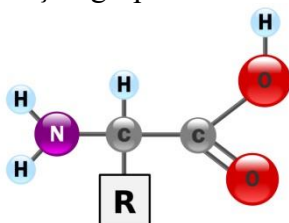


## TEMA 9. AMINOACIZII, PEPTIDELE ȘI PROTEINELE

- 9.1. Aminoacizii
- 9.2. Peptidele și polipeptidele
- 9.3. Clasificarea și caracteristica generală a proteinelor
- 9.4. Organizarea structurală a proteinelor
- 9.5. Funcțiile proteinelor în celulă

### 9.1. AMINOACIZII

Aminoacizii sunt compuși organici care conțin în molecula lor cel puțin o grupare aminică  $\text{NH}_2$  și o grupare carboxilică  $\text{O}=\text{C}-\text{OH}$  (fig. 9.1). Aminoacizii sunt substanțe cristaline, solubile în



#### 9.1. Formula generală a unui $\alpha$ -aminoacid

De exemplu, aminoacidul *alanina* are un radical simplu  $-\text{CH}_3$ , radicalul aminoacidului *cisteina* conține sulf  $-\text{CH}_2\text{SH}$  etc.

Plantele superioare verzi sintetizează toți aminoacizii necesari din săruri de amoniu, nitrați, cetoacizi sau oxiacizi. Animalele sintetizează majoritatea aminoacizilor din produse neazotate ale metabolismului și azot amoniacal.

Aminoacizii îndeplinesc următoarele funcții biologice:

- aminoacizii sunt elemente structurale ale peptidelor, proteinelor, acizilor biliari;
- unii aminoacizi sunt transmițători de semnale, precursori de neurotransmițători și hormoni;
- aminoacizii au un rol central în metabolismul substanțelor azotoase, sunt donori de azot, participă la biosinteza, vitaminelor, alcaloizilor, sunt metaboliți intermediari în ciclul ureei.

În prezent se cunosc peste 400 de aminoacizi, iar în componența proteinelor celulare intră 20 de  $\alpha$ -aminoacizi standard (*proteici*), în timp ce ceilalți aminoacizi (*neproteici*) sunt prezenți în celulă în formă liberă.

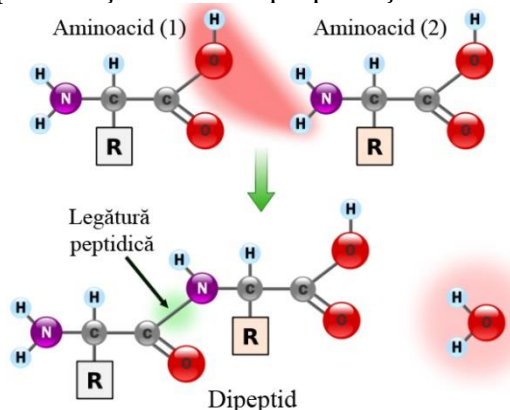
Pe lângă aminoacizi standard, în componența unor proteine intră și aminoacizi specifici – *selenocisteină* (Sec) și *pirolizină* (Pyl).

Plantele verzi pot sintetiza toți aminoacizii proteici. O parte din aminoacizi, 8 la număr, care se numesc *esențiali* nu se sintetizează în organismul animalelor și omului: *triptofan*, *fenilalanină*, *metionină*, *lizină*, *valină*, *treonină*, *izoleucină*, *leucină*. Nutriția cu proteină săracă în aminoacizi esențiali poate duce la o încetinire a creșterii, poate fi cauza unor dereglări de metabolism, stări de oboseală și anxietate.

### 4.2. PEPTIDELE ȘI POLIPEPTIDELE

Prezența concomitentă în moleculele de  $\alpha$ -aminoacizi a grupării aminice și carboxilice conferă aminoacizilor capacitatea de a intra în reacții de policondensare și formare a legăturilor peptidice dintre aminoacizi. În rezultatul unei astfel de reacții se formează biopolimeri – *peptide*,

*polipeptide* și *proteine*. Numărul și succesiunea aminoacizilor în lanțurile polipeptidice sunt strict specifice și determină proprietățile fizico-chimice ale proteinelor. Legătura ce se formează între grupa carboxilică a unui aminoacid și gruparea aminică a altui aminoacid se numește *legătură peptidică* –CO–NH– (fig. 9.2). Legăturile peptidice se formează prin eliminarea unei molecule de apă, proces care se numește *condensare* și se rup în urma adăugării unei molecule de apă – *hidroliză*.



**Fig. 9.2. Formarea unui dipeptid**

Peptidele și polipeptidele sunt substanțe naturale care se găsesc în celulă în stare liberă sau ca produse intermediare în procesul de hidroliză a proteinelor. Astfel de peptide cu funcții biologice precum: hormoni, toxine, neuropeptide, antibiotice se formează prin biosinteză. Peptidele au fost descoperite de către chimistul german Hermann Fischer, laureat al premiului Nobel pentru chimie în 1902. Catenele peptidice diferă între ele prin numărul, natura și ordinea aminoacizilor. În funcție de numărul de aminoacizi din lanțul peptidic se poate face următoarea clasificare:

- *peptide* – rezultă prin înlanțuirea unui număr de până la 50 de aminoacizi. Dintre acestea, *oligopeptidele* se formează din condensarea a 2–10 aminoacizi, în timp ce *polipeptidele* rezultă din condensarea unui număr mai mare de 10 aminoacizi.
- *proteine* – complexe moleculare care se formează prin înlanțuirea unui număr mai mare de 50 de aminoacizi.

Peptidele posedă o activitate fiziologică înaltă și reglează diferite procese biologice. În funcție de acțiunea lor bioreglatoare, peptidele sunt substanțe cu o activitate hormonală (*glucagon*, *oxitocină*, *vasopresină*, etc.); cu efect analgezic (*peptide opiacee*); reglatoare de apetit (*endorfine*, *neuropeptid-Y*, *leptină*, etc.), tensiune arterială și vasoconstricție (*angiotensină II*, *bradichinină*, etc.), activitate nervoasă superioară.

Peptidele și polipeptidele sunt substanțe solide, cristaline, solubile în apă și insolubile în solvenți organici, au un caracter amfoter și posedă activitate optică. Toate peptidele și polipeptidele hidrolizează în mediul acid, bazic sau sub influența unor enzime numite *peptidaze*.

Peptidele și polipeptidele sunt substanțe solide, cristaline, solubile în apă și insolubile în solvenți organici, au un caracter amfoter și posedă activitate optică. Toate peptidele și polipeptidele hidrolizează în mediul acid, bazic sau sub influența unor enzime numite *peptidaze*.

### 4.3. CLASIFICAREA ȘI CARACTERISTICA GENERALĂ A PROTEINELOR

Proteinele (gr. *proteinós* – primar) sunt compuși organici macromoleculari alcătuiți din atomi de carbon, hidrogen, oxigen și azot. O parte din proteine formează complexe cu molecule care conțin P, Fe, Cu, Zn. Proteinele reprezintă componente principale ale celulelor și posedă:

- un nivel înalt de organizare structurală;
- o diversitate moleculară;
- o specificitate tisulară și de specie.

În celulele de origine animală conținutul de proteine poate să ajungă până la 50% din masa uscată. Proteinele se pot clasifica după o serie de criterii de bază – *chimice*, *conformaționale*, *funcționale*.

În dependență de structura chimică proteinele se împart în două grupe mari: proteine simple – *holoproteine* și proteine complexe – *heteroproteine*. În componența proteinelor simple intră doar resturi de aminoacizi, iar proteinele complexe sunt alcătuite dintr-o componentă proteică și o componentă de natură neproteică – *grupă prostetică*.

## *Proteinele simple*

Proteinele simple se clasifică în funcție de solubilitatea lor în diferite medii. Se cunosc următoarele clase de proteine: *albumine*, *globuline*, *prolamine*, *gluteline*, *histone*, *protamine*.

*Albuminele* sunt solubile în apă, au caracter slab acid, au o masă moleculară relativ mică, coagulează prin încălzire la 70°C și conțin toți aminoacizii esențiali. Sunt răspândite în organismele animale (*ovalbumina* din albușul de ou, *mioglobina* din țesutul muscular, *serumalbumina* din plasma sângelui, *lactalbumina* din lapte – urda preparată prin fierberea zerului, nu este altceva decât lactalbumina precipitată) și vegetale, preponderent în semințe.

*Globulinele* sunt solubile în soluțiile diluate de săruri. Dintre cele mai cunoscute globuline animale fac parte: *serumglobulina* din sânge, *ovoglobulina* din ou, *fibrinogenul* din sânge, *lactoglobulina* din lapte, *miozina* din mușchi. La plante globulinele se găsesc în cantitate mai mare în semințe, fiind depozitate ca substanțe de rezervă.

*Prolaminele* sunt proteine vegetale solubile în soluții alcoolice apoase. Prolaminele nu coagulează sub acțiunea căldurii și au o valoare alimentară redusă deoarece conțin în cantități foarte mici doi aminoacizi esențiali – *lizină* și *triptofan*.

*Glutelinele* sunt proteine vegetale solubile în soluții diluate de baze și acizi. Glutelinele împreună cu prolaminele sunt componentele principale ale *glutenului*. Proteinele din gluten conferă făinii de grâu proprietatea de a fi panificată.

*Histonele* sunt proteine solubile în apă. Se găsesc sub forma de proteine asociate cu acizii nucleici în *cromozomi*.

*Protaminele* sunt proteine solubile în acizi diluați, prezente doar în regnul animal, se găsesc în cantități mari în lapții de pește.

## *Proteinele complexe*

Componenta prostetică la heteroproteine poate fi reprezentată de glucide (*glicoproteine*), lipide (*lipoproteine*), acid fosforic (*fosfoproteine*), pigmenți (*cromoproteine*), un metal (*metaloproteine*) sau de un acid nucleic (*nucleoproteine*).

1. *Glicoproteinele* au componenta prostetică reprezentată de monoglucide (glucoză, manoză, galactoză, acizi uronici, xiloză), diglucide sau poliglucide. Din clasa glicoproteinelor fac parte anticorprii, interferonii, proteinele plasmei sangvine, laptelui, proteinele membranare, majoritatea hormonilor.

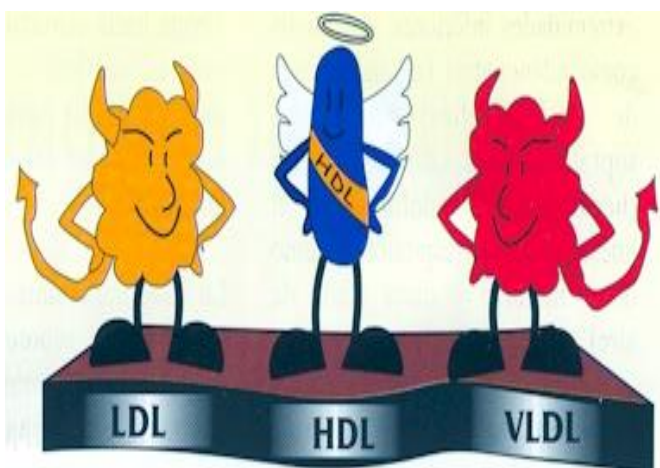
2. *Lipoproteinele* au o componentă prostetică reprezentată de lipide și se clasifică în două grupe:

- *structurale*, insolubile în apă – lipoproteinele membranelor celulare animale, lipoproteinele învelișului fibrelor nervoase, lipoproteinele cloroplastelor și mitocondriilor celulare;
- *libere*, solubile în apă – lipoproteinele laptelui care au un rol energetic, lipoproteinele din ou cu rol în dezvoltarea embrionului, lipoproteinele plasmei sangvine care asigură transportul substanțelor liposolubile de la ficat la țesuturile periferice și în direcție inversă (fosfolipide, colesterol, vitamine, hormoni, medicamente).

În funcție de densitate, lipoproteinele plasmei sangvine se clasifică în patru grupe.

2.1. *Chilomicronii* sunt miclele lipoproteice care transportă triacilglicerolii de la intestin la ficat, mușchi scheletici și țesut adipos;

2.2. *Lipoproteinele cu densitate foarte mică* (engl. VLDL – *very low density lipoproteins*) transportă colesterolul de la ficat în celulele corpului;

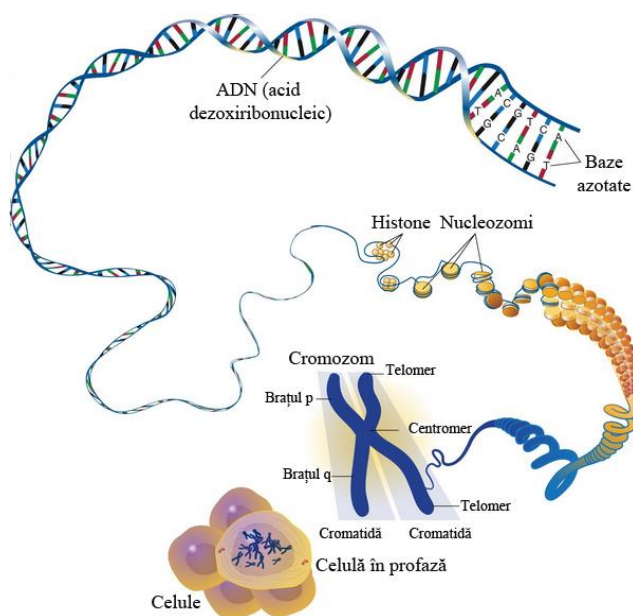


**Fig. 9.3. Clasificarea lipoproteinelor în funcție de densitatea lor**  
și determină apariția aterosclerozei, iar lipoproteinele HDL fiind bogate în fosfolipide au un rol de protecție a organismului.

2.3. *Lipoproteinele cu densitate mică* (engl. LDL – *low density lipoproteins*) transportă colesterolul de la ficat în celulele corpului și este cunoscut sub denumirea de *colesterol rău*;

2.4. *Lipoproteinele cu densitate mare* (engl. HDL – *high density lipoproteins*) colectează colesterolul din celulele corpului și îl transportă din nou la ficat fiind numit *colesterol bun*.

Lipoproteinele LDL (datorită conținutului crescut de colesterol) și VLDL (datorită procentului mare de trigliceride) exercită efecte negative asupra aparatului cardiovascular



**Fig. 9.4. Dezoxiribonucleotide – nucleoproteine cu ADN**

3. *Nucleoproteinele* au o componentă prostetică reprezentată de acizi nucleici și sunt de două tipuri.

3.1. *Ribonucleoproteine* (nucleoproteine cu ARN) sunt principalele componente ale ribozomilor și moleculelor de ARN nuclear mic;

3.2. *Dezoxiribonucleotide* (nucleoproteine cu ADN – fig. 9.4) se găsesc în cantități mari în toate nucleeele celulare, iar în cantități mai mici – în mitocondrii, cloroplaste, citoplasmă; dezoxiribonucleotidele reprezintă cea mai mare parte din masa cromozomilor.

4. *Fosfoproteinele* au componenta prostetică reprezentată de acidul fosforic esterificat cu grupările -OH ale *serinei*, *treoninei* și sunt prezente în organismele tinere vegetale și animale. Acidul fosforic se găsește, de obicei, în fosfoproteine sub forma sărurilor de  $K^+$  sau  $Ca^{2+}$ . Din această categorie fac parte:

- *cazeina* reprezintă în jur de 80% din proteinele laptelui;
- *ovovitelina* furnizează fosforul și aminoacizii necesari embrionului sau organismelor tinere;
- *pepsina* este o enzimă din sucul gastric.

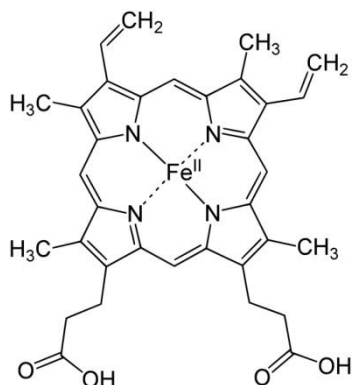
5. *Metaloproteinele* au gruparea prostetică reprezentată de metale ( $Fe^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Co^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Ni^{2+}$ ). Metaloproteinele au roluri diferite în celule: enzimatic, transport și depozitarea proteinelor. O serie de enzime și unii hormoni necesită pentru activitatea lor prezența

obligatorie a unui metal. Metalele în combinație cu proteinele formează *chelați*. Dintre metaloproteine și metaloenzime putem menționa următoarele:

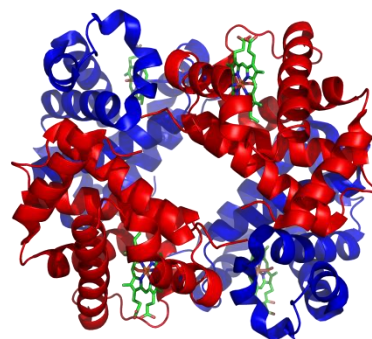
- *ferritina* constituie rezerva de fier a organismelor, reprezintă un complex proteic globular prezent în ficat, splină, măduva osoasă; în organismul uman conținutul de ferritină este de 2 – 4 g;
- *transferinele* sunt o clasă de proteine a plasmei sanguine care asigură transportul fierului – *ovotransferina*, *lactoferrina* transportă fierul în ou (albuș) și respectiv, lapte;
- *ureaza* conține  $\text{Ni}^{2+}$ , catalizează hidroliza ureei până la dioxid de carbon și amoniac;
- *alcooldehidrogenaza* conține  $\text{Zn}^{2+}$ , catalizează oxidarea alcoolilor până la aldehide;
- *ADN-polimeraza* necesită prezența ionilor de  $\text{Mg}^{2+}$  în calitate de cofactor, participă la replicarea moleculei de ADN;
- *glutathionperoxidaza* conține  $\text{Se}^{2-}$ , catalizează reducerea peroxidului de hidrogen până la apă.

6. *Cromoproteinele* au gruparea prostetică reprezentată de o substanță care le imprimă culoare. Majoritatea cromoproteinelor posedă în gruparea prostetică un atom de metal.

- *hemoglobina* (pigmentul respirator al vertebratelor) prezentă în eritrocite și care transportă oxigenul din plămâni la țesuturi și dioxidul de carbon din țesuturi la plămâni (fig. 9.5);
- *mioglobina* este pigmentul din mușchi care asigură rezerva de oxigen pentru scurt timp.



**Fig. 9.5. Hem B – gruparea prostetică a hemoglobinei**



**Fig. 9.6. Structura hemoglobinei umane: roșu – lanțurile  $\alpha$ ; albastru – lanțurile  $\beta$ ; verde – hemul**

În funcție de conformație (forma macromoleculei) se deosebesc proteine *globulare*, *fibrilare* și *membranare*.

1. *Proteinele globulare (sferoproteine)* – au o formă ovală, mai rar sferică, sunt mai mult sau mai puțin solubile în apă unde formează soluții coloidale. Din această categorie fac parte proteinele simple sau complexe (hemoglobina umană – fig. 9.6).

2. *Proteinele fibrilare (scleroproteine)* se găsesc preponderent în organismele animale, sunt insolubile în apă, soluții saline, acizi și baze diluate, solvenți organici neutri. Proteinele sunt formate din lanțuri polipeptidice răsucite sau pliate aranjate paralel, de-a lungul unei singure axe. Distanțele dintre fibrele proteice sunt mici. Au o mare rezistență la acțiunea hidrolizantă a factorilor chimici și a enzimelor. În organism îndeplinesc un rol de protecție și rezistență mecanică, nu joacă nici un rol

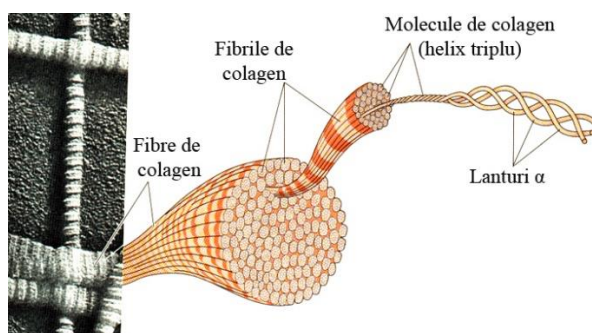


Fig. 9.7. Collagen – proteina fibrilară a țesutului conjunctiv

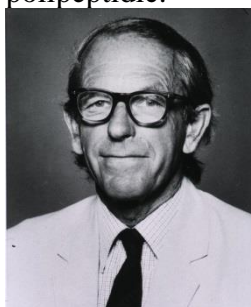
în procesele de nutriție. Principalele tipuri de scleroproteine sunt următoarele: *colagenul* (fig. 9.7) care formează țesutul conjunctiv din cartilaje, ligamente, tendoane; *keratina* formează țesuturile protectoare din corp (epidermă și derivații epidermici: păr, piele, unghii, lână); *elastina* prezentă în vasele sangvine sau ligamente.

3. *Proteinele membranare* îndeplinesc funcții structurale, receptoare, realizând transmiterea semnalelor și transportul transmembranal al substanțelor.

#### 4.4. ORGANIZAREA STRUCTURALĂ A PROTEINELOR

Au fost identificate patru niveluri structurale ale moleculelor proteice: *primară*, *secundară*, *terțiară* și *cuaternară*.

1. *Structura primară* a proteinelor reprezintă o secvență de aminoacizi într-un lanț polipeptidic.



Frederick Sanger

Numărul, tipul și succesiunea aminoacizilor legați prin legături peptidice în molecula de proteină este specific și este determinat genetic. În perioada anilor 1944–1954 biochimistul englez Frederick Sanger a elaborat metoda de secvențiere a proteinelor și a stabilit pentru prima dată structura primară a insulinei. Aceste realizări au stat la baza elaborării metodelor de obținere pe cale sintetică a insulinei și a altor hormoni. Frederick Sanger este unicul savant laureat al premiului Nobel de două ori: în 1958 pentru determinarea structurii primare a insulinei și în 1980 pentru elaborarea metodei de secvențiere a acizilor nucleici.

2. *Structura secundară* a proteinelor se formează datorită legăturilor de hidrogen (între hidrogenul grupei –NH– și oxigenul grupei –C=O), determinând existența a două forme principale de molecule (fig. 9.8):

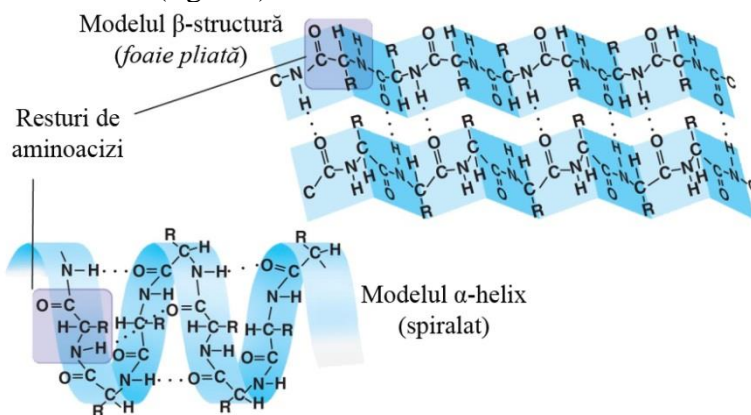
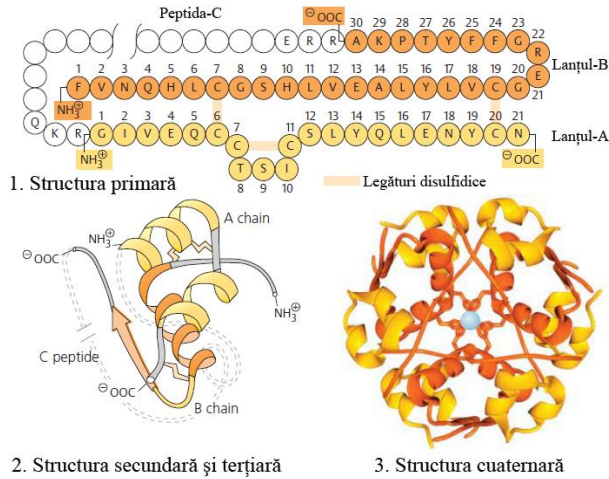


Fig. 9.8. Elementele structurii secundare ale proteinelor

1) *modelul alpha-helix (spiralat)*, cel mai răspândit, care presupune răsucirea în formă de spirală a catenei polipeptidice, cu orientarea pasului spiralei predominant spre dreapta; catenele laterale sunt orientate spre exterior. Legăturile de hidrogen se formează intracatenar. 2) *modelul beta-structură (foaie pliată)* reprezintă o conformație stabilizată prin legături de hidrogen (între grupele –NH– și –C=O) realizate intercatenar.

3. *Structura terțiară* a proteinelor redă gradul de împachetare a lanțului polipeptidic (cu structuri  $\alpha$ -helix sau structuri  $\beta$ -pliate), pentru a forma conformații compacte (de proteină globulară), cât mai stabile energetic.



**Fig. 9.9. Organizarea structurală a insulinei**

4. *Structura cuaternară*, specifică numai anumitor proteine, este cel mai înalt nivel de organizare. Această structură se caracterizează prin asamblarea a câteva catene polipeptidice cu structură proprie (primară, secundară, terțiară) într-o singură moleculă proteică. Acest tip de organizare structurală este caracteristic și pentru insulină, alcătuită dintr-un lanț  $\alpha$  și unul  $\beta$  (fig. 9.9).

#### 4.5. FUNCȚIILE PROTEINELOR ÎN CELULĂ

Proteinele se pot clasifica în dependență de funcțiile biologice pe care le îndeplinesc în celulă.

1. *Proteinele structurale* intră în componența membranelor celulare și a organelor citoplasmice, formează țesuturile epidermice și conjunctive:  *$\alpha$ -keratina* este prezentă în piele, pene, unghii, copite; *colagenul* formează țesutul conjunctiv fibros (tegumente, oase, cartilaje); *elastina* formează țesutul conjunctiv elastic (ligamente, vase sangvine); *mucoproteinele* formează secreții mucoase etc.

2. *Enzimele* catalizează reacțiile chimice care se desfășoară în celulă: *chimozina* este enzima proteolitică din stomacul animalelor tinere; *pepsina* este enzimă proteolitică din sucul gastric.

3. *Proteinele reglatoare* reglează metabolismul celular: *insulina* reglează metabolismul glucozei; *hormonul uman de creștere (HGH)* reglează creșterea și dezvoltarea organismului; *proteinkinazele* sunt proteine receptoare transmembranare care transmit semnale din exterior în interiorul celulei; proteine cu masă moleculară mică de tipul *kinazelor* sunt transductori intracelulari de semnale.

4. *Proteinele de rezervă* reprezintă substraturi de nutriție, asigură creșterea organismelor: *ovalbumina* este proteina din albușul de ou; *cazeina* – proteina din lapte; *feritina* – depozitează fierul în splină.

5. *Proteinele de transport* asigură transportul ionilor, gazelor și al substanțelor chimice în organism: *hemoglobina* transportă  $O_2$  și  $CO_2$  în sângele vertebratelor; *mioglobina* –  $O_2$  în țesutul muscular; *albumina serică* – acizii grași în sânge; *ceruplasmina* – ionii de  $Cu^{2+}$  în sânge; *transferina* – ionii de  $Fe^{3+}$  în sânge. Proteinele de transport sunt localizate și în membranele celulare, asigurând transportul substanțelor din mediu în celulă și în direcție inversă.

6. *Proteinele contractile* participă la toate tipurile de mișcare: separarea cromozomilor în cadrul diviziunilor celulare; contracția mușchilor la animalele multicelulare – *miozina* și *actina*.

7. *Proteinele protectoare (anticorpi sau imunoglobuline – Ig)* sunt molecule ale sistemului imunitar produse de celule ale plasmiei sangvine (*celule B*). Anticorpii identifică și neutralizează proteine străine, agenți patogeni. Proteinele protectoare (*fibrinogenul* și *trombina*) participă la procesul de coagulare a sângelui.

## TESTE DE EVALUARE

### 1. Completați spațiile libere din text.

- 1.1. Aminoacizii sunt compuși care conțin în molecula lor.....
- 1.2. Legătura peptidică se formează între grupările.....
- 1.3. Proteine globulare sunt substanțe solubile.....
- 1.4. Proteinele fibrilare sunt caracteristice pentru.....
- 1.5. Proteinele complexe se clasifică în funcție de.....

### 2. Alegeți răspunsul corect din două variante alternative: Da / Nu.

- 2.1. Aminoacidul alanina are un inel benzenic.
- 2.2. Glicina este un aminoacid optic activ.
- 2.3. Gliadina este o proteină de rezervă a bobului de grâu.
- 2.4. Fenomenul de distrugere a structurii proteinelor se numește denaturare.
- 2.5. Prionii sunt agenți patogeni care provoacă boli gastrointestinale.

### 3. Alegeți varianta sau variantele de răspuns corecte.

- 3.1. Numărul de aminoacizi proteinogeni standard:  
a) 4; b) 20; c) 64; d) 100; e) 220.
- 3.2. Aminoacizii cu sulf:  
a) leucină; b) treonină; c) metionină; d) glicină; e) cisteină; f) acid glutamic.
- 3.3. Proteinele de rezervă:  
a) albumină; b) cazeină; c) miozină; d) insulină; e) ricină; f) prolamină; g) ovalbumină.
- 3.4. Proteinele fibrilare:  
a) cheratină; b) histone; c) gluteline; d) colagen; e) elastină; f) prolamine; g) albumine.
- 3.5. Funcțiile proteinelor în celulă:  
a) catalitice; b) stocare a informației genetice; c) structurale; d) energetice; e) transport; f) protecție.

### 4. Asociați. Funcțiile proteinelor

1. Hemoglobină	A. Catalitice
2. Insulină	B. Structurale
3. Cheratină	C. Reglatoare
4. Anticorp	D. Transport
5. Lactază	E. Protecție

### 5. Selectați termenul care nu se încadrează în grupul tematic prezentat și explicați de ce l-ați separat.

- 5.1. Fenilalanină; arginină; triptofan; tirozină.
- 5.2. Cheratină; actină; miozină; amilază; colagen; elastină.
- 5.3. Albumine; globuline; cazeine; prolamine; gluteline.

### 6. Completați tabelul. Proteine / Acizi nucleici

Asemănări	Deosebiri
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.