

## 2. ORIGINEA CELULEI PROCARIOTE ȘI EUCARIOTE

În compoziția chimică a moleculelor specifice celulelor intră aceleași elemente chimice care se găsesc și în materia nevie, fapt care dovedește universalitatea materiei. Aceste elemente s-au organizat încă de acum 3-4 miliarde de ani ca structuri cu o anumită configurație macromoleculară: protide cu funcții catalitice, proteine de structură, membrane lipoproteice complexe, carbohidrați, acizi nucleici, steroli, porfirine etc. Structuralizarea acestor compuși s-a realizat în ansamblu, după două planuri fundamentale:

- mai întâi a celulelor procariote, acum 3-4 miliarde ani, în mijlocul precambrianului inferior ( bacterii, alge albastre-verzi, actinomicete, spirochete, micoplasme, recketzii)
- apoi celulele eucariote, acum 1,8 miliarde de ani, în cambrianul superior ( alge superioare, ciuperci, cormofite și animale). Materia vie s-a putut dezvolta atât de spectaculos în protiste, plante și animale datorită organizării sale celulare. Viața nu se manifestă în afara structuralizării celulare a compușilor moleculari caracteristici: protide, lipide și carbohidrați.

Celula este deci, **unitatea structurală și funcțională a materiei vii, în cadrul căreia există**. Celulele sunt limitate de o membrană semipermeabilă și sunt capabile de autoreproducere.

**Celulele procariotelor** au un perete extern compus din glucide și aminoacizi, iar sub el un spațiu periplasmic, după care urmează membrana plasmatică. Adesea membrana trimite invaginări denumite mezozomi. ADN circular, necomplexat cu histone, se găsește în mică cantitate. Ribozomii sunt mai mici, ca la eucariote și în citoplasma există tot aparatul sintezei proteinelor.

**Celulele eucariotelor** prezintă funcțiile celulare individualizate în cadrul unor organite, datorită în primul rând sistemului endomembranelor (reticul endoplasmic, aparatul Golgi, membrana nucleului și a mitocondriilor), iar citoplasma prezintă mai multe tipuri de mișcări (amiboidale, flagelare, cicloza) datorită proteinelor contractile care se găsesc în toate celulele. ADN crește cantitativ și se organizează cu histonele sub forma fibrelor nucleozomale.

Unitatea lumii vii se exprimă și prin structura electronmicroscopică a celulelor, care au organizați după același plan toți constituenții celulari (nucleu, reticul endoplasmic, ribozomi, lizozomi, aparat Golgi, cili., mitocondrii, filamente citoplasmice etc.).

<b>Celula eucariotă</b>	<b>Celula procariotă</b>
<p>Celule mari, cu cel puțin 16 fețe în  Tesuturi  Un singur nucleu  Nucleul cu membrană cu pori, provenit  din reticul endoplasmic  Materialul ereditar organizat în mai  mulți cromozomi  Forme superioare de diviziune : mitoza  și meioza  Lantul de ADN, lung, liniar, dublu,  Triplu spiralizat, legat de proteine –  special de histone, în cromozomi  AND cromozomial foarte strans de  secvente de baze azotate  Compartimentare structurală și  funcțională : în citoplasmă are organele  celulare –mitocondrii, cloroplaste,  lizozomi etc.  Este delimitată la exterior de  plasmalemă  Celula vegetală are și ea un perete  celular  Au în interiorul celulei curenți  citoplasmatici, au mișcări ameboidale.</p> <p>În plante și animale unicelulare și  pluricelulare ( metazoare și metafite)</p>	<p>Celule mici, baciforme sau sferice</p> <p>Nucleoid fără membrana nucleară</p> <p>Nucleoidul format dintr-un singur  cromozom de formă circulară  Diviziune prin segmentare simplă</p> <p>Lantul de AND mai scurt și circular  AND circular slab legat de secvențe  de baze  AND -ul fără histone</p> <p>Nu au organele celulare și nici  compartimentarea citoplasmei</p> <p>La exterior are un perete celular, o  membrană citoplasmatică  Locomoția se face prin flageli  simpli, care nu au complexitatea  flagelilor de la eucariote.</p> <p>În bacterii, alge albastre-verzi  unicelulare sau protiste</p>

Tabel 1 . Comparație între celula eucariotă și procariotă

## 2. 1. Teoria modernă a lui Oparin-Haldane

Biochimistii **A. I. Oparin și J. B. S. Haldane** consideră viața ca un produs al evoluției substanțelor organice. Oparin a arătat care a fost rolul primilor compuși simpli ai carbonului cu hidrogenul -hidrocarburi, cum ar fi

metanul  $-CH_4$  în apariția compușilor organici. Conform acestei ipoteze apariția vieții și deci a organizării celulare, a avut loc în patru etape.

### **2.1.1. Formarea pe cale abiogenă a celor mai simple substanțe organice**

.Pământul din primele momente ale formării lui a avut în atmosfera  $H$ ,  $NH_3$ , vapori de  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ ,  $Ar$  și  $NH_4$ . Deci s-au format *hidrocarburi și derivații lor oxigenați și azotați*. Hidrocarburile s-au putut forma și ca rezultat al reacțiilor carburilor metalice cu apa.

### **2.1.2. Formarea pe cale abiogenă a polimerilor macromoleculari de tipul polipeptidelor, polinucleotidelor.**

**Butlerov** a obținut experimental prin polimerizarea a 6 molecule de aldehydă formică ( $CHOH$ ), în prezența urmelor de calciu, o moleculă mult mai mare *glucoza* sau *fructoza* ( $C_6H_{12}O_6$ ). Deci, din compuși simpli anorganici s-au format molecule simple organice. Experiențele lui **S. Miller și H. Urey** au argumentat apariția moleculei organice din cele anorganice. Astfel, Miller a folosit un amestec de vapori de apă (35%), amoniac (26%), metan (26%) și hidrogen (13%), pe care l-a supus unor descărcări electrice, la temperatura de  $80^\circ C$ . După câteva săptămâni a obținut gaze:  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $N_2$ , iar în condensul balonului răcit a găsit alfa aminoacizi (glicocol, alanina), substanțe din care prin polimerizare se formează proteine: acid aspartic, glutamic s.a; precum și compuși organici simpli: acid uric, lactic, citric, propionic s.a. ). care sunt, de asemenea compuși importanți ai celulelor vii.

În alte experiențe s-au obținut pornindu-se de la  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$  (în lipsa  $CH_4$  și a  $NH_3$ ), un amestec de aminoacizi și alți compuși simpli, în condiții mai sărace în hidrogen și mai bogate în oxigen. **Ponnamperuma**, pe lângă aminoacizi a mai obținut diferite baze azotate (adenina, guanina, uracil, timina) și substanțe organice: acizi organici și glucide (riboza și dezoxiriboza.). Se poate presupune că toate aceste molecule se găseau solubilizate în apa Oceanului primitiv formând așa numita „supă originală” și că unele dintre ele au participat la „evoluția chimică” care s-a terminat cu apariția primelor forme de viață.

În condiții de laborator se pot sintetiza astăzi: alcooli, vitamine, colesterină, acizi aminici, baze purinice și pirimidinice, porfirine, hormoni-insulina, chiar și ADN (**A.Kornberg, 1958**).

### **2.1.3. Formarea complexelor macromoleculare înzestrate cu metabolism-coacervatele.**

Prin apariția polipeptidelor și proteinelor, a polinucleotidelor și a acizilor nucleici, nu se poate considera problema apariției vieții rezolvată. Viața se caracterizează printr-un echilibru între reacțiile de sinteză cu cele de descompunere, echilibru care asigură

autoconservarea și autorefacerea sistemului viu. Oparin încearcă să explice apariția primelor complexe macromoleculare capabile de metabolism prin teoria **coacervatelor** (de la cuvântul latin „acervo“ a aduna , a îngămădi ). Acestea sunt amestecuri de proteine diferite sau de alte substanțe coloidale ce formează picături separate, observabile la microscop.

**Coacervarea** este fenomenul de separare de faze în soluțiile coloizilor hidrofilii. Aceste coacervate, formează un început de structuri primitive, de sisteme individuale, foarte simple și nestabile. Ele sunt nemiscibile cu excesul de solvent, au capacitatea de a extrage din soluția înconjurătoare diferite substanțe solvite care pătrund în interior, datorită cărui fapt își măresc volumul. Coacervatele, în interiorul lor, pot realiza reacții de sinteză, folosind substanțe din exterior și reacții de descompunere, fermentative, demonstrate de Oparin, în laborator.

**Oparin** susține că aceste coacervate trebuia să se formeze în amestecul de soluții organice din condițiile inițiale ale formării Pamântului, în Oceanul primitiv. Prin încorporarea de proteine și acizi nucleici au luat naștere sisteme capabile să efectueze schimbul de substanțe și energie cu mediul înconjurător - metabolism. Deci, proprietatea caracteristică materiei vii - metabolismul - a apărut, se presupune, pentru prima dată la coacervate formate din proteine și acizi nucleici. Încorporând substanța din exterior ele se măresc ca volum până la o anumită limită, după atingerea careia, ele se împart, se divid. Deci a apărut capacitatea primară de reproducere, apoi cea de selecție naturală și se dezvoltau prin înglobarea altora

**2.1.4. Apariția primelor organisme simple, primitive, probionții** . După **H.H.Horowitz** și **W.Stanley**, apariția primelor organisme a avut loc pe calea evoluției moleculare, a primelor molecule cu așezare întâmplătoare a monomerilor, în sensul ordonării succesiunii lor. Ei susțin, de asemenea, că la baza vieții stau moleculele de acizi nucleici sau nucleoproteinele. La baza acestei presupuneri stau datele obținute de **Kornberg (1961)** referitoare la faptul ca ADN-ul , în anumite condiții se poate reproduce în afara celulei . Alți cercetători au reușit să sintetizeze gene de bacterii, mamifere, umane și chiar cromozomi. Oparin pornind de la aceste date, susține că din coacervate perfecționate “probionți“, adică formațiuni nevie capabile de schimb de substanțe cu mediul înconjurător, deci capabile de metabolism, pe baza „saltului“ dialectic de la inferior la superior, au apărut cele mai simple viețuitoare.

Au trecut timpuri geologice, în care cele mai simple viețuitoare s-au complicat din ce în ce mai mult. Ele foloseau pentru hrană, la început numai substanță organică care apare pe cale abiogenă – **heterotrofe**. Odată cu micșorarea cantității de hrană, organismele primare erau puse în

fața a două posibilități: fie să piară, fie să-și elaboreze procese care să le permită să sintetizeze substanțe organice din anorganice (CO<sub>2</sub> și H<sub>2</sub>O). Câteva forme au reușit să devină, astfel, **autotrofe**. În procesul dezvoltării ulterioare, materia vie a căpătat posibilitatea de a folosi energia solară cu ajutorul careia să reducă CO<sub>2</sub> și pe baza carbonului să sintetizeze substanțe organice. Astfel au apărut algele albastre verzi, capabile de fotosinteză, din care vor evolua plantele. Altele au rămas la nutriția heterotrofă, dar se hrăneau cu alge, din care apoi vor evolua animalele.

#### **2.1.4.1. Microsferulele de protoizi și apariția vieții**

**S.W.Fox, C.Ponnamperna** și colab. au constatat că aminoacizii dintr-un amestec complet sau incomplet se pot înlănțui, la temperaturi de + 65°, + 120 ° C ( în regiuni vulcanice), prin legături polipeptidice pentru a forma compuși asemănători cu proteinele. Aceste microsferule cu unele proprietăți enzimatică au fost denumite de Fox.: „ microsferule de protoizi“. Sferulele de protoizi pot fi socotite ca cel mai simplu model al „protocelulei“. Acest model al protocelulei de natură protoizică răspunde, în principiu, mai bine decât teoria coacervatelor. Există o deosebire esențială între coacervate și protoizi. Coacervatele iau naștere prin separarea unor formațiuni sferice dintr-un amestec de apă și substanțe macromoleculare existente în supă organică. Microsferulele inițiate de protoizi se formează prin condensarea spontană a acestor substanțe odată ce ele s-au sintetizat din aminoacizi.. Aceste sferule sunt capabile de creștere și înmulțire prin înmugurire. În unele cazuri s-a observat fuzionarea microsferulelor. Modul de nutriție este heterotrof. Deci după acești autori primele organisme au fost heterotrofe și au avut forma sferică. Astfel organizate ele nu sunt capabile să perpetueze viața, deoarece le lipsesc moleculele semantofore, purtătoare de informații. După ce acestea au încorporat acizii nucleici, care pot să fie purtători de informație genetică, atunci putem să vorbim de perenitatea viețuitoarelor primitive.

#### **2.1.4.2. Teoria simbiotică a originii celulei eucariote din cea procariotă.**

Această teorie susține că trecerea de la organismele procariote la cele eucariote s-a realizat printr-o serie de simbioze succesive. Deci celulele eucariote ar avea origine polifiletică, ele provenind din endosimbioză din mai mulți ancesori procariotici: 4 pentru plante, 3 pentru animale

În conformitate cu concepția lui **L. Margulis** celula eucariotă a apărut în trei etape:

- **Prima simbioza** dintre un **procariot gazdă anaerob** primitiv și un **procariot mai mic aerob**, apărut prin mutație (protomitocondrie), care are capacitatea de a sintetiza citocromi și de a oxida complet toate substanțele hrănitoare până la CO<sub>2</sub>. Acest tip de procariot aerob, denumit protomitocondrie a evoluat mai târziu în mitocondrie. Din această primă simbioză au rezultat **amoebele primitive**, cu mitocondrii, deci primele eucariote, care au devenit strămoșul tuturor eucariotelor actuale.

Deci bacteria aerobă a evoluat spre mitocondrie, iar gazda sa spre amoebă. Au apărut astfel populații mai mari de celule aerobe.

- **A doua simbioză** s-a făcut între acest **organism eucariot**, apărut în prima etapă, cu un **procariot flagelat primitiv**, de tipul **spirochetelor**, care a conferit mobilitate gazdei amoeboide, mărindu-i capacitatea de a procura hrana. Ele au devenit amoeboflagelate. Din aceste organisme amoeboflagelate de tipul protozoarelor au rezultat prin evoluție grupul funghiilor și al animalelor, iar ulterior plantele.

**În a treia simbioză** a avut loc o nouă simbioză a **amoeboflagelatului** cu o **algă fotosintetizatoare albastră-verde** care a devenit un organit cloroplastul, caracteristic plantelor verzi și a conferit capacitate fotosintetică celulelor eucariote. Au apărut astfel plantele.

Importanța deosebită a ultimei simbioze, constă în apariția aparatului mitotic și meiotic prin care celulele de acest tip au posibilitatea să realizeze diviziuni cu o repartizare perfect echilibrată a materialului genetic, sursă extrem de importantă a variabilității organismelor - **recombinarea genetică**. Mitoza și meioza, au constituit momente extrem de importante în evoluția materiei vii: datorită reproducerii sexuate, care este o caracteristică de bază a majorității organismelor de tip eucariot, acestea au evoluat foarte rapid.

În sprijinul acestei teorii se aduc mai multe argumente:

1. Mitocondriile și cloroplastele din organismele eucariote actuale au păstrat o independență relativă față de celula gazdă, deoarece au un material genetic propriu, (ADN), similar cu cel al organismelor procariote, pe baza căruia realizează sinteza proteică pe ribozomi proprii de tip procariot.. Materialul genetic al mitocondriilor și cloroplastelor este organizat sub formă de nucleoid, similar cu ADN-ul bacterian, iar cantitatea de ADN per organit este similară cu cea existentă într-o celulă bacteriană; în ambele cazuri, ADN-ul are o structură circulară ca și cromozomul bacterian.

2. În mitocondrii și cloroplaste s-au identificat ribozomi proprii și ARN-ribozomal de tip procariot, care diferă net de cel existent în citoplasma celulei eucariote.

De asemenea, în aceste organite are loc o sinteză proteică relativ independentă de cea nucleară, care se realizează pe baza informației genetice din ADN-ul circular propriu.

3. Un alt argument îl constituie existența eredității extranucleare care se datorează unor gene existente în aparatul genetic al organitelor respective și este relativ independentă de cea nucleară.

Deși aparatul genetic nuclear reprezintă aproximativ 99 %, iar cel extranuclear 1 % din totalul ADN-ului celular, totuși viața nu este posibilă în afara acestor endosimbioze.

Conform concepției lui **L. Margulis**, lumea vie se clasifică în două grupe mari: **Procariota și Eucariota** și cinci regnuri: **Monera, Protista, Fungi, Plante și Animale**.

## 2.2. Întrebări

### 1. Celula procariotă conține:

- a. mai mulți nuclei,
- b. ribozomi.
- c. toate organitele celulare din celula eucariotă
- d. un singur nucleoid.
- e. mai mulți nucleoizi

### 2. Celula eucariotă este :

- a. celulă mare
- b. celulă mică
- c. are membrană plasmatică
- d. are perete celular.

### 3. Celula eucariotă are:

- a. nucleu cu membrană unică
- b. nucleu cu membrană dublă
- c. membrană formată din reticul endoplasmatic
- d. nucleu fără membrană
- e. nici un răspuns nu este corect

### 4. Nucleoidul celulei procariote este format din:

- a. mai mulți cromozomi
- b. cromozomi cu histone
- c. un singur cromozom cu lanț helicoidal
- d. un cromozom circular
- e. un cromozom circular fără proteine histonice

### 5. Celula procariotă alcătuiește corpul:

- a. protozoarelor
- b. bacteriilor
- c. algelor albastre verzi
- d. plantelor.
- e.. animalelor unicelulare

**6. Celula eucariotă alcătuiește corpul:**

- a. protozoarelor
- b. bacteriilor
- c. algelor albastre verzi
- d. plantelor.
- e. animalelor unicelulare

**7. Celula procariotă se înmulțește prin:**

- a. diviziune directă
- b. diviziune indirectă
- c. mitoză
- d. meioză
- e. diviziune prin strangulație.

**8. Celula eucariotă de înmulțește prin:**

- a. diviziune directă
- b. diviziune indirectă
- c. mitoză
- d. meioză
- e. diviziune prin perete despărțitor

**9. Prima simbioză a avut loc între:**

- a. procariot flagelat și un procariot anaerob
- b. procariot anaerob și unul aerob
- c. procariot cu porfirine și un eucariot aerob
- d. eucariot și un procariot mobil
- e. nici o variantă nu este corectă

**10. A doua simbioză a avut loc între:**

- a. ameboflagelat și un procariot mobil de tip spirochet
- b. procariot anaerob și unul aerob
- c. procariot cu porfirine și un eucariot aerob
- d. eucariot și un procariot mobil
- e. nici o variantă nu este corectă



