

### 3. FORMA, DIMENSIUNEA ȘI ORGANIZAREA CELULELOR

Diversitatea celulelor se manifestă și prin formele și dimensiunile celulelor. Cu toate că inițial toate celulele sunt rotunde forma se modifică în cursul diferențierii și maturării celulelor, pentru a fi adaptată cât mai adecvat funcțiilor. Adaptabilitatea formei la funcție este o lege generală în biologie. Astfel, celulele contractile au formă fusiformă, cele cu funcție de conductibilitate au prelungiri etc. Există și celulele sferice (ovocit), discoidale (hematie), cilindrice, cubice, stelate, poliedrice, flagelate (spermatozoid) pavimentoase, bizare (celule Purkinje din cerebel cu numeroase prelungiri).

Dimensiunile celulelor pot fi variate. Majoritatea celulelor omului au dimensiuni de 20-30  $\mu\text{m}$  (un micro sau micrometru fiind:  $1 \mu\text{m} = 10^{-6} \text{ m}$  sau  $1/1000 \text{ mm}$ ). Există și celule mici de 3 - 4  $\mu\text{m}$  cum sunt neuronii din scoarța cerebeloasă, de 6 - 8  $\mu\text{m}$  cum sunt limfocitele, sau mai mari, de 125 - 150  $\mu\text{m}$  cum sunt neuronii giganti din scoarța frontală (celulele piramidale) și ovocitele. În plus unele prelungiri ale celulelor nervoase (axonii celulelor piramidale din creier) pot depăși un metru. Gălbenușul ouălor de pasăre este tot o celulă cu dimensiuni de ordinul centimetrilor (10 cm la oul de struț).

#### 3. 1. Schema de organizare morfologică a celulei eucariote

În general o celulă eucariotă are trei componente: este limitată la exterior de o **membrană plasmatică** (plasmalema), iar la interior are **nucleul**, între nucleu și plasmalemă fiind **citoplasma**. Uneori se folosește în mod greșit în loc de citoplasmă termenul vechi de protoplasmă. Protoplasma este întreaga materie vie a celulei, deci cuprinde atât nucleul, cât și citoplasma.

**La microscopul optic** plasmalema nu este vizibilă. În schimb se poate observa nucleul, având la interior nucleolul și cromatina (o substanță din molecule filamentoase de ADN și histone). Cromatina se poate prezenta sub forma unei rețele filamentoase sau ca granule din interfază (perioada dintre două diviziuni celulare), sau sub forma cromozomilor în timpul diviziunii celulare. Citoplasma examinată la microscopul optic apare ca o masă omogenă în care se disting numeroase particule și granule, datorită indicilor diferiți de refracție. Acestea corespund fie organitelor celulare (centrul celular, mitocondrii, aparat Golgi), fie granulelor de secreție, pigmentilor, picăturilor de lipide etc. Se pot distinge în citoplasmă două zone: una periferică, numită **ectoplasmă**, ce apare mai vâscoasă, opacă, lipsită de organite celulare. Zona internă, numită **endoplasmă** (granuloplasmă) conține toate organitele și granulațiile celulei și este mai luminoasă și mai puțin vâscoasă. Cele două zone, între care nu există o graniță, sunt diferite și din punct de vedere funcțional: ectoplasma participă la fenomenele de suprafață, pe când în endoplasmă se desfășoară toate procesele metabolice ale celulei.

Dacă cu ajutorul microscopului optic s-a descris heterogenitatea citoplasmei, s-au observat unele organite celulare, a exista mereu suspiciunea că acestea sunt artefacte (modificări datorită tehnicii greșite).

**Microscopia electronică** a demonstrat însă că structurile descrise anterior sunt reale, confirmând heterogenitatea citoplasmei și în plus a dus la descrierea unor structuri noi în citoplasmă. La microscopul electronic apare toată complexitatea ultrastructurii celulare. Ceea ce frapază este multitudinea de membrane. pe lângă plasmalemă, care poate prezenta expansiuni microvilozități, cili, flageli sau dispozitive de fixare intercelulară - **desmozomi, joncțiuni**) se disting membrane intracelulare. Astfel, nucleul apare înconjurat de o membrană dublă prevăzută cu pori, membrana externă continuându-se cu o rețea de canale și cavități ce formează **reticulul endoplasmic**, un adevărat sistem vacuolar. Acesta poate fi rugos (având atașați **ribozomi**) sau neted (fără ribozomi). Reticulul endoplasmic se continuă cu veziculele **aparaturii Golgi**, din care se observă spre plasmalemă **vezicule de secreție**. Din plasmalemă se desprind **veziculele de pinocitoză**, prin care pătrund substanțe de la exterior în citoplasmă

În citoplasmă se mai disting alte organite celulare: **mitocondriile** (având o membrană dublă ce crește la interior), **lizozomii** (înconjurați de o membrană simplă), **centriolii** (implicați în diviziunea celulară). De asemenea, în **matricea citoplasmatică**, aflată în afara sistemului vacuolar se mai disting ribozomi neatașați reticulului endoplasmatic, granule de glicogen, picături de lipide și diferențieri citoplasmatică, (filamente, microtubuli).

Celulele vegetale au la exterior un perete **celular** format din polizaharide, iar la interior, pe lângă **vacuole** prezintă organite caracteristice numite **cloroplaste**, cu rol în fotosinteză.

### 3. 2. Compoziția elementară a materiei vii.

Există o mare diferență între abundența **elementelor** chimice în scoarța Pământului și în celule. În scoarță predomină elemente grele (Si, Al ), în schimb în organisme predomină elementele ușoare. Este interesat că materia vie se aseamănă din acest punct de vedere cu cosmosul în ansamblu, deoarece stelele și spațiile interstelare sunt alcătuite din elemente ușoare. Există însă o excepție: heliul, foarte abundent în cosmos, nu se găsește în organisme. Elementele grele nu sunt adecvate vieții, datorită insolubilității lor în soluții apoase la pH-ul fiziologic. Pe de altă parte absența gazelor nobile din materie vie se poate lega de inerția lor chimică foarte mare.

Din totalul elementelor chimice au fost identificate în celule cca. 60, dar numai 20 au fost demonstrate ca fiind esențiale pentru- viață. Ele se pot împărți după abundența lor în celule în trei categorii :

a) **macroelemente** (formând 2 - 60 % din totalul compoziției celulei: O, C, H, N); aceste elemente mai sunt numite **plastice**, deoarece toate cele 4 elemente joacă rol important în alcătuirea structurilor celulare;

b) **microelemente** (0,02 - 0,1 %: P, S, Cl, Na, K, Ca, Mg).

c) **oligoelemente** (sub 0,02 %), având în special un rol catalitic, adică influențând activitatea enzimelor. Studiul oligoelementelor este în actualitate, deoarece absența lor în unele zone geografice din sol și apă produce boli la plante și animale sau chiar la oameni în regiunile subdezvoltate (endemii biogeochimice).

Trebuie subliniată poziția centrală a carbonului în materia vie. Cu excepția apei, majoritatea moleculelor din celulă au la bază un schelet de carbon de care se leagă apoi alți atomi.. Siliciul, care și el poate forma lanțuri, nu poate forma legături multiple. De aceea este puțin probabil ca viața extraterestră (posibilă în principiu) să aibă la bază siliciul.

Tabel 2

Categoria	Elementul	Simbol	Nr. Atm.	Funcții
Macroelemente (2-60 %)	Oxigen	O	8	Intră în compoziția substanțelor organice din celulă
	Carbon	C	6	
	Hidrogen	H	1	
	Azot	N	7	
Microelemente (0,02-0,1 %)	Fosfor	P	15	Intră în compoziția acizilor nucleici, a nucleotidelor, a fosfolipidelor, a proteinelor, fosfat de Ca în os
	Sulf	S	16	Intră în compoziția proteinelor ionul ( $SO_4^{2-}$ )
	Clor	Cl	17	Anion major ( $Cl^-$ ) extracelular
	Sodiu	Na	11	Cation major extracelular
	Potasiu	K	19	Cation major intracelular
	Calciu	Ca	20	Fosfat de Ca în os. Cation extracelular, influențează excitabilitatea neuromusculară, coagularea sângelui, activator al enzimelor: lipaza, fosfataza alcalină, colinesteraza, ATPaza.
	Magneziu	Mg	12	Cation major intracelular, influențează excitabilitatea neuromusculară, permeabilitatea membranelor, activator al enzimelor; ATPazele, enzimele de fosforilare
Oligoelemente	Fier	Fe	26	Constituent al hemoglobinei și al enzimelor

sub0,02%)

			de oxido-reducere
Cupru	Cu	29	Pentru utilizarea Fe în hematopoeză; activator a unor enzime de oxido-reducere, asigură transportul O <sub>2</sub> la multe animale marine
Cobalt	Co	27	Intră în vitamina B <sub>12</sub>
Mangan	Mn	25	Activator al unor enzime
Zinc	Zn	30	Activează sau intră în structura unor hormoni (insulina) și a unor enzime: anhidraza carbonică, carboxipeptidaza
Iod	I	53	Constituent al hormonilor tiroidieni
Molibden	Mo	42	Cofactor al unor enzime
Flor	F	9	Intră în compoziția osului și a dentinei
Bor	B	5	Cofactor al unor enzime la plante
Vanadiu	V	23	Cofactor al unor enzime
Siliciu	Si	14	Element de constituție
Seleniu	Se	34	Rezistența la cancer

Tabel 2. Elementele chimice din materia vie și câteva din funcțiile lor

### 3. 3. Substanțele chimice din celulă

Substanțele chimice din celule se împart în **substanțe anorganice** (apa și sărurile minerale) și **substanțe organice** (proteine, glucide, lipide, acizi nucleici, vitamine, etc.)

Totuși se poate face următoarea generalizare: toate ființele vii sunt compuse din același tip de substanțe chimice și majoritatea organismelor le conțin în proporții similare. Aceasta este un aspect al unității materiale a lumii vii. Exprimând în procente valorile la scara întregului organism acestea nu diferă mult de la bacterii (*E. coli*) până la om: apă (70%), proteine (15%), acizi nucleici (7%), glucide și metaboliții lor (3%), lipide și metaboliții lor (2%), ioni anorganici (1%), aminoacizi liberi și metaboliții lor (0,8%), nucleotide libere și metaboliții lor (0,8%), alte molecule organice cum sunt vitaminele și peptidele mici (0,4%). La scară celulară însă, există diferențe considerabile între *E. coli* și hepatocitul uman sau între acesta și o celulă nervoasă etc. Trebuie să facem distincția între organismul intact și celula individuală.

#### 3. 3. 1. Substanțele anorganice

**Apa** este o componentă esențială, fiind mediul de dispersie al materiei vii, adică mediul în care se desfășoară toate fenomenele fizico-chimice ale vieții. Celulele conțin 60-95% apă, cantitatea fiind variabilă în funcție de activitatea și vârsta

celulei, celulele tinere fiind mai bogate în apă. Acest procentaj reprezintă 99% din totalul moleculelor celulei. Un adult de 70 kg conține peste 40 kg apă.

Apa posedă unele proprietăți fizico-chimice unice, care îi permit să-și îndeplinească funcțiile atât de importante în organisme.

1. Apa este o **moleculă polară**; caracterul de dipol se datorește aranjării O și H în triunghiuri isoscel, existând un pol pozitiv reprezentat de cei doi atomi de hidrogen și un pol negativ, reprezentat de oxigen, cu o dispoziție tetraedrică a sarcinilor pozitive și negative. În consecință apa are o constantă dielectrică mare, atenuând foarte mult atracția dintre sarcinile pozitive și negative (efect de ecranare). Tot datorită caracterului dipolar al apei moleculele sale se orientează în jurul moleculelor dipolare dizolvându-le, iar substanțele cu legături ionice disociază electrolitic, moleculele de apă formând învelișul de hidratare al ionilor. Apa este deci un **solvent** excelent al multor substanțe din organisme, atât compuși organici, cât și săruri minerale.

2. Apa disociază ea însăși în ioni de oxidril ( $\text{OH}^-$ ) și protoni ceea ce influențează reacțiile din celule.

3. Moleculele de apă se leagă între ele prin legături de hidrogen în gheață pe întreg cristalul sau pe domenii limitate și pe durată foarte scurtă și în apa lichidă. Legăturile de hidrogen conferă apei:

- o valoare foarte mare a capacității calorice, ce realizează o "ecranare termică", apărând structurile celulare de distrugeri termice la eliberări bruște de căldură în reacțiile exotermice; la aceasta mai contribuie și conductibilitatea termică a apei mai ridicată decât a altor lichide;

- căldură mare de vaporizare permițând reglarea temperaturii corpului prin evaporare. Apa nu este deci un simplu mediu de dispersie în celulă, ci influențează profund moleculele pe care le dispersează, prin proprietățile amintite mai sus, care intervin toate simultan, făcând apa solventul unic al lumii vii. Dacă un sistem viu ar fi bazat pe medii neapoase (de pildă alcool etilic) ar trebui să existe o nouă chimie a vieții, bazată pe reacții în medii neapoase.

**Fazele apoasă și neapoasă din celulă.** Trebuie remarcat că există în celulă o fază apoasă și o fază neapoasă. Dacă toate componentele din celulă ar fi solubile în apă celula s-ar dezmembra și ar înceta să mai fie o unitate structurată. Există însă sistemul de membrane celulare complet insolubile în apă la interiorul cărora există un mediu hidrofob (adică din care apa este exclusă) ce formează o fază neapoasă. Aceasta permite dizolvarea în membrane a moleculelor lipofile. Pe lângă interiorul membranelor mai există zone hidrofobe și în interiorul macromoleculelor (proteine în primul rând) care și ele fac parte tot din faza neapoasă a celulei. Aceste zone au mare importanță în interacțiunile moleculare dintre enzimă și substrat, în interacțiunile dintre hormoni și medicamente și receptorii specifici etc.

În faza apoasă a celulei distingem, pe de o parte, **apa liberă** (95% din totalul apei celulare), care joacă rolul de dizolvant-meniu de dispersie și este sediul proceselor metabolice; pe de altă parte, **apa legată** (5%) prin legături de

hidrogen și alte forțe de proteine, lipide și alte componente celulare. În apa legată se poate încadra și apa **imobilizată** între fibrele macromoleculilor. **Apa de biostructură** după teoria lui Macovschi intră în structura sistemelor subcelulare.

Pe lângă **apa intracelulară** (55% din totalul apei din organism) există și **apă extracelulară** (45% din total): în plasmă, limfă, lichid interstițial (în afara patului vascular și a membranelor plasmactice), secreții digestive, lichid cefalorahidian și din cavitățile seroase. Plasma împreună cu lichidul interstițial formează mediul intern al organismului, care se menține cu o compoziție constantă, concept fundamentat de **Claude Bernard** și dezvoltat de **W. B. Cannon**, care a introdus noțiunea de **homeostazie = capacitatea organismelor animale de a se menține cu caracteristicile lor morfologice și funcționale într-un mediu de viață variabil**.

Apa din organism are două surse: una exogenă (apă ingerată) și alta endogenă (apă rezultată din reacțiile metabolice).

**Sărurile minerale** apar sub formă de **ioni** liberi dizolvați în diferitele compartimente celulare sau sub formă de combinații cu substanțe organice (proteine etc.)

Principalii ioni din organisme sunt:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ , (cationi) și  $\text{PO}_4^{2-}$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  (anioni). Ionii sunt importanți pentru menținerea presiunii osmotice și a echilibrului acido-bazic, influențează activitatea enzimelor și numeroase procese celulare: permeabilitatea, excitabilitatea contractilitatea, vâscozitatea citoplasmei, diviziunea celulară. Concentrațiile ionilor sunt menținute în limite strânse, atât de celulă, cât și de lichidul interstițial și în sânge.

Importanța compoziției ionice reiese și din constanța ei remarcabilă în decursul evoluției. Astfel, comparând diferențelor ioni în lichidul din corpul diferitelor animale se observă:

- 1) constanța balanței ionice, adică proporția ionilor este aceeași la toate speciile și este apropiată de cea din apa de mare;
- 2) există o scădere treptată a concentrațiilor absolute ale ionilor în cursul evoluției, în special a  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ;
- 3) scăderea concentrației relative a  $\text{Mg}^{2+}$  și  $\text{SO}_4^{2-}$ .
- 4) constanța balanței ionice, adică proporția ionilor este aceeași la toate speciile și este apropiată de cea din apa de mare;
- 5) există o scădere treptată a concentrațiilor absolute ale ionilor în cursul evoluției, în special a  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ;
- 6) scăderea concentrației relative a  $\text{Mg}^{2+}$  și  $\text{SO}_4^{2-}$ .

### 3.3.2. Substanțele organice

Structura și proprietățile substanțelor organice, atât micromoleculare, cât și macromoleculare, sunt studiate la biochimie. De aceea ne mărginim la

expunerea unor noțiuni privind localizarea lor în celulă și relația dintre structură și funcție la nivel molecular.

### Glucidele

Dintre monozaharide **glucoza** este folosită drept "combustibil" pentru obținerea energiei și nu este depozitată în celulă. Pentozele (riboza și dezoxiriboza) intră în structura acizilor nucleici. Există câteva particularități ale moleculei de glucoză care fac avantajoasă utilizarea ei ca o substanță cheie în metabolismul celulei: conține în legăturile sale chimice o cantitate substanțială de energie, este ușor susceptibilă degradării pe cale oxidativă pentru eliberarea energiei și este solubilă în apă.

Glucoza nu se depozitează în celule ca atare, ci sub formă de **polizaharide: glicogen** în celulele animale și **amidon** în cele vegetale. Și molecula de glicogen are particularități adecvate funcției sale. Glicogenul este format din lanțuri de glucoză legate prin legături  $\alpha$ , 1:4 glicozidice care prezintă ramificații (prin legăturile  $\alpha$ , 1:6 glicozidice) tot la 6 resturi de glucoză.

Structura moleculei de glicogen corespunde perfect funcției de depozitare a glucozei. Fiind o macromoleculă nu poate difuza prin membrana celulară. Stocarea multor molecule de glucoză într-o singură macromoleculă înlătură problema unei presiuni osmotice mari ce ar corespunde aceluiași număr de molecule libere de glucoză. În sfârșit stocarea unităților de glucoză în molecula foarte ramificată a glicogenului permite enzimelor ce desfac glucoza din glicogen (în glicogenoliză), sau celor ce depozitează glucoza în glicogen (în glicogenogeneză) să acționeze simultan la toate capetele ramificațiilor. În acest fel se poate menține constantă concentrația de glucoză liberă, eliberându-se rapid unitățile de glucoză la scăderea concentrației sau adăugându-se unități la glicogen în cazul creșterii concentrației glucozei libere.

Tabel 3

	Na <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>
<b>Vertebrate</b>						
Om	100 (145)	3,5 (5,1)	1,7 (2,5)	0,83 (1,2)	71 (103)	1,7 (2,5)
:Șobolan	100 (145)	4,2 (6,2)	2,1 (3,1)	1,1 (1,6)	80 (116)	-

Broască	100 (103)	2,4 (2,5)	1,9 (2,0)	1,2 (1,2)	72 (74)	-
Pești (Lophius)	100 (228)	2,8 (6,4)	1,0 (2,3)	1,6 (3,7)	72 (164)	
<b>Nevertebrate</b>						
Insecte (Hydrophilus)	100 (119)	11 (13)	0,93 (1,1)	17 (20)	34 (40)	0,13 (0,14)
Artropode (Lobster)	100 (465)	1,9 (8,6)	2,3 (10,5)	1,0 (4,8)	110 (498)	2,2 (10)
Moluște (Venus)	100 (438)	1,7 (7,4)	2,2 (9,5)	5,7 (25)	120 (514)	5,9 (26)
Echinoderme (Castravete de mare)	100 (420)	2,3 (9,7)	2,2 (9,3)	12 (50)	120 (487)	7,2 (30)
Apă de mare	100 (417)	2,2 (9,1)	2,3 (9,4)	12 (50)	120 (483)	7,2 (30)

Tabelul 3: Compoziția ionică a apei de mare și a lichidelor din corpul diferitelor specii animale (concentrații relative considerând  $\text{Na}^+$  ca 100; în paranteze sunt date concentrațiile absolute exprimate în mM)

Mucopolizaharidele sunt polizaharidele în care unitățile monomer sunt formate din derivați aminați și monozaharidelor (glucozamină, galactozamină etc.), acid glicuronic; de asemenea derivații monozaharidici pot avea resturi de acid sulfuric esterificate. Mucopolizaharidele pot fi legate de proteine sub forma unor compuși macromoleculari. Aceștia reprezintă componente importante în structurile celulare, dar mai ales în componența substanței fundamentale a țesutului conjunctiv. Ca reprezentanți ai mucopolizaharidelor amintim: hialuronic, condroitinsulfuric, keratosulfatul, heparina).

Evidențierea mucopolizaharidelor se face prin reacții histochemice:

Soluțiile apoase ale mucopolizaharidelor sunt gelatinoase, vâscozitatea mare fiind datorată hidratării excesive (fiind polianioni) și legăturile de hidrogen dintre lanțuri. Prin proprietățile lor mucopolizaharidele îndeplinesc o funcție mecanică (susținere, absorbția șocurilor, lubrefiere), dar intervin și activ în metabolismul țesuturilor.

### **Lipidele**

Îndeplinesc în celulă 3 roluri:

- sursă energetică importantă, reprezentând "combustibilul" cu valoare energetică cea mai ridicată;
- rol plastic, intrând în alcătuirea tuturor membranelor celulare;
- rol reglator ca vitamine, hormoni steroizi, prostaglandine.

Dintre **lipidele simple** acizii grași liberi apar în concentrație mică în celule, intrând în căile de metabolizare de metabolizare: beta-oxidarea pentru



eliberarea, biosinteza **trigliceridelor**, forma de depozitare a lipidelor din celulă, sau biosinteza **lipidelor complexe** (fosfolipide, glicolipide).

Acizii grași oferă avantajul unei solubilități mai mari în apă și a unei reactivități mai mari decât alcoolii sau aminele. În plus, acizii grași utilizați drept "combustibil" în celulă au 16 sau 18 atomi de carbon. Cei cu mai mult de 18 atomi sunt prea insolubili în apă și deci nu ar putea fi utilizați în celulă, pe când cei cu mai puțin de 16 atomi sunt prea solubili în apă și distrug membranele celulare.

**Lipidele complexe** (fosfolipide și glicolipide) sunt componente importante în structura membranelor celulare. Structura lor corespunde perfect funcției. Aceste molecule au molecula amfifilă (amfipatică), adică prezintă un "cap" hidrofil (gruparea polară) și o "coadă" hidrofobă (cele două resturi de acizi grași estificate pe scheletul glicerinei). În apă aceste molecule amfifile se asociază formând micle, deoarece radicalii de hidrocarbură trebuie ținuti în afara contactului cu apa. Forma cea mai stabilă a micelilor în cazul fosfolipidelor și glicolipidelor este cea a unui strat dublu lipidic în care grupările polare sunt la exterior în contact cu apa, iar lanțurile de acizi grași se află la interior. Această structură stabilă se întâlnește și în membranele celulare. Stratul dublu lipidic este mai mult decât o colecție de molecule separate; interacțiunile cooperative dintre lanțurile vecine de acizi grași fac micela similară unei macromolecule.

În celulă se pot evidenția **lipidele de rezervă** (trigliceride) sub forma unor picături prin colorații speciale cu Sudan III (apar galbene portocalii) sau cu Sudan negru (apar negre).

### **Proteinele**

Apar în celule într-o varietate foarte mare, atât ca număr, cât și ca specii chimice. Proteinele joacă un rol crucial în organism fiind reglatorii tuturor activităților celulelor. Astfel, enzimele (catalizatorii reacțiilor chimice din sistemele biologice) sunt proteine. Tot proteinele sunt implicate în transport și depozitare (transportul prin membranele biologice, transportul oxigenului de către hemoglobină și mioglobină, transportul și depozitarea fierului), motilitate (actina și miozina, microtubulii), protecție imună (anticorpi contra bacteriilor, virusurilor, celulelor străine), generarea și transmiterea influxului nervos (rodopsina, receptorii sinaptici), controlul creșterii și diviziunii celulare (factorul de creștere al nervilor, al multiplicării celulelor - polipeptide numite chalone), menținerea constantă a presiunii osmotice și a pH-lui, nutriție (ovalbumina), controlul proceselor metabolice (hormonii proteici și polipeptidici). De asemenea, proteinele au rol plastic, fiind componente de bază ale tuturor structurilor celulare și îndeplinesc funcții de susținere în țesutul conjunctiv (colagenul), pereții vaselor (elestina), membranele biologice (glicoproteinele), piele și păr (keratina).

Îndeplinirea unor funcții atât de variate în organisme este posibilă datorită structurii lor moleculare. Proteinele sunt macromolecule formate din

policondensarea aminoacizilor, uniți prin legături peptidice. Există 20 de aminoacizi în proteine, care sunt foarte diferiți: unii hidrofobi, alții polari (încărcați pozitiv sau negativ), unii lungi, alții scurți. Posibilitățile de combinare a celor 20 de aminoacizi în diferite secvențe sunt imense, ceea ce explică varietatea proteinelor din diferitele celule și rolurile lor diferite.

**Holoproteinele** conțin în compoziția lor numai aminoacizi. Dintre holoproteine menționăm protaminele și histonele, proteine bazice care intră în structura cromozomilor .

**Heteroproteinele** conțin pe lângă aminoacizi și o componentă neproteică legată puternic (grupare prostetică în cazul glicoproteinelor și fosfoproteinelor) sau slab (acizi nucleici în nucleo-proteine, sau lipide legate sub forma lipoproteinelor în membranele celulare.

Trebuie subliniat că proteinele pot îndeplini funcții atât de variate datorită **specificității** lor, adică capacității de a distinge între diferitele tipuri de molecule, capacități de combinare specifică cu un mare număr de substanțe: enzimele cu substratele, transportorii cu substanțele transportate, anticorpilor cu antigenele. Specificitatea proteinelor constituie baza diferențelor între specii și între indivizii aceleiași specii. Specificitatea proteinelor se datorește structurii lor moleculare.

### **Acizii nucleici**

Aceste macromolecule sunt formate din policondensarea nucleotidelor (formate dintr-o bază purinică sau pirimidinică, o pentoză - riboza în ARN sau dezoxiriboza în ADN - și o moleculă de acid fosforic). Sunt macromoleculele cu dimensiunile cele mai mari cunoscute: în unele microorganisme există o singură moleculă de ADN .

Acizii nucleici îndeplinesc în celulă funcția esențială de stocare și transmitere a informației genetice utilizată pentru biosinteza tuturor proteinelor celulelor. Fiind formate din diferite nucleotide există și aici, ca și la proteine, un număr enorm de specii chimice datorită variațiilor în secvența nucleotidelor. Totuși, trebuie remarcat că acizii nucleici sunt molecule liniare, foarte stabile, iar structura lor spațială nu este așa de diversă ca cea a proteinelor. Dimpotrivă, organizarea spațială dublu helicoidală a ADN este un model general de structură întâlnit în majoritatea celulelor. Structura tridimensională a ADN (de pildă ARN<sub>t</sub>) este asemănătoare la multe specii. Elaborarea modelului în dublu helix al moleculei de ADN, de către **Watson și Crick** în 1953 este un moment crucial în biologie, permițând explicarea mecanismului prin care informația genetică este conservată prin fenomenul de replicare și transmisă prin intermediul ARN<sub>m</sub> la proteine.

**ADN** este localizat în nucleu și în citoplasmă. Localizarea nucleară este dublă: se distinge ADN cromozomial, în structura cromatinei nucleare și a cromozomilor și ADN extracromozomial în nucleol (nucleolo-asociat). În citoplasmă ADN este localizat în mitocondrie, având aici o formă circulară, asemănător cu ADN de la procariote și având și proprietăți biochimice diferite

de cele ale ADN cromozomial. În celula vegetală se află în cloroplaste unde conține informația pentru sinteza pigmentilor asimilatori. Acest ADN care este și el extranuclear are proprietăți diferite de cel nuclear.

ARN este de 3 tipuri: - ARN mesager ( $ARN_m$ ) ce duce informația genetică de la nucleu la citoplasmă; - ARN de transport ( $ARN_t$ ) sau  $ARN_s$  care activează aminoacizii și îi transportă la ribozomi, sediul biosintezei proteinelor; - ARN ribozomal ( $ARN_r$ ) care intră în structura ribozomilor. ARN este localizat în celulă în nucleu (în nucleol) și în citoplasmă. În citoplasmă există  $ARN_m$  și  $ARN_t$  sau  $ARN_s$  în faza solubilă a citoplasmei,  $ARN_r$  în ribozomi, precum și molecule de ARN în mitocondrii.

### 3. 4. Unitatea organizării biochimice a celulei

Se pot menționa mai multe principii unitare de organizare chimică a celulei:

- a. celulele sunt compuse din aceleași elemente chimice și același tip de substanțe chimice, aflate în proporții relativ constante;
- b. compoziția ionică a lichidelor din corpul diferitelor specii animale este constantă;
- c. unitatea schemei de desfășurare a proceselor biochimice din biosferă: căile metabolice de bază din celulă - glicoliza, ciclul citric, oxidarea acizilor grași, biosinteza acizilor grași și a fosfolipidelor, se desfășoară în aceleași etape, catalizate de enzime asemănătoare.
- d. universalitatea unor molecule: D-glucoza, acizii grași cu 16 și 18 atomi de carbon, cei 20 de aminoacizi, sterolii, bazele purinice, pirimidinice, se întâlnesc în toate celulele. De asemenea, cofactori și grupări prostetice ca NAD, NADP, CoA, coenzima Q, vitaminele, se întâlnesc ubiquitar.
- e. ATP este prototipul molecular macroergic, "moneda universală" în schimburile energetice din celule. Există trei sisteme de bază pentru generarea ATP, care se desfășoară identic în toate celulele: glicoliza, cuplarea oxidării cu sinteza de ATP în mitocondrii și fotosinteza. Evident, ele apar toate trei la plante, fotosinteza lipsind la animale și la bacterii.
- f. replicarea ADN, biosinteza proteinelor se desfășoară după aceleași mecanisme în celulele tuturor viețuitoarelor.
- g. Mecanismele de control ale tuturor proceselor celulare sunt de asemenea comune în biosferă.

### 3. 5. Întrebări

#### 1. Apa este:

- a. un solvent universal al materiei vii
- b. transportor de substanțe chimice anorganice insolubile
- c. transportor de substanțe chimice organice solubile

- d. trasportor de substante organice de natură proteică
- e. trasportor de energie calorică

**2. Molecula macroergică a materiei vii este:**

- a. ATP
- b. GTP
- c. UTP
- d. CP
- e. numai ATP

**3. Glucidele au rol în:**

- a. producere de energie
- b. formarea pereților celulari ai plantelor
- c. sinteza de aminoacizi
- d. formarea acizilor nucleici
- e. sinteza holoproteinelor

**4. Glucidele sunt depozitate sub formă de**

- a. amidon la animale
- b. glicogen la plante
- c. glucoproteine
- d. glicolipide
- e. nici o variantă nu este corectă

**5. Proteinele au rol în:**

- a. producere de energie
- b. structurarea organitelor celulare
- c. structurarea materialului ereditar
- d. contractia musculară
- e. apărarea organismului de agenți infecțioși

**6. Sinteza de proteine este specifică datorită:**

- a. codului genetic
- b. succesiunii aminoacizilor din molecula de ADN
- c. succesiunii nucleotidelor
- d. succesiunii bazelor azotate
- e. succesiunii ribozomilor

**7. Holoproteinele conțin:**

- a. numai acizi grași
- b. numai aminoacizi
- c. aminoacizi și grupări prostetice
- d. acizi grași și aminoacizi
- e. aminoacizi și acizi nucleici

**8. Heteroproteinele conțin:**

- a. numai aminoacizi
- b. aminoacizi și grupări anorganice
- c. grupări prostetice și aminoacizi
- d. aminoacizi legați prin legături peptidice.

e. aminoacizi legați între gruparea aminică și carboxilică

**9. Molecula de ATP se formează prin:**

- a. fosforilarea oxidativă
- b. fosforilare fotosintetică
- c. degradarea glucozei ca substrat energetic
- d. ciclul Krebs
- e. în faza de lumină a fotosintezei

**10. Lipidele au următoarele roluri în celulă:**

- a. energetic
- b. plastic
- c. intră în structura membranelor celulare plasmatică
- d. intră în structura endomembranelor membranelor celulare
- e. intră în structura acizilor nucleici

**11. Polizahazidele sunt localizate în:**

- a. ribozomi
- b. cloroplaste
- c. celula hepatică a animalelor
- d. pereții celulei vegetale