în mediu a unui deșeu produs în procesul de fotosinteză – oxigenul molecular. Acesta, datorită reactivității sale, este deosebit de toxic pentru organismele vii care trebuie să elaboreze mecanisme de protecție specifice. Acumularea în mediu a oxigenului a depășit la un moment dat capacitatea de toleranță a organismelor care au început să îl utilizeze în procesul de respirație aerobă. Această a doua etapă majoră în dezvoltarea ecosferei este deosebit de importantă, deoarece permite extragerea energiei chimice stocate în substanțele organice mult mai eficient și dezvoltarea unor sisteme biologice cu o structură mult mai complexă.
 - Toate organismele vii care nu utilizează oxigenul în procesul de respirație (au un metabolism anaerob), sunt procariote unicelulare. Trecerea la metabolismul aerob a permis apariția eucariotelor și apoi a metazoarelor (organisme pluricelulare). Apariția reproducerii sexuate ce asigură o diversificare a informației genetice transmise și o maximalizare a potențialului evolutiv, a creat premisele diversificării explozive a formelor de viață.
 - Până în acest stadiu, viața era limitată la mediul acvatic, uscatul fiind nelocuibil datorită radiației ultraviolete (UV) de origine solară. Radiația UV are energie mare și de aceea impact negativ asupra organismelor vii, atât direct, prin alterarea structurii moleculelor componente. Acumularea

oxigenului în atmosferă a dus în final la formarea stratului protector de ozon, ce absoarbe în prezent aproape în totalitate radiația UV nocivă.

- Reducerea intensității radiației UV ce ajungea la suprafața planetei, a permis primelor organisme acvatice să înceapă să colonizeze uscatul (cea ce a condus la ocuparea aproape în totalitate a planetei și a determinat formarea ecosferei ca sistem ecologic la nivel planetar).
- Etapa antropogenă este ultima și cea mai recentă, fiind caracterizată de modificări majore în structura ecosferei datorită impactului direct și indirect al speciei umane din ultimii zeci de mii de ani.
 - Impactul direct a fost cauzat de vânătoarea excesivă, uneori până la dispariție, a speciilor de vânat mare, în special mamifere și păsări.
 - Impactul indirect este datorat de transformările profunde cauzate covorului vegetal prin incendierile repetate, defrișări și prin extinderea terenurilor agricole. Mai recent, activitățile antropice au determinat modificări în compoziția chimică a atmosferei, prin creșterea concentrației de dioxid de carbon și scăderea concentrației de ozon, datorită cantităților sporite de praf și aerosoli din aer, dar și deteriorării avansate și accelerate a solurilor (pedosferei), precum și a resurselor de apă dulce (apele continentale).
- Un proces generalizat de succesiune ecologică se observă și la nivelul ecosferei:
 - Din acest punct de vedere, apariția vieții pe Pământ și dezvoltarea acesteia poate fi considerat un proces de succesiune ecologică primară.
 - Dezvoltarea ecosferei nu a fost un proces liniar, constant în timp. Ea a fost întreruptă sau punctată de dezastre:
 - Acestea au determinat întoarcerea la o stări depășite anterior dar contribuie la menținerea unei eterogenități ridicate.
 - Evenimentele care conduc la “întinerirea” ecosferei pot fi ciocnirile cu asteroizi, glaciațiunile, erupțiile vulcanice, cutremure, etc.
- Fluxul de energie la nivelul ecosferei: pentru a se menține și dezvolta ecosfera, ca orice sistem deschis, necesită un aport permanent de energie. Fluxul de energie necesar este asigurat de energia radiantă solară. Cantitatea de energie radiantă solară receptată de Pământ este relativ uniformă, dar este distribuită diferit în timp și spațiu și este supusă unor procese de selecție de către atmosferă:
 - La trecerea energiei radiante solare incidente prin atmosferă, 44% este fie reflectată fie absorbită. La suprafața Pământului, încă 6% din energia radiantă solară este reflectată de suprafețele de uscat și de apă, rămânând în final doar jumătate din energia incidentă.
 - Ajunsă în contact cu biosfera, energia solară este transformată de către plante și bacteriile fotosintetizante în energie chimică. Energia chimică este apoi utilizată pentru creștere, dezvoltare și reproducere, transferată, stocată și degradată. Energia degradată (energie termică) devine nefolositoare deoarece nu mai poate fi transformată în energie chimică. Prin transferul repetat, de la o structură la alta, energiei termice îi este asigurată o utilizare de lungă durată.

- **Balanța energetică a planetei este echilibrată** (intrările de energie fiind egale cu ieșirile de energie), dar **fluxul de energie la nivel planetar este eterogen**:
 - o Există astfel **puncte cu un bilanț pozitiv în zona centrală** a planetei și **zone cu bilanț negativ situate spre poli**, ceea ce conduce la o zonare termică. Zonele situate în vecinătatea Ecuatorului primesc mai multă energie decât zonele situate spre poli deoarece unghiul de incidență al radiației solare este mai mare.
 - o Această eterogenitate a fluxului de energie **generează un gradient termic și unul de presiune**, ducând la apariția unor **sisteme de transport ale energiei sub forma curenților oceanici și a curenților de aer**. Aceștia asigură transportul energiei termice din zonele cu excedent spre zonele cu deficit **influențând clima**.
 - o **Atmosfera are astfel un rol major** în medierea schimburilor energetice a planetei: pe de o parte **realizează o filtrare a energiei** ce intră iar pe de alta **temporizează ieșirile energetice**, în vederea asigurării unui **domeniu de temperatură restrâns**, fără fructuații majore diurne și sezoniere, **care să favorizeze dezvoltarea biosferei**

ÎNSUȘIRI ALE MATERIEI VII

Generalități

1). Metabolismul/autoconservarea: nivel organism (istoric a apărut primul cuplat fiind cu autoreglarea)

- schimb de substanță, energie și informație structurală cu mediul
- autoreînnoire structurală (**caracter antientropic**)

2). Autoreglarea: nivel organism+nivel populație, specie, comunitate de specii, sistem ecologic

- autoconservarea/homeopatia/ echilibru dinamic – **reacție negativă**
- creșterea și dezvoltarea – **reacție pozitivă+ program**
- autoreglarea multinivel: ecosistem-individ-specie (**integralitate: programe proprii + supraprograme**)

3). Reproducerea: nivel organism

- caracter informațional
- mișcare biologică

4). Evoluția biologică: nivel populație, specie, comunitate de specii/biocenoza, sistem ecologic

- caracter istoric
- variabilitate, ereditate, selecție

Organismul viu reprezintă un sistem capabil:

- să-și asigure propria conservare (**autoconservare**)

- să se conducă el însuși adică să se adapteze la variațiile rapide (modificările pasagere) ale condițiilor de mediu (autoreglare)
- și să aibă urmași (autoreproducere)

Populația este un sistem biologic capabil să se transforme în funcție modificările persistente ale condițiilor de mediu (evoluție)

Autoconservarea, autoreglarea și reproducerea sunt trei însușiri ce caracterizează celula ca organism monocelular (dar și structura elementară a oricărei ființe vii, de la bacterie la om) dar și individul ca organism pluricelular (dacă lipsește una dintre aceste proprietăți, nu avem de-a face cu „viu”).

Sistemele biologice se deosebesc de toate sisteme deschise abiotice prin:

- capacitatea lor de a transforma factorii de mediu în elemente constitutive proprii, autoreînnoindu-se permanent, opunându-se dezorganizării
- metabolism ca însușire esențială a sistemelor biologice
- integralitate, echilibru dinamic și autoreglare, însușiri inseparabile ale sistemelor biologice ce decurg din organizarea cibernetică a acestor sisteme

Organizarea sistemelor biologice

Sistemele biologice se caracterizează printr-o serie de particularități:

- autoreproducerea – proprietatea sistemelor biologice de a forma sisteme noi prin divizarea unor sisteme inițiale (de ex., 1 moleculă ADN → 2 molecule ADN; 1 celulă → 2 celule; etc.). Are ca bază proprietatea moleculelor acizilor nucleici de a se replica.
- autoconservarea – proprietatea sistemelor vii de a rămâne neschimbate în timp (de ex., existența speciilor de-a lungul timpului). Se bazează pe capacitatea acizilor nucleici (ADN) de a se replica, formând molecule noi cu același conținut și structură și pe cea de repartizare uniformă a materialului genetic în timpul diviziunilor celulare.
- autoreglarea – capacitatea sistemelor biologice de a se regla singure. Se realizează după un mecanism feedback prin care rezultatul final al unor procese reglează procesul în întregime (de ex., cantitatea de hormon în sânge determină activitatea glandei care elimină hormonul; numărul de indivizi dintr-o populație determină rata natalității).
- metabolismul – reprezintă schimbul de substanțe din cadrul organismului. Metabolismul se caracterizează prin selectivitate (preluarea din mediu nu a oricăror substanțe, ci doar a celor necesare) și specificitate (proprietate prin care substanțele nutritive preluate din exterior sunt transformate în substanțe mai simple, din care apoi se sintetizează molecule caracteristice organismului dat).

– echilibrul dinamic – însușirea care explică în cel mai înalt grad modalitățile de păstrare a individualității, organizării și funcționării unui sistem în cadrul anumitor limite, în timp și în spațiu. Menținerea echilibrului dinamic a stării de homeostazie a sistemelor biologice se realizează în baza mecanismelor de autoreglare.

– integralitatea – capacitatea sistemului biologic de a funcționa ca un tot întreg în raport cu mediul, fiind compus din subsisteme ierarhizate (de ex., un organism este format din organe subordonate, care la rândul lor constau din țesuturi, formate din celule etc.).

Se admite azi că apariția viului pe Terra este rezultatul a 4 miliarde de ani de evoluție a structurilor materiale. Nu vom putea ști niciodată câte trepte calitative a însumat această lungă evoluție, ci numai că au fost enorm de multe. Și fiecare a adus un „plus”.

Viul a rezultat din această, practic, infinitate de variații calitative, de această continuă „ierarhizare” creatoare de noi relații, noi condiții, în cele din urmă, de noi legități. Din când în când, dar la intervale de timp mereu mai scurte, aceste calități marceau evenimente mai de seamă, ultimul fiind apariția acelei noi calități care a fost denumită „viul”.

Prima concluzie este că nu se poate o explicare fundamentală a unei calități sau a unei forme de mișcare a materiei, la propriul său nivel.

Cea de-a doua concluzie este că biologicul, viul nu va putea fi explicat decât la nivel fizico-chimic sau, cel puțin plecând de la acesta.

Aceste interacții determină afinități între tot felul de molecule care, dacă ajung să se stabilizeze, determină — prin interacții de tip nou, stabilite spontan, în virtutea proprietăților fizice, fundamentale (electrice, magnetice etc), intrinseci acestor structuri materiale — formarea de structuri spațiale corespunzătoare distribuției sarcinilor lor electrice, magnetice, a legăturilor de hidrogen, a forțelor Van der Waals etc.

Acestea, la rândul lor, duc la apariția a noi tipuri de manifestare a materiei (proprietățile enzimatică, matriciale, informaționale ș.a.) și, în consecință, la noi funcții. Cuplarea acestor funcții prin mărirea continuă a gradului de complexitate a structurilor supramacromoleculare, duce la posibilitatea desfășurării spațio-temporale (se câștigă, deci, încă o dimensiune, timpul) a unor interacții (reacții) care prin stabilizare și individualizare duc la ceva cu totul nou pentru aceste agregate, la proprietățile viului.

Agregarea spontană a macromoleculelor (proteine, acizi nucleici ș.a.) se face cu o cheltuială energetică minimă, tocmai ca urmare a numeroaselor sarcini electrice și de altă natură care interacționează formînd o adevărată rețea de forțe. Aceste agregări, esențiale pentru funcționarea organismelor vii, sînt programate genetic numai indirect.

Direct este programată doar secvența elementelor structurale de bază (modul spațial de alăturare a amino-acizilor, a nucleotidelor ș.a.) ; mai departe, structurarea spațială se face spontan, potrivit proprietăților ivite (tot pe baza interacțiunilor stabilite în consecință) ca

urmare a secvenței căci, se înțelege, distribuția forțelor fizice este o consecință a aranjării spațiale a atomilor constitutivi.

Ierarhia sistemelor biologice

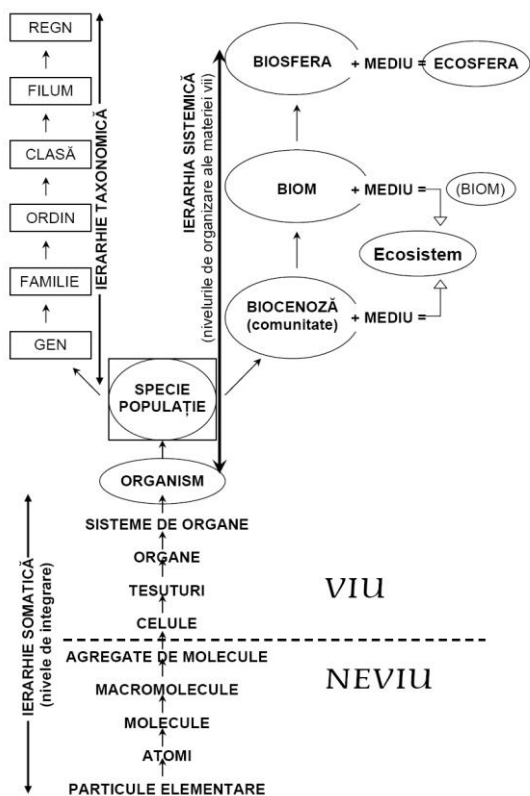
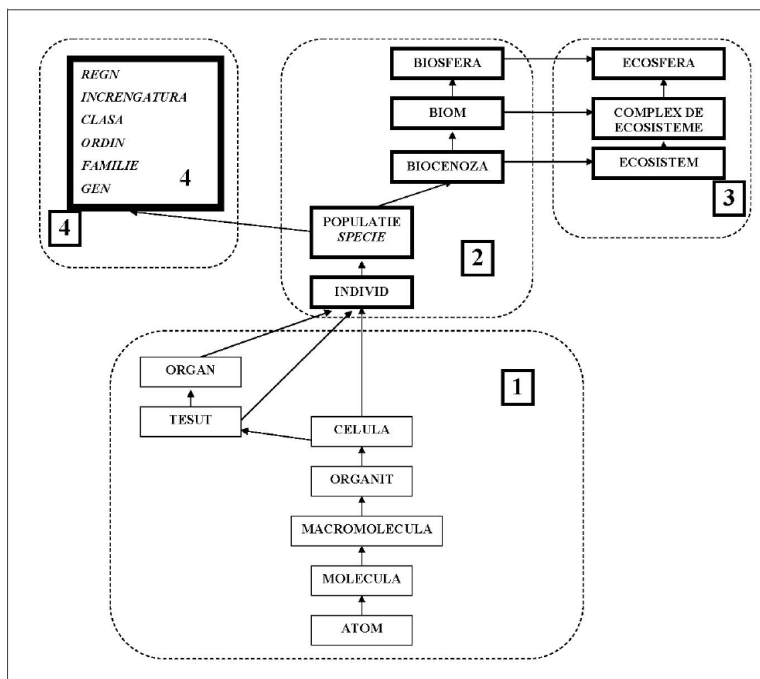
Sistemele vii sunt extrem de complexe, dar pot fi grupate în patru mari categorii ierarhice:

1. Ierarhia somatică ce include totalitatea sistemelor ierarhizate, vii și nevii, ce intră ca elemente componente în alcătuirea sistemelor biologice.

2. Ierarhia organizatorică ce include toate nivelele de organizare ale materiei vii (numite în continuare **sisteme biologice**). Un nivel de organizare reprezintă o categorie de sisteme biologice, diferite din punct de vedere structural și funcțional, capabile de existență de sine stătătoare. Criteriul utilizat pentru a stabili dacă un sistem biologic este sau nu un nivel de organizare al materiei vii este **universalitatea**. Aceasta implică ca sistemele componente ale unui nivel din ierarhia organizatorică să cuprindă întreaga materie vie.

3. Ierarhia sistemelor ecologice include totalitatea sistemelor ce intră în componența ecosferei. Unitatea de bază a ecosferei este **ecosistemul**. Acesta este alcătuit dintr-o biocenoză împreună cu **biotopul pe care aceasta îl ocupă** și include inter-relațiile dintre aceste două componente.

4. Ierarhia taxonomică este alcătuită din categorii taxonomice (numite taxoni) de diferite ranguri, mergând de la specie la regn (așa cum se poate observa în figurile următoare). Spre deosebire de primele trei ierarhii pe care le-am prezentat anterior și care sunt bazate pe organizare, ierarhia taxonomică se bazează pe ordine. (astfel, un cristal de sare are o structură ordonată dar nu și organizată)



Nivel celular

Ameba	100 μm
	50 μm
Majoritatea celulelor eucariote	10 μm
	5 μm
Majoritatea celulelor procariote	1 μm
Cel mai mare virus	300 nm
Cea mai mică bacterie	100 nm
Cel mai mic virus	20 nm

Nivel subcelular

Diametrul nucleului	10 μm
	5 μm
Mitocondria	1 μm
Cromozomul metafazic	200 nm
Diametrul ribozomului	20 nm

Nivel molecular

Lungimea moleculei de collagen	300 nm
Diametrul unei proteine globulare	4 nm
Diametrul unui aminoacid	0,5 nm
Diametrul atomului de carbon	0,3 nm

$$1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$$

$$1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$$

$$1 \mu\text{m} = 1000 \text{ nm}$$

Metabolismul

Schimbul de substanțe, energie și informație structurală cu mediul

- Metabolismul (gr. metabole-schimbare): **Ansamblul reacțiilor chimice prin care organismele vii realizează un schimb continuu de substanță, energie și informație cu mediul extern** (ele fiind, din punct de vedere termodinamic, **sisteme deschise - condiție esențială a existenței organismelor vii**)
- Mecanismele moleculare ale metabolismului sunt asemănătoare indiferent de natura organismului - argument convingător al **unității și diversității materiei vii**.
 - o Termenul de metabolism intermediar (interior) se referă la căile metabolice și semnifică faptul că metabolismul are loc prin **secvențe de reacții, cu un număr mare de produși intermediari**.
 - o **Pătrunderea substanțelor** (și implicit a energiei și informației structurale) **în organism și eliminarea produșilor lor de transformare** reprezintă **metabolismul general (exterior)**.
- Metabolismul substanțelor, energiei și informației structurale cuprinde **trei laturi întrepătrunse**:
 - o Metabolismul plastic - **refacerea permanentă a componentelor organismului pierdute ca urmare a activității sale vitale**
 - o Metabolismul energetic - **asigurarea energiei necesare** pentru formarea unei serii întregi de substanțe proprii organismului, pentru mișcare, secreție, excreție, fenomene electrice și alte forme de manifestare a vieții.
 - o “Metabolismul informațional” – **recepționarea, prelucrarea și emiterea informației structurale privind mediul extern și mediul intern pe baza proprietății de semnalizare** (proprietatea sistemelor vii de a reacționa la acțiunea unor agenți exteriori și la mesajele chimice interne) – semnalizarea externă se numește excitabilitate.
- Atât pe Terra cât și în alte părți ale Universului **mișcarea ciclică a elementelor și compușilor chimici este un fenomen curent** (de exemplu, oxigenul se poate forma în urma disociației apei sub influența luminii (fotodisociație), să reacționeze, apoi, cu hidrogenul de origine vulcanică și să regenereze apa).
- Transformări ciclice ale compușilor chimici se petrec și în sistemele biologice, numai că aici — spre deosebire de sistemele abiotice — **transformările ciclice sînt cuplate**. (cuplarea - desfășurarea unei reacții sau unui șir de reacții în interdependență cu altă reacție sau șir de reacții - face posibilă **constituirea unor reacții chimice într-un sistem care**, în condiții substanțiale, energetice și informaționale corespunzătoare, **să capete proprietăți speciale** pe baza cărora sistemele să asimileze, să crească, să se dividă).
- Sistemele materiale pot fi vii numai dacă sînt traversate de un flux energetic cuplat cu diversele **procesе chimice**. Numai pe baza unei asemenea interacțiuni poate exista viața.
- Metabolismul are loc în condițiile și ca **rezultat al interacțiunii permanente dintre materia vie și cea nevie, a organismului cu mediul**. **Mecanismele moleculare** de transformare a compușilor organici specifici (proteine, acizi nucleici, lipide, zaharuri etc.) **acționează numai în intervale determinate de temperatură, presiune, radiație și alți parametri**.

- Metabolismul se constituie ca unitate între factorii interni și externi. În aceasta și constă **unitatea dintre organism și mediu**.
 - **Anabolism** - parte a metabolismului general care constă în **asimilarea de către organism a substanțelor din mediul înconjurător și în crearea, sinteza pe seama lor a compușilor săi structurali** - anabolismul reprezintă **sinteza enzimatică a moleculelor relativ mari și a complexelor supramoleculare din precursori simpli** (sinteza polizaharidelor din monozaharide etc.), ceea ce necesită un aport de energie furnizată de ATP.
 - **Catabolism** - parte a metabolismului general care constă în **descompunerea enzimatică a macromoleculelor hranei** (proteine, lipide, glucide), care se desfășoară **pe seama reacțiilor de hidroliză și oxidare** precum și în eliminarea produșilor acestei descompuneri din organism - pe parcursul catabolismului se formează mai multe molecule mici (acid lactic, acid acetic, CO₂, NH₃ etc.) **ceea ce determină o eliminare de energie liberă care se înmagazinează sub forma legăturilor macroergice din ATP**.
- În funcție de sursa din care obțin carbonul indispensabil vieții, organismele se împart în **autotrofe și heterotrofe**:
 - **organismele autotrofe folosesc dioxidul de carbon ca sursă de carbon** pentru sinteza compușilor organici proprii
 - **majoritatea organismelor autotrofe sunt fotoautotrofe**, adică sintetizează substanțe organice folosind energia luminoasă (cum sunt plantele, algele și cianobacteriile)
 - **o mică parte din organismele autotrofe sunt chemoautotrofe** - ele utilizează, pentru sinteza substanțelor organice proprii, energia eliberată la oxidarea substanțelor anorganice (bacteriile sulfooxidante, ferobacteriile, hidrogen-bacteriile)
 - **organismele heterotrofe – obțin substanțele organice din hrană (organismele chemoheterotrofe folosesc substanțele organice și ca sursă de carbon și ca sursă de energie - animalele, plantele parazite și bacteriile heterotrofe)**

Autoreînnoirea structurală

- Procesul caracteristic nivelului individual este **metabolismul (anabolismul și catabolismul, contradictorii și unitare în același timp)**.
- Metabolismul substanțelor și energiei cuprinde, în primul rând, **refacerea permanentă a componentelor organismului** pierdute ca urmare a activității vitale
- Metabolismul substanțelor reprezintă, în sine, un **ansamblu de multe procese diverse și contrare: fiziologice** (alimentație, excreție etc.), **fizico-chimice** (absorbție, difuziune etc.), **chimice** (descompunerea și sinteza substanțelor). Ele **alcătuiesc un flux permanent, autoperfecționabil și autoreglabil** de substanțe în organismele vii, care este **însoțit de o permanentă autoreînnoire a materiei vii**.
- Apariția ciclurilor în evoluția metabolismului a însemnat un salt calitativ, deoarece **garantează autoreproducerea sistemului biologic și-i conferă proprietăți autocatalitice** (un sistem chimic $A \rightarrow B$ este autocatalitic atunci când $B = f(A, B)$, adică **formarea lui B**

stimulează reacția propriei sale formări - acest tip de reacție/„bucle catalitice” poate, în anumite condiții, să asigure stabilitatea sistemului)

- **Ciclul metabolic:** evoluția a asigurat coexistența a două sisteme chimice cu proprietăți ce par mai puțin complementare prin: **cuplarea unui sistem biologic informațional** (acizii nucleici) **cu un sistem cu proprietăți catalitice** (proteinele) **având ca rezultat un sistem autoreproducător** dotat cu proprietățile necesare pentru a putea intra pe calea evoluției biologice și, anume, **hiperciclul**.
- **Hiperciclul** modelează un sistem care în condițiile arătate mai înainte, ar avea următoarele proprietăți:
 - **cuplează ciclurile individuale autocatalitice aflate în competiție într-un ciclu unic**, care nu acceptă competiția (elimină toți „adversarii” mai instabili și mai săraci în informație)
 - **dobîndește o capacitate de stocare de informație mult mai mare**
 - sistemul poate evolua, căci **poate folosi avantajele selecției (mutațiile pot fi reproduse)**. Această condiție a fost necesară pentru apariția unui sistem de traducere bazat pe codul genetic *
 - **fiind un sistem independent (unic), codul folosit va deveni universal** (codul genetic este, într-adevăr, universal)
 - folosind avantajele selecției **sistemul poate scăpa de ramificațiile metabolice parazite** (ineficiente). Această simplificare a metabolismului s-a dovedit, într-adevăr, a fi un criteriu al gradului de evoluție
 - după formare, **sistemul urma să se delimiteze de mediu, să se autonomizeze**. Nu-mai așa el putea folosi ramificațiile funcționale eficiente (ivite prin mutații) exclusiv în avantaj propriu și va putea scăpa de poluarea cu ramificații nefavorabile (apărute tot prin mutații)

Caracterul antientropic

- Entropia este o măsură a gradului de dezorganizare a unui sistem. Cu cât entropia este mai mare, cu atât sistemul are o structură mai simplă.
- Într-un univers în plină extindere, a cărui entropie crește și implicit gradul de organizare scade, sistemele vii de pe Pământ își mențin și chiar sporesc complexitatea și gradul de organizare.
 - Sistemele vii **preiau energie, materie și informație cu entropie scăzută** din mediul extern (corespunzând unui nivel de complexitate ridicat) și **exportă energie, materie și informație degradată** (cu entropie ridicată).
 - În acest mod **este eliminat din sistem excesul de entropie** și se permite **menținerea și dezvoltarea complexității** structurii sistemelor vii (sistemele vii realizează un export de entropie, menținând entropia proprie la valori minime).
 - Sistemele vii sunt însă **strict dependente de un flux constant de materie, energie și informație** pentru a putea **crește gradul propriu de organizare**. Orice întrerupere a acestui flux duce la creșterea entropiei sistemului și implicit la dezorganizarea acestuia.
- **Comportamentul antientropic al sistemelor vii:**
 - În **sistemele izolate**, conform principiului al 2-lea al termodinamicii, **evoluția** nu poate decurge spontan, decât **în sensul creșterii entropiei** (diversele forme ale energiei interne terminând în agitație termică).

- *Sistemele biologice* nu sunt însă sisteme izolate, ci *sunt sisteme deschise*, care au schimburi cu cosmosul, mai concret *primesc energie radiantă de la soare*, principala sursă continuă de energie a vieții actuale pe pământ.
- O parte din aceasta este folosită *în procesul de fotosinteză*, proces în urma căruia *energia radiantă este transformată în energia chimică conținută în materia organică* care este apoi utilizată de sistemele vii. Energia radiantă solară furnizează astfel sistemelor biologice și ecologice energia *necesară pentru menținerea gradului de organizare și pentru creșterea complexității*.
- Caracterul antientropic al sistemelor biologice se manifestă prin *capacitatea de a se autoreface*:
 - atât *la nivelul componentelor deteriorate sau uzate*,
 - cât și *prin autoreproducere*, adică de *producere a unor sisteme similare* (refacerea ADN-ului, vindecarea rănilor, înlocuirea hematiilor, descompunerea cu cheltuială de energie a macromoleculelor proteinelor pliate defectuos sau având alte defecte, și înlocuirea lor cu altele proaspăt sintetizate, regenerarea populațiilor dintr-un număr redus de indivizi, indică toate *capacitatea autopoetică a sistemelor biologice*).

Autoreglarea

Nivele ale autoreglării:

- organismul monocelular:
 - *reglare internă centrală*, prin program genetic controlat de nucleu
 - *reglare internă locală* prin bucle de reacții chimice cuplate
 - reglare ca răspuns la excitații provenind din mediul extern
- organismul pluricelular:
 - *reglare autonomă la nivelul celulelor* din organismul pluricelular
 - *reglare internă centrală* de tip nervos și hormonal
- populație/specie:
 - *reglare biocenoză*
 - *reglare ecosistem*
 - *autoreglare multinivel*: ecosistem - populație - individ

Modalități de autoreglare:

- autoconservarea/homeopatia/ echilibru dinamic prin *reacție negativă*
- creșterea și dezvoltarea prin *reacție pozitivă și program*
- autoreglarea binivel: *mediu-individ-mediu*

Reglarea internă la nivel celular: derularea perfectă a unui sistem reacții biochimice legate reciproc, esie posibilă numai *în condiții de reglare automată a proceselor metabolice intracelulare*

- întrepătrunderea intima circuitelor ciclice metabolice *au făcut din organismele vii cele mai bine controlate sisteme materiale* (sistemele vii sunt sisteme cibernetice pe cât de complexe pe atât de fiabile)

- mecanisme de *reglarea autonomă* care acționează la nivelul celulei și a organitelor ei:
 - *Alosteria* constă în aceea că *produsul final al unui lanț de reacții enzimatică poate bloca acțiunea enzimei aflată la originea lanțului* (dacă viteza unei reacții metabolice este prea mare și se rezultă prea mult produs final, se intră în interacțiune cu prima enzimă a lanțului și procesul este oprit automat).
 - *Represia enzimatică* modifică viteza unei reacții în celulă prin *reglarea sintezei enzimei implicate în reacție* (produsul chimic acumulat în urma metabolismului, acționează asupra moleculei de ADN care controlează producerea enzimei, oprind sinteza lor și, ca rezultat, reacția este stopată).

Reglarea ca răspuns la factorii externi organismului monocelular

- în cursul evoluției, interacțiunea dintre sistemul viu și mediu a devenit din ce în ce mai complexă: s-a ajuns la *modificarea reacțiilor biochimice din interiorul celulei în funcție de condițiile externe*, în funcție deci de informația pe care celula o delectează în mediu.
 - Prin acest mecanism de reglaj, *celula este prima unitate morfofuncțională biologică care pune în evidență proprietatea de adaptare*. Aceasta asigură o stare homeostatică, de maximă eficacitate metabolismului celular.
 - *Adaptarea celulei la mediu prin mecanismul de reglare a sintezei proteinelor în funcție de proprietățile nutritive ale mediului*. Un exemplu este bacteria *Escherichia coli* ce se hrănește în special cu glucoza, în absența căreia, dar în prezența lactozei, bacteria produce o enzimă care transformă lactoza în glucoză. *Sinteza acestei enzime este controlată, printr-un mecanism de reacție, de informația privind substanțele nutritive prezente în mediul înconjurător*: la câteva minute după detectarea prezenței lactozei, bacteria începe să sintetizeze enzima necesară iar *dacă agentul inductor* (lactoza) *se epuizează, sinteza este oprită*, în câteva minute.

Excitabilitatea este *proprietatea sistemelor vii de a reacționa la acțiunea unor agenți exteriori* (în cazul celulei, ea determină modificări ale stării fizico-chimice din membrană și protoplasma, prin manifestări electrice, mecanice, metabolice).

- derivă din *proprietatea generală de reflectare a materiei* (dacă în lumea abiotică reflectarea este neorientată, nefavorizând vreo structură anume în dauna alteia, *în lumea vie reacția capătă un caracter adecvat*, adică orientat spre menținerea integralității structurii vii)
- *Adecvarea* reprezintă *răspunsul, cu valoare imediată, față de acțiunea de moment a unui factor oarecare, care duce la menținerea integralității structurale și funcționale a sistemului*, în condițiile variabile ale mediului (lucrurile acestea sunt cu atât mai evidente cu cât ființa vie este mai evoluată - *capacitatea de a reflecta adecvat este una din componentele evoluției*)

- în regnul animal, excitabilitatea ia forme noi (astfel, protozoarele pun în evidență **mecanismul chimiotropismului pozitiv** din care s-a dezvoltat, prin evoluție, **activitatea locomotorie complexă** a metazoarelor)
- Astfel, **la amibă enzimele fosforilante** (cu rol în oxidarea catabolică) **sînt, în același timp, și contractile**. Dacă o substanță chimică din mediu activează enzimele contractile, amiba se îndreaptă spre zona de concentrație maximă (**chimiotropism pozitiv**). Dacă substanța este inhibantă pentru enzimele contractile, devine mai activă partea opusă a celulei și amiba se îndepărtează (**chimiotropism negativ**). Reflectarea adecvată a mediului înconjurător s-a îmbogățit cu o componentă de mare eficacitate: **căutarea activă a hranei**.

Răspunsul adecvat la stimulii externi modifică unele caracteristici ale organismului în funcție de modificările mediului (aceste modificări sînt reversibile, **organismul urmărind în mod dinamic, într-un sens sau în celălalt, variațiile caracteristicilor mediului**).

- Reacțiile adecvate reprezintă forma individuală de adaptare la mediu (ele se bazează pe utilizarea informației recepționate din mediu pentru comanda stărilor interne, procesul efectuîndu-se în circuitul de reglaj cu buclă închisă format din individ și mediul înconjurător.).

Organizarea ierarhică este **însușirea anumitor elemente ale unui sistem dat de a reprezenta în sine sisteme de ordin inferior** și/sau proprietatea sistemului inițial de a apărea el însuși în calitate de element al unui sistem de ordin mai înalt.

- Elementele componente ale celulei se află într-o **ordine internă integrată**, ierarhizată în trepte sau *niveluri de integrare*.
 - într-o viziune pe verticală, elementele și moleculele chimice ce intră în alcătuirea celulei sînt ordonate în **niveluri de integrare ierarhice interdependente: macromolecule, subunități de organite și organite celulare**.
 - într-o viziune, pe orizontală, putem sesiza **două subsisteme ale ordinii de integrare**, aflate în raportul de unitate dialectică, care stau la baza manifestărilor vitale celula:
 - într-unul din subsisteme **ordinea proceselor de transformare a elementelor este dependentă într-un înalt grad de aportul de materie și energie din mediul înconjurător** - este vorba, în principal, de **proteinele și lipidele de structură**
 - în al doilea subsistem, **ordinea proceselor este slab dependentă de mediul exterior** - este vorba de **materialul genetic**
- Autoreglarea se realizează după un mecanism **feedback** prin care rezultatul final al unor procese reglează procesul în întregime (de ex., cantitatea de hormoni în sânge determină activitatea glandei care secretă hormonii; numărul de indivizi dintr-o populație determină rata natalității).
- Menținerea unui parametru între limitele programate se realizează prin **feed-back negativ** (astfel se menține temperatura animalelor cu sânge cald: dacă corpul se răcește sub o anumită valoare a temperaturii, intră în funcție mecanismele care inițiază reacții exoterme, iar dacă se depășește valoarea prevăzută, se opresc (se reduc) procesele

exoterme, intrând în funcție mecanismele proceselor endoterme (de răcire), cum ar fi transpirația, intensificarea respirației, ambele cu scopul de a intensifica evaporarea apei).

Autoconservarea și echilibrul dinamic prin reacție negativă

Autoconservarea (homeostazia) este **însușirea organismelor de a-și menține între anumite limite compoziția fizico-chimică** (temperatură, presiune, anumite concentrații, pH-ul, etc.), **structura și funcțiile organelor** (aceasta ajută organismele să supraviețuiască în condițiile în care factorii de mediu sunt în continuă schimbare).

- 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.
- Autoîntreținerea celulei vii are loc pe baza a două procese contradictorii, și anume **dezasimilația și asimilația** care împreună reprezintă **metabolismul celular**.
- Echilibrul dinamic al sistemelor vii: însușirea care explică **modalitățile de păstrare a individualității, organizării și funcționării unui sistem**, aflat într-un schimb permanent de substanță, energie și informație cu mediul, în **cadru anumitor limite, în timp și în spațiu**. Menținerea echilibrului dinamic a stării de **homeostazie** a sistemelor biologice se realizează în baza mecanismelor de autoreglare.
 - o Caracterul dinamic al sistemelor biologice. **Sistemele biologice se află într-un “echilibru dinamic” cu mediul** (mai precis într-o “stare quasistaționară”, care se modifică în limite mici, atunci când condițiile exterioare variază în limite largi).
 - o Dependența de condiția inițială și caracterul neliniar al reacției sistemului biologic la schimbarea condițiilor.
 - Sistemul biologic format în anumite condiții de mediu este dependent de aceste condiții, datorită faptului că **apariția lui este rezultatul adaptării optime la aceste condiții** (sistemele mai puțin adaptate dispar sau evoluează în alte direcții).
 - De aceea orice schimbare, chiar și aparent neînsemnată poate provoca modificări importante ale sistemului sau poate provoca dispariția sa (**este dificil să se prevadă evoluția în viitor a unui sistem biologic**).
 - Chiar dacă condițiile exterioare rămân neschimbate, “echilibrul”, realizat prin conexiuni inverse negative, provoacă oscilații în jurul stării staționare. Dar parametri mediului nu sunt constanți deci **“echilibrul” se deplasează permanent** (este dinamic)
- Sistemele disipative sunt acelea în care **energia este disipată în scopul menținerii ordinii în stări care nu se află la echilibru**. Conform teoriei, marea majoritate a sistemelor naturale, însuflăte sau nu, sunt de tip disipativ și se află în diferite forme de echilibru termodinamic.
 - o Astfel, unele se află în starea de **echilibru termodinamic**, definită printr-un nivel entropic maxim (de ex. platformele continentale, sisteme socio-economice și politice centralizate, totalitare ș.a). Aceste stări sunt rare, realizarea lor este lentă și dificilă, iar **atingerea acestui stadiu reduce considerabil (până la anulare)**

perspectivele evolutive. Însă, majoritatea sistemelor complexe nu se află în “echilibru” ; ele se află fie “aproape” de echilibru, fie “departe” de echilibru.

- Sistemele situate *aproape de echilibru* se caracterizează printr-un nivel entropic mai redus și disponibilități energetice suficiente, pentru menținerea relativei stabilități, în eventualitatea unor fluctuații semnificative, survenite la nivelul intrărilor, ce pot afecta structura internă și regimul funcțional al sistemului. Fluctuațiile pot fi gestionate prin procese corelate de transfer, conversie, schimb, stocare sau, pe scurt, prin autoreglare.
 - Tipul definitoriu de echilibru al acestor sisteme este cel dinamic stabil. *Echilibrul dinamic stabil* este marcat de numeroase fluctuații, de mică anvergură, în regimul de funcționare al sistemului dar, acestea, fiind liniare (nu depășesc o valoare “critică” sau “de prag”), pot fi asimilate (absorbite) de către sistem prin capacitatea sa de autoreglare. Rezultă astfel un echilibru general în “mișcare” în care, deși detaliile se schimbă, ansamblul (sistemul) “rămâne”, în general, același. În anumite conjuncturi și configurații, starea *aproape de echilibru* poate îndeplini funcția de “atractor” al proceselor evolutive ce caracterizează sistemele aflate departe de echilibru.
- *Departe de echilibru, materia capătă proprietăți noi.* Dintre acestea, esențială este capacitatea de a se percepe mai eficient pe sine însăși prin raportare la variațiile câmpurilor energetice (gravitațional, electromagnetic, termic și “derivatele” lor, de ex. polarizarea urbană, concentrarea resurselor, “controlul” geopolitic etc.).
- Materia, inclusiv cea abiotică, nu este “oarbă” și cu cât se află mai departe de echilibru, cu atât tinde să se reorganizeze mai rapid și mai eficient în raport cu necesitățile restabilirii echilibrului dinamic stabil (neexcluzând calea “turbulentă”, aparent “haotică”). Departe de echilibru, fiecare parte a sistemului devine capabilă să recepționeze mai rapid semnalele schimbării celorlaltor părți ale sistemului și să reacționeze mai viguros la oportunitățile de schimbare (prin reorganizare).
- În concluzie, evoluția sistemelor dinamice este un proces complex în care stările de relativă continuitate (linearitate), alternează cu cele de discontinuitate (neliniaritate) cu tendința generală de acumulare de ordine în sistem. Ordinea sistemelor aflate la anumite grade de depărtare față de echilibru se realizează prin fluctuații. Fluctuațiile neliniare ce pot surveni într-un sistem au natură extrem de diversă: acumularea cantitativă a unui element până la o valoare critică, mutația (înscrierea unui component pe o traiectorie mai favorabilă de acțiune, inovație, conjunctură de excepție etc.
- *Pragurile sunt discontinuități spațio-temporale, statice sau dinamice, în distribuția masei și energiei în sistem care marchează apariția sau stingerea unor fenomene extreme (nelineare).* Ele reprezintă esența schimbării pentru că, odată traversate, sistemul, fie se destruturează, fie se autoorganizează în direcția edificării unor noi condiții de echilibru, apropiate de cele existente anterior traversării pragului sau sensibil diferite.
- *Evoluția este un proces care necesită deopotrivă interacțiuni liniare și neliniare într-un flux de energie fluctuant.* Ea este un proces modular care implică schimbări lente, în perioadele de stabilitate, și faze scurte de instabilitate revoluționară.

Creșterea și dezvoltarea prin reacție pozitivă și program

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 (reacții celulare pozitive).
- 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 sunt programate genetic, dar modelate de factorii mediului de viață.

Autoreglarea binivel: individ-specie

În procesul de schimb de informații structurale, circulația informației între organism și mediu are un dublu sens:

- pe de o parte, organismul informează mediul prin efectuarea unei acțiuni,
- pe de altă parte, mediul informează organismul asupra rezultatului acestei acțiuni.
- se observă deci că ansamblul organism-mediul formează un sistem cu circuit închis sau cu retroacțiune (informația asupra rezultatului acțiunii este prelucrată de către organism, care stabilește astfel dacă acțiunea efectuată a fost sau nu utilă: în caz afirmativ, această acțiune va fi repetată, ceea ce va întări configurațiile neuronale ce o declanșează iar în caz contrar, acțiunea respectivă va fi evitată, ceea ce va duce la slăbirea circuitelor neuronale aferente).

Totalitatea informațiilor culese din mediu și care se dovedesc utile pentru individ (organism animal superior) se înscriu, deci, codificat, în structura sa nervoasă care, pe lângă proprietatea de plasticitate, o mai posedă și pe aceea de memorizare. Modificările imprimate acestei structuri devin din ce în ce mai stabile și, cu timpul, pot deveni chiar permanente.

- Modificările structurii nervoase apar:
 - fie prin repetarea — automată — a unei anumite funcționări care aduce avantaj individului,
 - fie (la om) în mod conștient, prin efortul volitiv de a învăța. învățarea conceptuală reprezintă forma superioară de transformare a informației în organizare structurală; prin repetare, o anumită operație logică care s-a dovedit utilă se înscrie ca program de lucru în memoria individului, structurând nu numai configurația neuronală care o reprezintă ci și adresa care permite regăsirea și utilizarea sa.
- Posibilitatea formării prin învățare a unor „conexiuni specializate” neuronale, reprezintă un exemplu concludent de transformare a informației în organizare structurală.
- O modalitate de integrare a individului în mediul înconjurător o constituie aceea a reacțiilor adecvate ca răspuns la stimulii externi:
 - unele caracteristici ale organismului se modifică în funcție de modificările mediului, astfel încât să asigure o funcționare optimă (aceste modificări sînt

reversibile, **organismul urmărind în mod dinamic**, într-un sens sau în celălalt, **variațiile caracteristicilor mediului**).

- reacțiile adecvate se bazează pe **utilizarea informației recepționate din mediu pentru comanda stărilor interne**, procesul efectuându-se **în circuitul de reglaj cu buclă închisă format din individ și mediul înconjurător** (figura din dreapta).

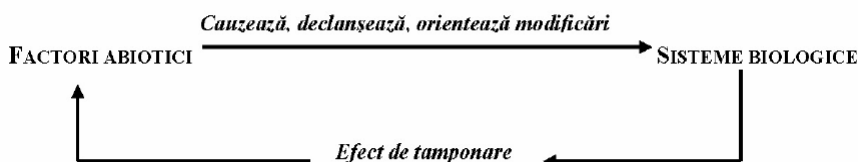
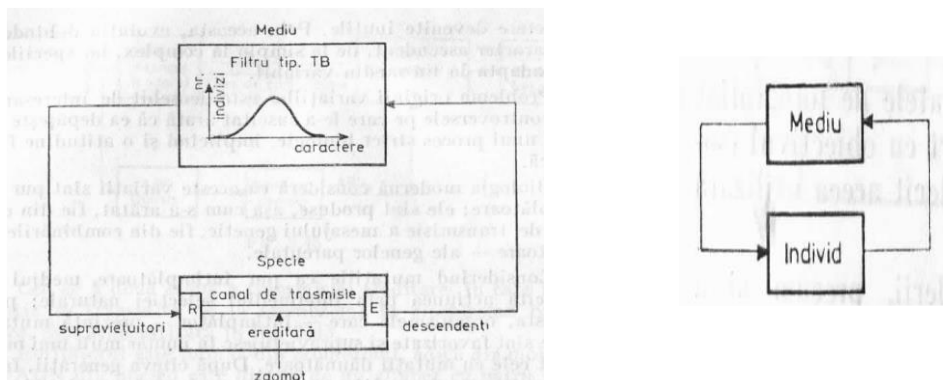


Figura 3.1 – Relațiile dintre factorii abiotici (constituiți în biotop) și sistemele biologice (reprezentate de biocenoză).

- în structura ierarhică a sistemelor biologice **organismele individuale sînt elementele constitutive ale unui sistem de ordin superior, specia**. La nivelul speciei **adaptarea poate fi reprezentată prin schema cu reacție** (figura din stanga), la care o parte din informația de la ieșirea sistemului este adusă la intrare, pentru a întări sau slăbi răspunsul inițial.
- **sistemul cu reacție este format din populația sau specia supusă mecanismului de adaptare filogenetică și mediul ecologic**:
 - **semnalele de ieșire** ale acestui sistem sînt reprezentate de **indivizii pe care specia îi produce** la un moment dat, de exemplu, indivizii unei generații
 - **semnalele de intrare** sînt reprezentate de **indivizii care** după ce au trăit citva timp în mediu, **contribuie la înmulțirea speciei**
 - **mediul joacă rolul unui circuit de reacție**, ale cărui caracteristici modifică semnalele ce trec prin el (**reacția este pozitivă** căci indivizii supraviețuitori contribuie la înmulțirea speciei)
 - trebuie de ținut seama de faptul că **acțiunea filtrantă a mediului se exercită asupra a nenumărate caracteristici individuale și nu asupra uneia singure**:
 - ca urmare, **gradul de adaptare a fiecărui individ este o rezultată a tuturor acestor influențe**

- indivizii cei mai bine adaptați sînt cei la care majoritatea caracterelor se găsesc în apropierea valorii optime (căreia îi corespunde maximul caracteristicii filtrului)
- dintre aceștia se recrutează numărul cel mai mare de supraviețuitori, care prin înmulțire vor întări aceste caractere
- După cîteva sute sau mii de parcurgeri succesive ale acestui ciclu în buclă închisă, caracterele favorabile vor deveni predominante în specia respectivă, iar cele nefavorabile vor dispărea treptat.
- Odată cu schimbarea caracteristicilor mediului, valorile optime ale caracterelor morfo-funcționale se schimbă, iar caracteristica de transfer se deplasează (o nouă serie de transmisii între sistem și mediu este necesară pentru a întări caracterele devenite utile).

Integralitate prin programe proprii, inferioare și superioare

- Integralitatea sistemelor biologice: un sistem biologic, cu toate că este constituit din numeroase părți componente, *se comportă ca un întreg, ce dobîndește însușiri proprii*, pe care nu le au subsistemele din care este alcătuit:
 - apar funcții pe care nici una din părți nu la are.
 - funcțiile părților sunt subordonate întregului, iar datorită conexiunilor dintre părți, părțile primesc însușiri noi
 - integralitatea este cea mai dezvoltată la organisme individuale, este mai redusă la populații și mai redusă la biocenoze, respectiv la ecosisteme
- Programul este schimbarea posibilă, viitoare, a sistemului, determinată de structura lui (deoarece un sistem are numeroase stări posibile, permise de structura și organizarea lui, el va avea și numeroase programe).
 - numărul programelor este limitat, deoarece depinde de condițiile de viață existente, de corelațiile cu exteriorul
 - un program se poate realiza numai dacă există condițiile potrivite, dar pentru aceleași condiții pot exista mai multe programe (de ex. o pasăre își poate construi cuibul, numai dacă își găsește locul potrivit și materialele necesare).
- Ierarhia de programe: se pot distinge 3 categorii de programe:
 - Programe proprii, sau “programe pentru sine”, constând din structurile și funcțiile unui organism, care asigură autoconservarea: apărarea, găsirea hranei, consumul ei, digerarea, etc.
 - Programe inferioare, adică programele subsistemelor sistemului dat. În cazul unui organism, acestea sunt de ex. programele celulelor, țesuturilor și organelor acestuia.
 - Programe superioare, care asigură funcțiile sistemului dat în vederea asigurării funcțiilor sistemului superior. În cazul unui individ, acele funcții care asigură bunul mers al populației, respectiv al speciei. Aici intră toate programele legate de reproducere sau înmulțire.
 - În cazul schimbării condițiilor de viață, primele se modifică programele superioare (de ex. la animale și plante domestice, la care toți parametri structurali și funcționali sunt modificați în sensul util omului, programele superioare, cum ar fi reproducerea, sunt subordonate sistemului social uman și supraviețuirii speciei

date, a cărei persistență este în întregime controlată de om). **Programele subsistemelor sunt coordonate de programului superior și subordonate acestuia.**

- Examinarea relațiilor dintre sisteme de nivele diferite înseamnă, de fapt, **examinarea relațiilor dintre formele diferite de mișcare și organizare ale materiei vii** (fiecare sistem biologic, este alcătuit din subsisteme și, totodată, el este o parte componentă a unui alt sistem „superior” și nu poate fi conceput și înțeles corect în afara acestei ierarhii).
- Ierarhiei organizatorice a sistemelor biologice îi corespunde o ierarhie a programelor (**funcționarea oricărui sistem biologic va fi determinată pe de o parte de specificul organizării sale. deci de elementele sale componente, de subsistemele sale, iar pe de altă parte de către sistemele de control ale sistemului ierarhic superior**)
- In cazul ierarhiei specie-individ:
 - nu toate variațiile individuale (deși adecvate pentru condițiile de moment în care se află individul) **au aceeași valoare în viața speciei.**
 - pe această cale a „aprecierii” valorii variațiilor individuale pentru supraviețuirea speciei, **selecția naturală va controla și desfășurarea proceselor individuale - ale metabolismului -, orientându-le în sensul util supraviețuirii speciei**
 - și aici, în relațiile ierarhice dintre sisteme de nivele diferite, **există aceleași relații de subordonare și coordonare a sistemelor „inferioare” de către cele „superioare”,** ca și în cazul ierarhiei sistemelor biologice
 - aceste **relații dintre sistemul individual și cel al speciei** duc la **dezvoltarea în cadrul indivizilor a programelor „superioare”,** ceea ce asigură îndeplinirea rolului individului în viața speciei și **față de care sînt subordonate atît programul „pentru sine” cît și programele „inferioare”** (între-adevăr, rolul biologic final al tuturor proceselor metabolice, deci a programului „pentru sine”, este autoconservarea individului pentru asigurarea reproducerii)
- Relații în esență de aceeași natură sînt și **între sistemul populațiilor (al speciilor) și cel al biocenozelor:**
 - sensul de acțiune al selecției, formele pe care le îmbracă, ritmul în care se desfășoară, vor fi determinate de două categorii de factori:
 - de specificul populației date (bacterii, plante superioare, animale etc.), adică **de specificul trăsăturilor structurale și funcționale** ale ei,
 - de relațiile interspecifice ca lege a existenței sistemului biocenotic
 - selecția va fi orientată în așa fel încît **populația dată, cu trăsăturile sale interne proprii, să poată persista în cadrul corelațiilor complexe cu celelalte specii din biocenoză și ecosistem**

Reproducerea

Reproducerea 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 organisme

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**.

Reproducerea este una din trăsăturile esențiale ale ființelor vii:

- este funcția principală prin care **organismul asigurând existența nivelelor superioare, în particular a populației (toate procesele din organism sunt subordonate acestei funcții)**
- prin această funcție, **populațiile și speciile au capacitatea de a supraviețui și de a transmite generațiilor următoare zestrea lor genetică numită genofond**

Caracter informațional

- Caracterul informațional al sistemelor biologice:
 - o Sistemele biologice sunt capabile să recepționeze și să prelucreze informații care provin din mediul în care trăiesc, precum și să le transmită altor sisteme. **Codificarea poate fi de natură fizică, chimică sau biologică (genetică)** și este specifică fiecărui sistem biologic (indivizid, populație, biocenoză).
 - o Organismele sunt purtătoare ale informației genetice, transmise prin reproducere și care reflectă istoria populației căreia îi aparțin, **permițând totuși o variabilitate a caracterelor genetice** și fenotipice ale indivizilor, asigurând astfel selecția.
- Informația ereditară, necesară pentru sinteza diferitelor proteine și realizarea caracterelor fenotipice, se transmite întocmai din generație în generație de celule, în două etape:
 - o biosinteza unor noi molecule de ADN **identice cu molecula inițială**:
 - prin **replicare semiconservativă** (fiecare catenă servește drept matriță pentru formarea unei catene noi)
 - care va **conduce la dublarea cantității de ADN** (astfel, **o moleculă bicatenară de ADN va forma două molecule noi, identice între ele precum și cu molecula "parentală"**, fiecare formată dintr-o catenă "veche" și o catenă "nou sintetizată")
 - o distribuția totală, egală și precisă a materialului genetic dublat, prin **diviziune celulară**
- Aceste procese, riguros controlate, **se realizează de obicei cu mare fidelitate** asigurând astfel **stabilitatea proceselor ereditare**.

Reproducerea celulară

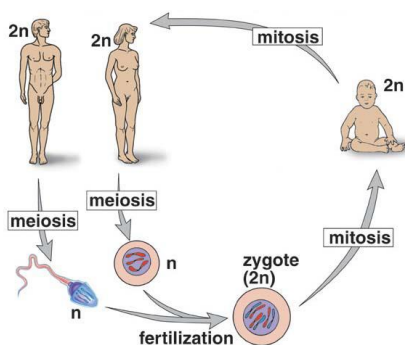
Ciclul celular și diviziunea celulară:

- Diviziunea celulei include:
 - o diviziunea nucleului și replicarea informației genetice
 - **cu menținerea numărului (2n) de cromozomi - mitoză**
 - **cu reducerea la jumătate a numărului (n) de cromozomi - meioză**
 - o diviziunea citoplasmei și a întregii celule - **citochineza**

- **Ciclul celular:** organismele vii sunt compuse din **celule somatice**, a căror creștere și diviziune necesită succesiunea programată a unor procese care formează **ciclul celular**:
 - o unele din acestea sunt **proces continue**, ca de exemplu **sinteza celulară a proteinelor sau lipidelor**
 - o altele, de exemplu **sinteza/autocopiarea ADN**, sunt procese discontinue și depind de procesul de diviziune celulară
- Fiecare **ciclu celular** cuprinde două perioade distincte:
 - o **Faza pregătitoare - interfază**, este o **fază de repaus care reprezintă 90% din ciclul celular** iar durată variază între 10 și 24 de ore la mamifere (multiplicarea celulară are la origine replicarea/autocopiarea ADN-ului cromozomial, care are loc în interfază)
 - o **Faza de diviziune - mitoza**, cu o durată de aproximativ o oră, **în timpul acesteia nucleul și citoplasma vor fi divizate**
- **Mitoza** este un proces al diviziunii celulare care asigură ca **fiecare dintre cele două celule fiice să primească un număr de cromozomi identic** cu cel al celulei parentale:
 - o Fiecare **cromozom** este prezent ca o structură replicată/dublată la **începutul diviziunii nucleare**.
 - o Fiecare cromozom se divide longitudinal în două jumătăți identice care **se separă una de cealaltă**.
 - o **Jumătățile de cromozomi separate se mișcă în direcții opuse**, fiecare fiind inclusă în una dintre cele două celule fiice care se formează.
- **Celulele somatice** (*soma-gr=corp*), care constituie corpul plantelor și animalelor, **se multiplică prin mitoză**. **Informația genetică a celulelor somatice** (ADN condensat în cromatide și cromozomi) **se găsește sub formă de perechi de cromozomi** (*cromozomi 2n* sau *celule diploide*), câte unul provenit de la fiecare părinte. Prin mitoză, o celulă somatică, diploidă, dă naștere la două celule fiice identice, fiecare conținând o copie a ADN parental, ele fiind la rândul lor diploide (2n).
- **Concluzie:** în celulele somatice, **materialul genetic dublat în interfază**, se distribuie în mod **egal și total** celulelor fiice, **prin procesul de diviziune mitotică**:
 - o rezultă **două celule noi („fiice”)**, identice din punct de vedere genetic, atât între ele, cât și cu celula („mamă”) din care provin
 - o **procesele prin care o celulă își replică materialul genetic, îl divide și îl transferă celulelor fiice** se desfășoară într-o ordine precisă, ce formează **ciclul celular**
 - o **controlul ciclului celular** decide în ultimă instanță dacă:
 - o celulă își va continua progresia prin ciclu (**va crește și se va divide**)
 - sau va suferi o diferențiere
 - sau va trece într-o stare de repaus proliferativ
 - o Mitoza permite **transmiterea cu mare fidelitate a informației genetice** în succesiunea generațiilor de celule și asigură **stabilitatea proceselor ereditare**.
- **Meioza** este modul de diviziune celulară prin care **se formează celule sexuate (gameți) cu un singur membru din fiecare pereche de cromozomi** prezentă în celula parentală. Când o celulă diploidă (2n) cu două seturi de cromozomi parcurge meioza, **rezultă patru celule**

fiice, fiecare diferită din punct de vedere genetic, și fiecare conținând un set haploid (n) de cromozomi. Meioza constă din două diviziuni nucleare succesive:

- Înainte de prima diviziune nucleară, cei doi membri ai fiecărei perechi de cromozomi, care sunt omologi unul altuia, devin strâns asociați pe toată lungimea lor. Deoarece fiecare cromozom omolog este în dublu exemplar ($2n$), asocierea este un duplex de două cromatide surori unite în regiunea centrală. Prin urmare, împerecherea cromozomilor omologi produce o structură tetra-catenară.
 - În prima diviziune nucleară, cromozomii omologi împerecheați se separă unul de celălalt. Se formează doi nuclei, fiecare cu un set (n) de cromozomi duplicați.
 - În a doua diviziune nucleară (asemănătoare mitozei) cromatidele fiecărui cromozom se separă în nucleii fii.
- La animalele cât și la plantele femele, doar unul dintre cei patru nuclei se dezvoltă într-o celulă funcțională - ceilalți trei se dezintegrează (la animale, gameții sunt ovulele și spermatozoizii iar la plante sunt ovulele și grăunciorii de polen).
 - Meioza este deci un proces mult mai complex și considerabil mai lung decât mitoză (necesită zile sau chiar săptămâni).
 - Fenomenul prin care are loc fuziunea unui gamet femel cu unul mascul se numește fecundatie iar rezultatul este un zigot.



- Celulele sexuale conțin doar o singură replică a informației genetice (celule haploide, n) iar acestea se combină prin fertilizare, rezultând zigotul cu garnitură dublă de cromozomi, $2n$, caracteristica celulelor somatice (diploide). Astfel putem spune că zigotul este prima celulă somatică apărută în urma fecundației.
- Din zigot, prin mitoză, procese de creștere și diferențiere celulară vor lua naștere toate celelalte tipuri celulare și în final întregul organism.
- Când o celulă se divide, cele două fiice nu sunt neapărat identice. De exemplu, în ovulul fertilizat, anumite substanțe chimice se adună la un capăt al celulei, altele, la celălalt capăt. Când o celulă astfel polarizată se divide, cele două celule-fiice primesc moșteniri chimice diferite. Aceasta înseamnă că în cele două celule-fiice vor fi citite gene diferite, iar de aici începe un fel de separare care se accentuează. Forma finală a întregului corp, dimensiunile membrelor, conexiunile din creier, succesiunea în timp a tiparelor comportamentale, toate acestea sunt consecințe indirecte ale interacțiunilor dintre diferitele tipuri de celule, diferențe care, la rândul lor, apar datorită faptului că sunt citite gene diferite.

- Geneza gameților are loc în galdele sexuale masculine și feminine, prin meioză - un tip special de diviziune reduțională - care asigură transmiterea informației genetice la generația următoare și îndeplinește două funcții majore:
 - o Reduce la jumătate (n) numărul de cromosomi al gameților și asigură astfel, după fecundare, menținerea constantă a numărului de cromosomi ai speciei
 - o Creează diversitatea genetică prin recombinare genică - meioza este principala sursă de variabilitate genetică.
- Cele două căi de transmitere a informației ADN: transmitere pe verticală și pe orizontală.
 - o Informația genetică se transmite pe verticală prin geneza spermatozoizilor și ovulelor la următoarea generație, iar apoi, tot pe verticală, la un număr nedefinit de generații viitoare, Acest „ADN arhivă”. poate fi în principiu nemuritor. Succesiunea celulelor prin care călătorește ADN-ul arhivă se numește linia de reproducere, formată din acea mulțime de celule din organism care sunt strămoșii spermatozoizilor și ovulelor și, prin urmare, strămoșii generațiilor viitoare.
 - o Transmiterea laterală sau pe orizontală a informației genetice: la ADN-ul din celulele nereproductive cum sunt cele hepatice sau cele cutanate; din interiorul acestor celule e transmis la ARN, apoi la proteine prin urmare, e transmis asupra formei și comportamentului adultului. Transmiterea pe orizontală și transmiterea pe verticală corespund celor două subprograme numite DEZVOLTARE și REPRODUCERE

Recombinarea genetică

Recombinare genetică este fenomenul de producere a unor combinații genetice noi: prin rearanjarea sau redistribuția materialului genetic cuprins în două unități genetice diferite

- o și reprezintă una din cheile mecanismelor de formare a unor specii noi
 - o mecanisme de recombinare genetică sunt diferite la procariote și eucariote.
- Recombinarea genetică la eucariote: este asigurată în general de procesele legate de înmulțirea sexuală prin:
 - o participarea gameților de origine diferită (maternă și paternă) la fecundație este aleatorie, asigurând formarea zigotului
 - o fuziunea celor doi gameți haploizi (n) reface setul diploid ($2n$) de cromozomi, caracteristic speciei (mitozele succesive ale zigotului duc la creșterea și dezvoltarea organismului pluricelular)
 - Recombinarea genetică la procariote: există mai multe tipuri de recombinare genetică:
 - o recombinarea naturală se produce între două molecule de ADN omoloage prezente în aceeași celulă (la bacterii se efectuează prin transferul unor fragmente de ADN de la o celulă la alta de exemplu prin conjugare)
 - o recombinarea prin transpoziție se caracterizează prin inserarea unor noi secvențe de ADN într-o moleculă gazdă fără existența omologiei între secvențele implicate

Evoluția

Caracter istoric și autoreglabil

- Caracterul istoric al evoluției - toate sistemele naturale deci și sistemele biologice suferă o evoluție în timp (**pentru înțelegerea stării actuale a unui sistem biologic este necesar să îi cunoaștem nașterea și evoluția** până în zilele noastre, deoarece **structura și proprietățile actuale ale sistemului sunt rezultatul istoric al evoluției sale**):
 - o organismele sunt purtătoare ale informației genetice, **care reflectă istoria populației căreia îi aparțin** (permițând o variabilitate a caracterelor genetice și fenotipice ale indivizilor)
 - o fiecare organism viu cuprinde un ansamblu de niveluri de integrare, **care reflectă în linii generale istoria ființei respective** (fiecare nivel este supus unui control multiplu: al legilor care guvernează elementele componente, al legilor proprii nivelului ierarhic dat, precum și cel al legilor nivelului superior)
- Caracterul autoreglabil al evoluției - **orice sistem cu autocontrol** (inclusiv procesul evoluției speciilor/populațiilor) **implică**:
 - o pe de o parte **prezența a cel puțin a două părți componente**:
 - una care este controlată, reglată: **populația**, constituind obiectul evoluției, fiind adaptată la condițiile mediului, **reprezintă partea supusă reglării**
 - și alta care efectuează controlul: mediul populației este **ecosistemul**, **care reprezintă partea care efectuează controlul**
 - o iar pe de altă parte a **canalelor de comunicare dintre părțile implicate**:
 - **conexiunea directă**: este **acțiunea mediului asupra populației**, ce se exercită prin indivizii care o compun
 - și **conexiunea inversă**: este **răspunsul populației**, comunicat ecosistemului **prin activitatea specifică a populației în cadrul ecosistemului** din care face parte
- Evoluția, înțelesă ca **transformare a populațiilor (dar și a ecosistemului)**, apare drept rezultat al corelațiilor dintre sisteme de niveluri diferite.

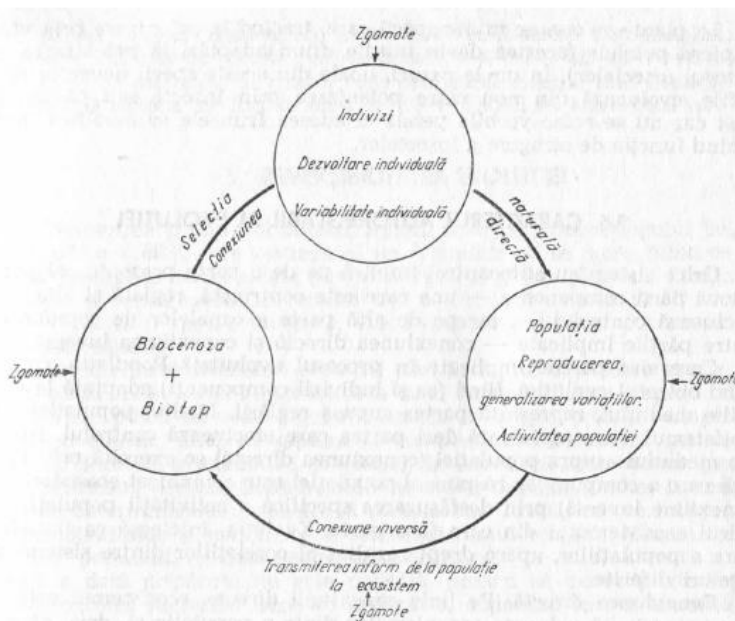


Fig. 90. Schema mecanismului de autoreglare a procesului evoluției.

- Conexiunea directă: pe linia conexiunii directe, ecosistemul este cel care „apreciază” valoarea organismelor dintr-o populație și, deci, efectuează controlul „calității” lor (aceasta se face prin eliminarea selectivă a unor organisme și, ca urmare, prin supraviețuirea). Pe acest canal, **sistemul populațional este informat asupra stării, calității și trăsăturilor esențiale ale mediului** (ecosistemului):
- Căi de transmitere a informației cuprinsă în structura organismelor izolate, în calități ale populației:
 - **înmulțirea organismelor** pe calea sexuată sau asexuată:
 - în urma acțiunii selecției (deci a condițiilor ecosistemului oare orientează tot procesul selecției), **se vor înmulți preferențial indivizii cei mai potriviți pentru condițiile concrete în care există populația**
 - în acest mod în populație se produc acumularea, concentrarea unor anumite gene și, totodată, „diluarea” altora sau chiar eliminarea
 - acest proces are loc în cazul reproducerii asexuate, **prin stabilirea unor anumite proporții între clónele** care compun populația
 - recombinarea genetică: procesul sexual are ca efect recombinarea genetică care **oferă un material practic inepuizabil pentru acțiunea selecției**
 - dezvoltarea individuală:
 - reprezintă calea prin care se realizează în individ informația genetică a genotipului/mostenirii genetice
 - procesul dezvoltării individuale poate fi modificat prin diferite perturbări, „zgomete”, cum ar fi **mutațiile** care pot aduce însemnate schimbări în desfășurarea dezvoltării (**majoritatea caracterelor unui organism nu sînt determinate de cîte o singură genă și se află sub un control poli-genic**)
 - Valoarea unei mutații pentru individul respectiv este determinată, **nu numai de genotipul individului ci și de patrimoniul genetic al populației** ca întreg
 - Esențial este că **ansamblul structurii genetice a populației** îi conferă acestuia **plasticitatea necesară supraviețuirii** în condițiile concrete ale ecosistemului dat.
- Conexiunea inversă. Populația desfășoară o anumită activitate, **ocupă și menține anumite teritorii, consumă anumite resurse** ale mediului cu o anumită ritmicitate specifice ei; **elimină în mediu anumiți produși**; servește drept **sursă de viață, direct sau indirect, pentru alte populații**, determină desfășurarea unui flux energetic de o anumită intensitate. **Prin toate aceste activități**:
 - determină anumite schimbări ale mediului și, pe această cale, **care reprezintă conexiunea inversă** a schemei circuitului de control,
 - ecosistemul este informat asupra stării și activității populației (în modul acesta se încheie ciclul informațional)

- ciclul **reîncepe prin „aprecierea“ activității și a însușirilor populației de către ecosistem**, care orientează acțiunea selecției
- **conexiunea inversă poate fi negativă sau pozitivă:**
 - în primul caz ea **stabilizează răspunsul sistemului dat prin oscilații în jurul unei anumite valori**
 - în al doilea caz, **răspunsul este treptat amplificat**, ducând în final **la autodistrugerea, autonegarea sistemului**
 - **Aceste forme ale conexiunii inverse le regăsim și în procesul evoluției** (evoluția, în esență, constă în transformarea adaptativă a sistemelor populaționale și, deci, ale speciilor):
 - **Selecția**, determinând transformarea structurii genetice a populațiilor, **duce treptat la transformarea calitativă a unor populații sau specii**, duce deci la autonegarea lor. Acest proces apare **ca rezultat caracteristic pentru acțiunea conexiunii inverse pozitive**.
 - în anumite condiții, **selecția duce la eliminarea abaterilor de la norma de reacție a populației (speciei)**, **determinând stabilizarea acesteia**. În acest caz, al selecției stabilizatoare, **funcționează conexiunea inversă negativă**.
 - Ambele forme **se pot transforma una în alta, în dependență de caracterul relațiilor cu mediul**.
- **Mutațiile**, ca **fenomene chimice, desfășurate în cadrul structurilor macromoleculare, împreună cu modificări ale genotipurilor rezultate din recombinări genetice, oferă „materia primă“ din care se „construiește“ evoluția**.
 - Aceste variații ale substratului material al eredității **sînt obiectiv întâmplătoare față de necesitățile organismului în relațiile cu mediul** (a admite contrariul, ar însemna a adopta concepții finaliste).
 - Efectele lor însă sînt „corectate“ prin mecanismele de autocontrol metabolic al fenotipului/individului - **această corectare permite răspunsul adecvat al organismului față de schimbările factorilor mediului**.
 - Dar, pe de altă parte, **aceste răspunsuri ale fenotipului/organismului**, permițînd menținerea în viață a individului, **apar ca obiectiv-întîmplătoare față de necesitățile existenței populației (speciei) din care face parte**. Ele se pot dovedi utile sau chiar dăunătoare pentru populație ca întreg. **Aprecierea lor este făcută prin legi de nivel populațional — în primul rînd selecția** care, treptat, va elimina ceea ce este dăunător și va păstra ceea ce este util existenței populației date. În modul acesta (caracterele utile ale organismelor incluse în genotipurile respective, vor fi păstrate în bazinul genetic al populației).
 - **Modificările populației**, la rîndul lor, **sînt „apreciate“ de legile ecosistemului**, în primul rînd **de relațiile cu celelalte specii din biocenoză**.
 - **Populația este o parte componentă a mecanismului de control**, deci **orice modificare a ei va atrage în mod automat modificarea mediului său**
- **Viul nu poate fi înțeles la nivel individual, ci numai la nivel ecologic** (procesele ecologice **reflectă unitatea diversității sistemelor biologice aflate într-o permanentă interacțiune** și care vădesc **tendința generală de a folosi toate sursele de substanță și energie** pe care le poate furniza mediul).

Ereditatea

Selecția naturală poate doar să elimine, dar mutația poate să adauge. Sunt căi prin care mutația și selecția naturală, împreună, pot duce, în cursul lungilor ere geologice, la construirea unei complexități care seamănă mai curând cu adăugarea decât cu eliminarea.

- Ereditatea este însușirea organismelor de a păstra și a transmite caracterele sale și ale speciei, de-a lungul generațiilor de la părinți la descendenți.
 - o De exemplu, moștenirea culorii ochilor la om, moștenirea formei aripilor la musculița de oțet, moștenirea culorii florilor la mază etc.
 - o Informația necesară pentru realizarea caracterelor unui individ constituie informația ereditară (genetică) a individului dat.
 - o Această informație se păstrează în cromozomi sub formă de secvențe liniare de nucleotide ale moleculei de ADN, numite gene.
- Părinții nu transmit însă la copii caractere ci *informațiile* (conținute în genele din gamete) necesare pentru realizarea caracterelor. În acest context, *ereditatea este un proces informațional* care presupune stocarea, expresia și transmiterea informației ereditare, pentru realizarea caracterelor ale unui individ.
- Acidul deoxiribonucleic (ADN) este *substratul molecular al eredității*. Această macromoleculă, alcătuită din două catene polinucleotidice dispuse spațial sub forma unei duble spirale helicoidale ("elicea vieții"), îndeplinește trei roluri majore:
 - o ADN deține informația genetică codificată pentru realizarea caracterelor specifice unui organism:
 - unitatea fundamentală de informație ereditară este gena - un segment de ADN care determină un anumit caracter
 - modificarea structurii unei gene normale, numită mutație, produce o variantă genică ("alelă"), normală sau anormală
 - o ADN exprimă informația ereditară, prin sinteza unor proteine specifice, care vor forma caracterele morfologice și funcționale ale organismului ("o genă → o proteină → un caracter")
- Aparatul genetic al celulei cuprinde structurile celulare ce conțin ADN, nucleul și mitocondriile. Elementul principal al aparatului genetic este nucleul, centrul de comandă și control al majorității activităților celulare.
 - o Cromosomii reprezintă substratul morfologic al eredității; ei sunt organite permanente ale nucleului dar vizibile numai în diviziune. Numărul și forma cromosomilor sunt elemente caracteristice fiecărei specii. La om, în celulele somatice sunt 46 de cromosomi ($2n$ = număr diploid); în celulele sexuale mature (gameți) numărul de cromosomi este redus, prin meioză, la 23 de cromosomi (n = număr haploid). Termenul de genom uman este folosit, în prezent, pentru a descrie totalitatea informației genetice din celulele umane. El este alcătuit dintr-un genom nuclear și un genom mitocondrial.
 - o Mitocondriile conțin o mică parte din ADN celular (0.5%).

Alfabetul eredității nu are decât patru litere

Pornind de la ideea că „informația” stă în materie, că depinde de însăși structura ei, se năștea o

altă întrebare: **prin ce fel de particularități de structură** ADN-ul reușește să stocheze informațiile **ereditare** de-a lungul mileniilor, cum reușește să le transmită (nealterate ori schimbate prin mutații) urmașilor și, mai ales, **cum găsește molecula de ADN cuvintele, limbajul necesar, pentru a se face pricepută, ascultată de enzimele** ce clădesc corpul viu din cărămizi de aminoacizi.

- Molecula de ADN este uimitor de lungă, comparativ cu nucleul care o poartă. Astfel, la - colibacil lungimea moleculei de ADN poate atinge 1 milimetru în timp ce întregul corp al bacteriei este de 800—1 000 de ori mai mic. însemnează că firul de ADN stă înfășurat ca ața într-un ghem.
- Molecula ADN este alcătuită din două benzi încolăcite, una în jurul alteia. Banda, asemenea unei coloane era formată din unirea a patru feluri de „pietre de construcție”:
 - o o moleculă ionizată de acid fosforic
 - o o moleculă de substanță zaharoasă cu 5 atomi de carbon pe care chimiștii o numesc în mod convențional *oză* (în cazul ADN dezoxiriboză, iar în cazul ARN riboză)
 - o o moleculă de bază purinică, **substanță organică cu azot**. În cazul acizilor nucleici s-au găsit două baze purinice: **adenina (A)** și **guanina (G)**.
 - o o moleculă de bază pirimidinică, tot o **substanță organică cu azot**: s-au pus în evidență două astfel de baze: **citozina (C)** și **timina (T)**.
- Bazele purinice și pirimidinice sunt plasate în molecula de ADN într-un mod foarte precis. Astfel, totdeauna **adenina avea ca partener timina**, iar **citozina făcea pereche cu guanina**: A—T , T—A sau C — G , G — C
- În molecula de ARN **timina era absentă și înlocuită cu uracilul (U)** relația în acest caz era următoarea: A—U , U—A sau C — G , G — C
- În diviziunea celulară, **firul răsucit al moleculei de ADN se desrădăcește la unul din capete (apare astfel un fel de Y)**. Pe porțiunea de ADN desrădăcinată, bazele azotate nu mai stau față în față, ci se depărtează.
- Așa se face că dintr-o moleculă de ADN apar două, proces care poartă numele de **replicare** (în acest proces se manifestă așa-zisa **funcție autocatalitică** a ADN-ului, proprietatea de a declanșa și întreține nașterea lui însuși).

Cromozomii din nucleul celulelor puteau fi comparați cu niște **vaste biblioteci-archivă, în care se afla depozitată întreaga informație ereditară**. Ea era **scrisă în moleculele de ADN, așa cum sînt scrise cronicile pe lungi suluri de pergament**. Alfabetul folosit de „mîna evoluției” pentru a scrie pe ADN avea doar patru litere: A, T, G, C.

Limbaajul eredității

Inițial s-a tras concluzia că **fiecare genă este responsabilă de sinteza unei anumite enzime/proteine**. A apărut, așadar, laitmotivul anilor 1945— 1960: **o genă — o enzimă**. După 1961, datorită lucrărilor efectuate de mai multe echipe de cercetători s-a văzut că **enzimele sînt „molecule elefant”, formate din mai multe lanțuri de polipeptide și depinzînd adesea de mai multe gene**. Așa se face că deviza „o genă — o enzimă” a fost răsturnată, fiind înlocuită cu aceea **o genă — un lanț polipeptidic**. (gena - o mică porțiune dintr-o moleculă de ADN- poartă un mesaj ce determină doar unirea mai multor „cărămizi” de aminoacizi într-un zid polipeptidic). În plus, genele-cărți sînt citite:

- „Cititorul“ este un ARN de tip special, (ARN „mesager“ sau ARN-m), care nu numai că citește mesajul ereditar înscris în gene, dar îl și copiază cu fidelitate (îl transcrie) în limbajul acizilor ribonucleici.
- Transcripția este în același timp și o traducere, deoarece cititorul ARN-m va scrie cu litere complementare celor pe care el le citește în biblioteca ADN-ului. Astfel, în loc de A va scrie U și în loc de C va scrie G etc.
- Se numește *operon* porțiunea de ADN (conținând mai multe gene) pe care poate să o transcrie o singură moleculă continuă de ARN-mesager.

Biblioteca ADN-ului era o bibliotecă vie:

- mai întâi pentru că se poate umbla la texte, ștergînd sau adăugînd prin mutații
- apoi pentru că miile de informații care formau mesajul ereditar „curgeau“ în permanență de la ADN spre ribozomii din citoplasmă
- Adevărata populație de gene, care constituie mediul de lucru al oricărei gene, e mulțimea tuturor genelor din populația de indivizi care se pot încrucișa - „fondul comun“ de gene.
- Gena longevivă ca unitate a evoluției nu e vreo structură fizică anume, ci informația arhivată sub formă de text care e copiată de-a lungul generațiilor. Ea este larg distribuită în spațiu, între diferiți indivizii unei specii, și larg distribuit în timp, de-a lungul multor generații. Ținând cont de această distribuție, se poate spune că o gena „întâlnește“ o altă genă atunci când se află amîndouă în același corp. Este de așteptat să întâlnească o mulțime de alte gene în corpuri diferite și la momente diferite de-a lungul existenței sale distribuite și în marșul său prin erele geologice. O genă de succes va fi aceea care se descurcă bine în mediile oferite de aceste alte gene pe care e probabil să le întâlnească într-o mulțime de corpuri diferite. A te „descurca bine“ în asemenea medii se va dovedi a fi totuna cu a „colabora“ cu aceste alte gene.
- Genele însele nu evoluează, ele doar supraviețuiesc sau nu supraviețuiesc în fondul comun de gene. „Echipa“ de gene este cea care evoluează, către rezolvarea problemelor prin cooperare. Se poate ca alte echipe să-și facă treaba la fel de bine sau chiar mai bine. Dar, odată ce o echipă a început să domine fondul comun de gene al unei specii, ea se află automat în avantaj.

Cuvîntul din trei litere, cu sens sau fără sens

Biologii anului 1960 au înțeles că între cele două elemente esențiale ale vieții, acizii nucleici și proteinele, trebuie să circule informații (Calitățile ființelor vii se întemeiază în ultimă analiză pe două entități: pe aceea pe care biochimistii o numesc *proteină* și pe cea pe care geneticienii o numesc *genă*. Prima este unitatea de execuție chimică, care îndeplinește reacțiile și conferă structură corpurilor vii. Cea de a doua este unitatea ereditară care dirijează în egală măsură reproducerea unei funcții și variația ei. Una comandă, cealaltă realizează).

Să luăm ca exemplu omul. El consumă tot felul de proteine, animale și vegetale.

- În corpul său acestea sînt „depersonalizate“ — adică sînt descompuse în cărămizile din care sînt alcătuite, în aminoacizi (nu există aminoacizi de specie - ei sînt universali).
- Aceiași 20 de aminoacizi intră în componența tuturor structurilor vii, fie proteine animale, fie vegetale. Natura este ca un arhitect care, avînd la dispoziție 20 de tipuri

de cărămizi, construiește eu ele diferite clădiri, de la modesta casă țărănească (protozoare) la zgîrîie norii cu sute de etaje, care conțin în apartamente, birouri, magazine, garaje etc. (metazoare).

- Totul este ca reutilizarea cărămizilor de acizi nucleici să fie *specifică*, în om să ia naștere proteine umane, în pește proteine de pește, ba mai mult, într-un anumit individ biologic exact proteinele care-i sînt strict caracteristice.

Sinteza proteinelor și a enzimelor se realizează astfel:

- ordinele date de „arhitectul“ ADN sînt înscrise în molecula de ARN-mesager sub formă de *cuvinte formate din trei litere*. Acestea au primit numele de *triplet sau codon*, deoarece fiecare din aceste cuvinte codifică un anumit aminoacid (exp. UCU—serină, UGG — triptofon, GUC — valină, UGU — cisteină etc.).
- În biblioteca ADN-ului celular, mai precis într-una din genele-eărți, stă scris cu alfabetul bazelor azotate: AGA ACC CAG ACA
- Acidul ribonucleic mesager (ARN-m) va citi și transcrie mesajul în limba sa, utilizînd complementările și înlocuind T cu U, care va arăta astfel: UCU UGG GUC UGU
- Dacă ADN-ul celulei este arhitectul care are planurile alcătuirii celulei, ribozomii sînt adevărații lui zidari. Aici vin moleculele de ARN-mesager, ce poartă mesajul ereditar tradus deja în limbajul pe care ribozomii îl înțeleg. Acestia transpun mesajul genetic în practică *construind enzimele sau proteinele ordonate* (datorită faptului că ribozonii dețin un adevărat „dicționar bilingv“: baze azotate — aminoacizi Aici se petrece translația, acea traducere a mesajului în „limba proteinelor“).
- Din cele 20 de tipuri de aminoacizi care se găsesc liberi în citoplasma celulei, un alt tip de ARN numit de transfer sau solubil (ARN-t sau ARN-s) îi selectează pe cei specificați de ARN-m și îi aduce la ribozomi care îi înlănțuie conform mesajul inițial al ADN (serină — triptofon — valină — cisteină, etc.)
- Sunt unele triplete „nonsens“ care nu codifică proteine (de exemplu UAG sau UAA) dar care semnifică începutul sau sfîrșitul lanțului proteic.

Acesta este codul genetic:

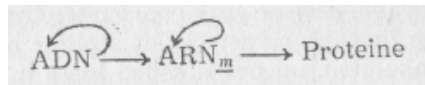
- el este *universal*, adică folosește exact aceleași cuvinte de trei litere (coduri) pentru determinarea unui anumit aminoacid, fie că el lucrează la plante, fie la animale (acest fapt confirmă universalitatea funcțiilor materiei vii)
- el este în același timp *optimal*: nici un circuit tehnic inventat de om pînă în prezent nu este atît de rapid și economic
- are caracterul de *degenerat* în sensul că posedă în dicționarul său mai multe triplete capabile să codifice același aminoacid
- toate animalele, plantele și bacteriile, oricât de diferite ar părea între ele, sunt uimitor de uniforme cînd ajungem la nivelul molecular. Codul genetic însuși e exemplul cel mai spectaculos. Dicționarul genetic are 64 de cuvinte de ADN, fiecare avînd trei litere. Fiecare dintre aceste cuvinte are o traducere exactă în limbajul proteinelor (fie un aminoacid anume, fie un semn de punctuație). Limbajul pare să fie arbitrar în același sens în care și limbajul uman e arbitrar
- Fiecare ființă vie, oricât de mult ar diferi de altele în aparența ei exterioară, „vorbește“ aproape exact același limbaj la nivelul genelor. Codul genetic e universal. Aceasta mi se pare dovada aproape irefutabilă a faptului că toate organismele descind dintr-un strămoș

comun unic.

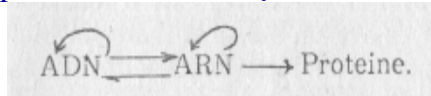
- Fiecare moleculă de proteină e o frază, un lanț de cuvinte-aminoacizi din dicționar. Putem citi aceste fraze, fie în forma lor tradusă în proteine, fie în forma originară ADN. Deși toate ființele vii au în comun același dicționar, nu toate formează aceleași fraze pornind de la dicționarul lor comun. Asta ne oferă posibilitatea de a determina diferitele grade de înrudire. Taxonomiștii pot acum să compare frazele moleculare exact așa cum compară craniile sau oasele picioarelor. Premisa majoră a taxonomiștilor este că verii apropiați vor avea versiuni mai asemănătoare ale unei anumite fraze moleculare decât verii îndepărtați.

Sensul curgerii informației ereditare

Așa-zisa „dogmă centrală“ a biologiei moleculare, stabilea următoarea schemă de circulație a informațiilor în materia vie:



- Săgeata curbă relevă faptul că un ADN poate fi purtătorul propriei sale informații, executorul propriului său ordin, atunci când are loc replicarea semi-conservativă, acea „multiplicare“ a moleculelor de ADN. ADN-ul poate transmite informația unui ARN-mesager care la rîndu-i o transmite la proteine. Se admite în cadrul dogmei lui F. C. Crick că și ARN-ul poate fi depozitar de informație în cazul virusurilor cu ARN (virusurile paraliziei infantile, febrei aftoase etc.). În acest caz ARN-ul virusului poate și el să se autoreplice (săgeata curbă la ARN) și natural poate duce informații direct la ribozomul celulei pe care o parazitează, ocolind ADN-ul celulei, făcînd, cum se zice, un „scurt circuit“.
- Există probe care au contrazis „dogma centrală“ - un ARN dintr-un virus cancerigen (virusul sarcomului Rous) poate ceda „informația cancerizării“ unui ADN.



- Pînă în prezent nimeni n-a pus în evidență o circulație de informație ereditară care să plece de la proteine către acizii nucleici. Aceasta nu însemnează că acizii nucleici sînt elemente favorizate, active în timp ce proteinele sînt elemente pasive, care se lasă construite.
 - o Mai întîi, că circulația informației ereditare într-un singur sens este logică și posibilă ținînd seama că este rezultatul specializării prin evoluție a unei materii ereditare (acizii nucleici).
 - o În al doilea rînd, este tot atît de posibil ca în viitor să se descopere unele circuite inverse.
 - o în fine, interdependența acizi nucleici — proteine nu se referă doar la un singur caracter — sensul circulației mesajului ereditar — ci la multe altele.
 - cînd lucrează și cînd nu lucrează acel mănunchi de gene care poartă numele de operon. S-a pus în evidență că activitatea și inactivitatea unor gene sînt în funcție de cantitatea de proteine sintetizate la comanda lor. Excesul unei anumite proteine (enzimă, proteină constituțională etc.)

influențează direct o genă „de reglaj“ care, asemeni unei frâne, oprește copierea de către ARN a textelor înscrise în biblioteca ADN-ului.

- Acest proces se face prin așa-zisul *feed-back* (retroinhibiție), dovedind că pe anumite planuri funcționale proteinele pot influența acizii nucleici, în realitate între aceste două entități existând multiple interacțiuni.

Variabilitatea

Este proprietatea organismelor vii de a dobândi caractere noi sub acțiunea factorilor mediului.

- Datorită variabilității există deosebiri 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 drozofila cu aripi lungi are urmași cu aripi scurte, o lălea 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.
- Variabilitatea asigură producerea *diferențelor genetice* dintre indivizii unei populații, precum și între populații diferite (aatorită proceselor de variabilitate *fiecare individ are o structură genetică unică și caracteristică*).
- Sursele principale de variabilitate sunt:
 - *mutațiile*,
 - *recombinările genetice* (care au loc în meioză, în timpul formării gameților)
 - *migrațiile* unor indivizi dintr-o populație în altă populație (după încrucișarea lor se produc modificări în structura genetică a descendenților)
- Evoluția biologică este dezvoltarea istorică ireversibilă a organismelor vii prin acumularea variațiilor ereditare folositoare datorită selecției naturale.
 - Principalele forțe motrice ale evoluției sunt: variabilitatea, ereditatea 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, populații sau specii.
 - Natura, materia, toate formele lor de manifestare, inclusiv fenomenul vieții, pot fi înțelese și studiate în întreaga lor complexitate și diversitate, doar cunoscând și aplicând principiile evoluționismului.

Evoluția la nivelul populației

„Nu există evoluție la nivelul individului, celulei, moleculei etc. Singurul nivel de organizare al materiei vii unde evoluția poate exista este populația.“

- *Mutațiile sînt doar materialul brut al evoluției*. Un individ care poartă o mutație nu se poate considera „evoluat“. El nu are decît o viață și murind înainte de a se reproduce poate reduce la nimic această mutație. Dacă însă, prin încrucișări, *mutația se va răspîndi printre membrii unei specii, iar cu timpul purtătorii acestei mutații îi vor înlocui pe cei care n-o au*, numai în acest caz pornește „marșul evoluției“. Dar, acest proces se face de-a lungul mai multor generații de indivizi.
- Dealtfel, la individul izolat se pot produce mutații (care schimbă ceva din ereditatea sa)

fără ca la exterior să se vadă ceva. Se spune că **mutația deși a modificat genotipul nu a modificat fenotipul**. Doar mai târziu, prin încrucișări, mutațiile care au stat ascunse răbufnesc la exterior, schimbând aspectul populației.

- **Ontogenia repetă filogenia** (în cursul dezvoltării lor ontogenice, **embrionii unor animale trec succesiv prin stadii în care seamănă cu diferite animale**, cunoscute ca fiind așezate pe trepte inferioare ale scărilor evoluției viețuitoarelor).
 - o **Legea biogenetică** - esența ei, exprimată lapidar este: „**ontogenia repetă filogenia**“.
 - o Cu alte cuvinte, **în cursul dezvoltării lor individuale, de la ou (zigot) la organismul gata format** (perioadă numită ontogenie), **oricare embrion**, fie el de crustaceu, pasăre, mamifer etc. **trece printr-o serie de stadii succesive care amintesc de formele prin care au trecut strămoșii în cursul dezvoltării lor ca specie**, de-a lungul milioanele de ani de viațuire pe pământ (filogenie).

Proces istoric, **evoluția unei specii se realizează în mai multe etape:**

- **apariția la împlinire, în toate direcțiile, a mutațiilor de mică amploare**, fără predestinare sau orientare, neadecvate cerințelor mediului
- urmează apoi **absorbția lor de către „buretele” speciei**, cu ascunderea celor mai multe dintre ele în depozitul genetic al populației respective
- **încrucișările libere răspîndesc diferitele mutații în populație**; are loc după aceea o schimbare treptată a concentrației genelor, respectivele mutații devenind generalizate
- în sfârșit, **prin acțiunea neîntreruptă a selecției naturale** se formează noile structuri și funcții, **din trunchiul arborelui evoluției luind naștere un mugur care poate avea șansa să devină cu timpul o creangă** (**specia** se formează sau se desăvârșește, însă în condiții de izolare a unui grup, atunci când jocul liber al încrucișărilor este limitat)

Natura legilor biologice

Metodologia filozofică le oferă posibilitatea înțelegerii organismului ca tot unitar, posibilitatea de a fi de acord că **legile care acționează într-un sistem biologic nu reprezintă suma legilor fizico-chimice ale aceluși sistem**.

Dintre multele argumente, patru sunt cele mai interesante: legile termodinamicii aplicate la materia vie organizată, genetica moleculară, biocibernetica și teoria sistemelor.

Ideea de a interpreta fenomenele vieții prin prisma legilor termodinamicii aparține biofizicianului francez F. Prigogine care 1945 și 1947, a împărțit **sistemele materiale din natură în izolate, închise și deschise**, în funcție de schimburile pe care ele le fac cu mediul exterior.

- **Sistemul material și energetic izolat** este mai mult un concept teoretic; el **nu face absolut nici un schimb cu mediul**, energia sa totală fiind mereu constantă.
- **Sistemul închis** se realizează atunci când acel sistem **nu face schimburi de materie cu alte sisteme, în schimb face schimburi energetice**. Un asemenea sistem este planeta noastră, luată ca și component al sistemului solar. Nu face schimburi de materie cu sistemele învecinate (meteoriții sau alte particule căzute pe el nu reprezintă un schimb), dar ia energie radiantă de la soare și cedează energie prin radieră.
- **Sistemul deschis** face **schimburi intense cu mediul, atât de materie cât și de energie**. Celula vie este cel mai bun exemplu de sistem deschis elementar. La nivelul acesta se desfășoară procese vitale de mare importanță. În fiecare moment se ia din mediu „ceva“

și se cedează mediului „altceva“ (metabolismul celular). Astfel acest minuscul, dar complex laborator al vieții, ca și celelalte trepte superioare de organizare —, țesut, organ, organism, populație — face un vast și neîntrerupt schimb de substanță și energie cu mediul înconjurător.

Energia de care se folosește celula vie are o biografie materialistă și nu vitalistă:

- „primul act care duce la nașterea sa este **coliziunea dintre un foton emis de Soare și un electron de pe orbita unui atom aflat în componența unei substanțe chimice din celulă (clorofila, la plante)**“
- **energia este captată „cu grijă“ de un aparat molecular elaborat și perfecționat de-a lungul a milioane de ani de evoluție; ea este apoi transformată într-o formă de energie mai stabilă - energie chimică** —iar în acest proces doar o mică parte din energie se pierde

Homeostazia (provine din *homoios*-asemănător și *stasis*-stare) definește **proprietatea organismului de a menține în limite foarte strânse diferitele constante ale mediului intern, de a asigura constanța fizico-chimică a umorilor sale, de a se opune tendinței mediului extern de a provoca perturbații** (variații, modificări). Făcând un permanent schimb de materie și energie cu mediul, organismul viu nu se dizolvă, nu se pulverizează în mediu, ci opune o **ordine strictă** tendinței mediului de a-l dezorganiza, de a-l nimici, rezistență pe care un munte, fie el și de granit, nu o poate opune.

- S-a ajuns la înțelegerea uneia din cele mai spinoase probleme ale biologiei moderne: automatismul „mașinii vieții“. Dintre toate felurile de „hățuri fiziologice“ studiate, cel care a revoluționat cu adevărat concepția despre galopul vieții a fost descoperirea „**hățului frână**“. **Intr-adevăr, automatul biologic este în permanență făcut să meargă și în permanență stopat.** Din acest joc de comenzi „înainte - stai - înainte - stai“ se naște și persistă **acel minunat echilibru numit homeostazie**, fără de care orice organism viu s-ar distruge și s-ar risipi în mediu.
- „**Activitatea esențială a corpurilor vii, indiferent de gradul lor de complexitate, este aceea de a-și menține structura caracteristică într-un mediu fără viață**“.
- Cum acționează, în mare, frâna „**feed-back**“ (conexiunea inversă).
 - o Să presupunem că **anumite gene comandă, prin intermediul ARN mesager, ca ribozomii, zidari, să construiască molecule dintr-o anumită enzimă.** Hățurile comandă așadar „înainte“. Enzima este fabricată și ea începe să se acumuleze în celulă, în cantități din ce în ce mai mari.
 - o La un moment dat hărnicia ribozomilor devine amenințătoare; s-a fabricat destul iar din acest moment orice muncă în plus riscă să tulbure echilibrul homeostazic. **Intervine așadar frâna, conexiunea inversă, care duce un flux de informație în sens invers, de la produsul fabricat în exces către aparatul genetic de comandă.**
 - o Este o informație „de alarmă“, un strigăt de opriți. **Acest mesaj este recepționat de o genă specială, zisă de reglaj, care în timpul muncii „dormea“.** Trezită de alarmă, **ordonă genelor din operon să înceteze de a da comenzi.** Astfel procesul este frânat, pînă în clipa cînd enzima se epuizează și buna funcționare a organismului impune reluarea lui.

Caracteristica unui organism este o strictă ierarhizare de sisteme; pretutindeni domnește ordinea fără de care fenomenele vitale, existența și înmulțirea nu ar fi posibile.

- Programul care se cere executat are legile lui. Există programe și legi pentru fiecare nivel de organizare al materiei vii; de obicei programele superioare le includ pe cele inferioare, dar asta nu înseamnă că programele superioare sînt suma celor inferioare.
- Să luăm, de exemplu, celulele vii dintr-un organism. Ele au anumite caractere. Dacă însă sînt scoase din sistemul numit organism și sînt cultivate *in vitro*, celulele pierd „niște ordine“ care depindeau de integrarea în sistem. Astfel, în creșterea *in vitro* proteinele nu mai sînt atît de bine utilizate ca în cazul cînd celulele erau integrate în sistem. Adesea apar modificări vizibile: transformarea fibroblastică, degenerarea sau foarte adesea transformarea în celule canceroase.
- Este o ilustrare a dependenței unor programe inferioare (celulă izolată) de programele superioare, integrate în sistem.
 - o Deși ameba (sau o bacterie) face parte din același nivel de organizare al materiei vii ca și celula inclusă în țesuturile unui mamifer, relațiile dintre celula liberă și mediu nu sînt nici pe departe aceleași cu ale celulei cuprinsă într-o ierarhie de alte elemente: țesut, organ, organism, populație. Prima celulă dezvoltă interacțiuni directe cu mediul extern suferind ori de cîte ori acesta se modifică. Programul său se poate numi „numai pentru sine“.
 - o Celula integrată are și ea un program pentru sine (altul însă, mai sărac). Ea este protejată de capriciile mediului extern prin homeostazie, în schimb ca „orice curtean mărunț“ ascultă de programele ierarhic superioare, de la cel al țesutului la cel al populației.
 - o Astfel, în cazul în care zootehnicienii se lasă tentați de mirajul obținerii imediate a unor avantaje economice, animalele pot contracta boli degenerative grave. „Programul“ de ierbivor-rumegător al berbecuților puși la îngrășare forțată cu furaje concentrate „protestează“ adesea violent împotriva transformării bruște în omnivor. Urolitiază, degenerări cardiace, renale și hepatice etc. pot produce grave pierderi economice.

O privire de ansamblu a ceea ce numim „automate biologice“ relevă o serie de diferențe nete între ele și sistemele nevii chiar dacă și acestea fac parte din categoria sistemelor „deschise“.

- O stîncă nu cunoaște alte relații cu mediul decît măcinarea ei, oxidarea compușilor metalici pe care-i conține etc.
- Automatul biologic apare ca un „caleidoscop“. În fiecare moment raportul dintre structură și funcție se schimbă, natural în limitele impuse de respectarea diferitelor programe ierarhice.
- Apoi, în timp ce însușirile stîncii (sau ale oricărui alt sistem neviu) pot fi cunoscute și înțelese prin studiul structurii și funcțiilor lui actuale, sistemul biologic nu poate fi cunoscut decît dacă adăugăm la cercetarea structurii și funcțiilor lui actuale pe cele din trecut (istoricul, evoluția lui în timp).
- Așa se face că, înlocuind vechiul concept de „mașină vie“ cu cel de „automat biologic autoreglabil“, aliatele principale, bioenergetica, biocibernetica, genetica moleculară și teoria sistemelor integrate au gonit definitiv vederile înguste ale mecanicismului.