

# PROTIDELE

## A. ROLUL PROTIDELOR ÎN ORGANISM

**Protidele** sunt substanțe de bază ale materiei vii, alcătuind protoplasma și nucleul celular. Protidele sunt substanțe organice cuaternare, formate din carbon, hidrogen, oxigen și azot, acest ultim element fiind caracteristic pentru a le deosebi de glucide și lipide care sunt substanțe organice ternare. Elementul azot se găsește într-o proporție destul de constantă între 15 și 19 %. Numeroase protide mai conțin și sulf sau fosfor.

În natură, protidele iau naștere prin sinteză din aminoacizi. Pentru formarea aminoacizilor, plantele pot folosi substanțe azotoase anorganice (săruri de amoniu, azotați sau chiar azotul atmosferic) și sinteza se realizează paralel cu asimilația clorofiliană. Organismele animale, neputând folosi surse de azot anorganic, au nevoie de procurarea aminoacizilor prin alimentație.

Rolul pe care-l îndeplinesc protidele în organismele vii este multiplu, de prezența lor fiind legată însăși existența vieții.

Protidele îndeplinesc în primul rând un rol plastic, fiind constituentele protoplasmei celulare. În corpul omenesc, calculat la substanță uscată, procentul de protide este de circa 62 %, foarte mare în raport cu celelalte componente (7,7 % lipide și 1,9 % glucide). În plante conținutul este mult mai mic, între 2 și 35 %, variind de la specie la specie.

Protidele au și un rol important fiziologic, deoarece intră în compoziția enzimelor și hormonilor, biocatalizatorii proceselor metabolice.

Din punct de vedere energetic, protidele sunt mai puțin importante, organismele preferind glucidele chiar dacă echivalentul caloric al acestora este identic 4,1 kcal/g.

## CLASIFICAREA PROTIDELOR

Din grupa protidelor fac parte toate, substanțele care prin hidroliză pot da naștere la aminoacizi și, în funcție de structura lor chimică, acestea pot fi grupate astfel:

<b>Protide</b>	<i>monopetide</i>	aminoacizi	
	<i>peptide</i>	oligopeptide	dipeptide
			tripeptide
		polipeptide	
	<i>proteide</i>	holoproteide	
heteroproteide			

**Monopeptidele** sau **protidele simple** cuprind aminoacizii, componenții de bază ai protidelor.

**Peptidele** sau **poliprotidele inferioare**, rezultate prin condensarea moleculelor de aminoacizi, cuprind *oligopeptidele* formate din 2 – 8 molecule și *polipeptidele* formate dintr-un număr mare de molecule condensate.

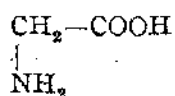
**Proteidele** sau **poliprotidele superioare**, substanțe macromoleculare, cuprind *holoproteidele* (proteine), care prin hidroliză formează numai aminoacizi, și *heteroproteidele*, care prin hidroliză dau naștere și la alte substanțe în afară de aminoacizi.

## B. AMINOACIZII

**Aminoacizii** sunt substanțe organice cu funcțiuni mixte, conținând grupările funcționale *carboxil* și *amino*. În structura protidelor se întâlnesc circa 30 aminoacizi, majoritatea  $\alpha$ -aminoacizi, atât alifatici, cât și aromatici și heterociclici. Principalii aminoacizi sunt prezentați în schema de mai jos, grupați în funcție de structura lor chimică:

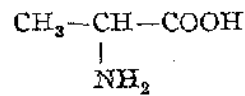
Aminoacizii	alifatici	monobazici	Glicocol
			Alanina
			Valina
			Leucina
			Serina
			Treonina
			Cisteina
			Metionina
		bibazici	Acid asparagic
			Acid glutamic
	diaminoacizi	Ornitina	
		Lizina	
	aromatici	Fenilalanina	
		Tirozina	
heterociclici	Triptofan		
	Histidina		

**Glicocolul** sau **glicina** (acidul aminoacetic).



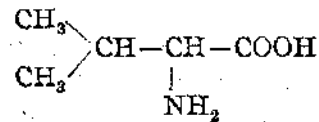
Nu intră în compoziția tuturor protidelor. Se găsește în special, în scleroproteide (gelatină). Organismul animal folosește glicocolul în procesele de dezintoxicare, deoarece acesta se poate combina cu unele substanțe toxice rezultate din metabolism.

**Alanina** (acidul  $\alpha$ -aminopropionic).



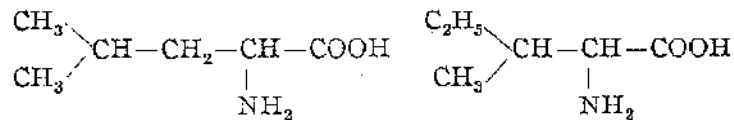
Este foarte răspândită în natură, prezentă în toate proteinele. Are rol foarte important în metabolism, deoarece poate fi transformată în acid piruvic și acid lactic. Participă de asemenea la formarea acidului pantotenic. În natură se întâlnește și sub forma de ( $\beta$ -alanină, care intră în compoziția unei peptide din carne (carnozina).

**Valina** (acidul  $\alpha$ -aminoizovalerianic).



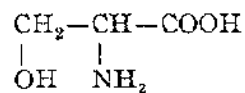
Se găsește în cantități mici în majoritatea proteinelor.

**Leucina și izoleucina** (acidul  $\alpha$ -aminoizocaproic).



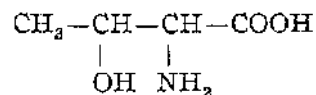
Au fost izolate din gluten și se mai găsesc în caseină.

**Serina** (acidul  $\alpha$ -amino- $\beta$ -hidroxipropionic).



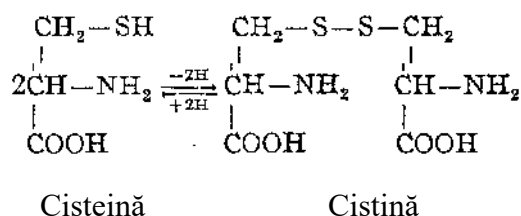
Intră în compoziția unor lecitine și enzime, îndeplinind astfel și un rol fiziologic.

**Treonina** (acidul  $\alpha$ -amino- $\beta$ -hidroxibutiric).



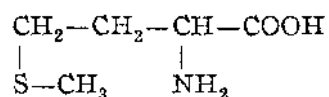
Este un component al caseinei.

**Cisteina** (acidul  $\alpha$ -amino- $\beta$ -tiopropionic) este un tioaminoacid propriu regnului animal, prezent în toate celulele, unde ia parte la procesele de oxidoreducere, putând trece ușor în *cistină*:

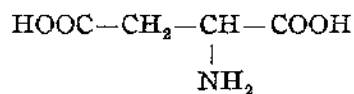


Este un tioaminoacid care a fost izolat din cazein\u0103, dar se g\u0103se\u0219te \u0219i \u00een multe proteine vegetale.

**Metionina** (acidul  $\alpha$ -amino $\gamma$ -metiltiobutiric).

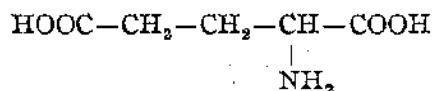


**Acidul asparagic** (acidul  $\alpha$ -aminosuccinic).



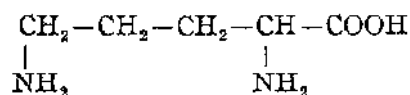
Este caracteristic regnului vegetal, unde se g\u0103se\u0219te sub forma unei amide — *asparagina*.

**Acidul glutamic** (acidul  $\alpha$ -aminoglutaric).



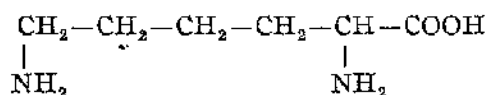
Se g\u0103se\u0219te \u00een proteinele animale \u0219i vegetale, \u00een cantitate mai mare \u00een gluten. Ca \u0219i acidul asparagic formeaz\u0103 o amid\u0103 important\u0103 — *glutamina*.

**Ornitina** (acidul  $\alpha,\delta$ -diaminovalerianic).



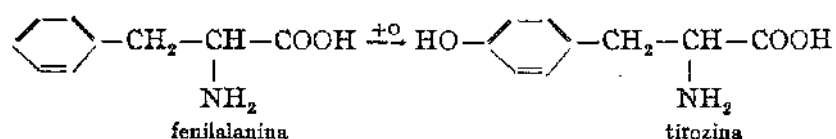
Se g\u0103se\u0219te \u00een special \u00een proteinele animale sub form\u0103 de *arginin\u0103*, de exemplu \u00een albu\u0219ul de ou, ser etc.

**Lizina** (acidul  $\alpha,\epsilon$ -diaminocapronic).

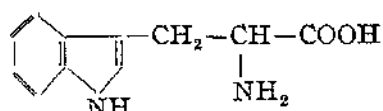


Este foarte important\u0103, prezent\u0103 \u00een albu\u0219ul de ou, cazein\u0103, gluten.

**Fenilalanina** (acidul  $\beta$ -fenil- $\alpha$ -aminopropionic) este o componentă a multor proteine și prin oxidarea ei se poate obține *tirozina*, care stă la baza formării a doi hormoni importanți *tiroxina* și *adrenalina*:

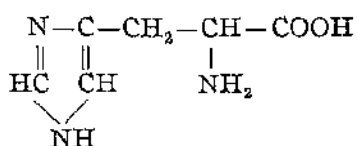


**Triptofanul** (indolilalanina)



Intră în componența multor proteine vegetale și animale și are rol în metabolism participând la formarea vitaminei B<sub>5</sub>.

**Histidina** (imidazolilalanina)



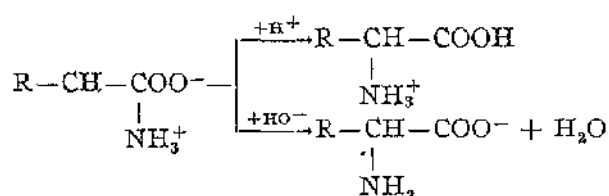
Este caracteristică, în special, proteinelor din sânge și prin decarboxilare, formează *histamina*, substanță cu rol de hormon.

Aminoacizii alifatici cu catenă ramificată, cât și unii aminoacizi aromatici și heterociclici nu pot fi obținuți de organism prin reacții metabolice de sinteză și au fost numiți *aminoacizi-esențiali*, adică absolut necesari a fi prezenți în proteinele folosite în alimentație (valina, leucina, izoleucina, treonina, metionina, lizina, fenilalanina și triptofanul).

## PROPRIETĂȚILE FIZICO-CHIMICE

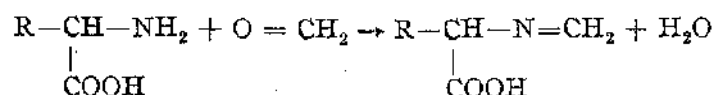
Aminoacizii sunt substanțe solide, incolore, cristalizate, în majoritate ușor solubile în apă. Aminoacizii, cu excepția glicocolului, sunt substanțe optic-active.

Aminoacizii prezintă, în general, caracter amfoter; în soluție apoasă formează ioni dipolari (amfiioni), funcționând ca substanțe tampon. Ei au rol în menținerea pH-ului constant în organism, deoarece pot reacționa atât cu ionii hidroxil cât și cu cei de hidrogen:

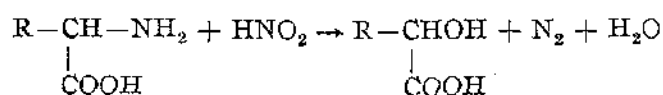


Proprietățile chimice ale aminoacizilor sunt determinate de prezența celor două grupe funcționale. Datorită prezenței grupării carboxil, aminoacizii reacționează cu metalele dând săruri, și cu alcoolii formând esteri; de asemenea sunt transformați în amide în prezență de amoniac. Mai importante sunt însă reacțiile grupării amino, folosite ca metode de dozare pentru aminoacizi:

**Reacția cu aldehida formică (metoda Sörensen):**

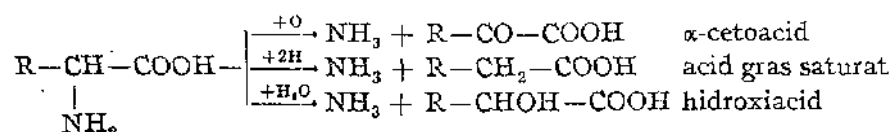


**Reacția cu acid aztos (metoda van Slyke):**

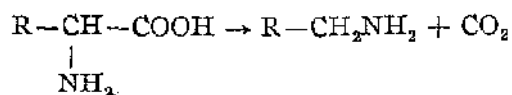


Aminoacizii pot suferi reacții de decarboxilare, dezaminare și transaminare, transformări biochimice deosebit de importante care se desfășoară în organism sub acțiunea unor enzime.

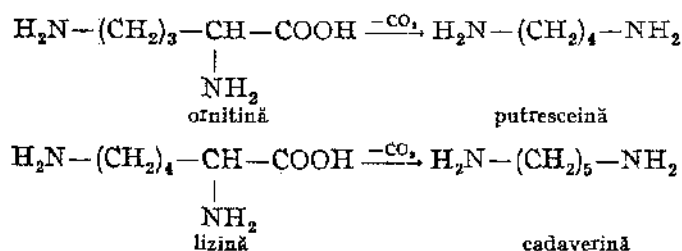
**Dezaminarea** poate avea loc pe mai multe căi, prin oxidare, prin reducere și prin hidroliză, astfel:



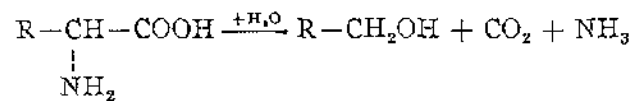
**Decarboxilarea** aminoacizilor duce la formarea de amine:



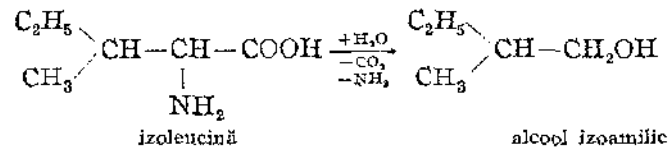
Astfel pot lua naștere amine cu importanță fiziologică (de exemplu *histamina* din histidină), dar și unii compuși toxici ca *putresceina* (din ornitina) și *cadaverina* (din lizină), sub acțiunea unor bacterii în procesele de putrefacție:



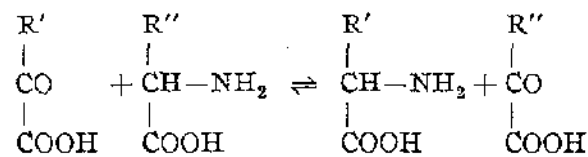
Decarboxilarea concomitent cu o dezaminarea duc la formarea de alcooli:



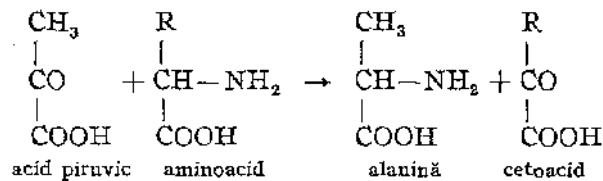
Reacția aceasta stă la baza formării unor alcooli importanți (alcool amilic și izoamilic) în procesele fermentative:



**Transaminarea** reprezintă reacția de transfer a grupării amino de la un aminoacid la un cetoacid; în urma acestei reacții rezultă tot un aminoacid și un cetoacid, dar diferiți de cei de la care s-a plecat, astfel:



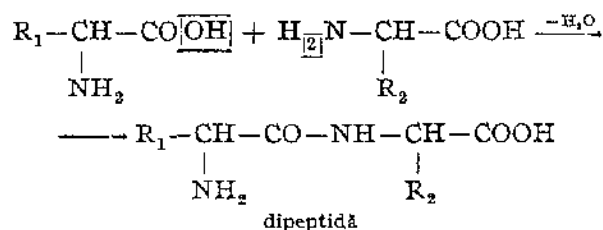
De exemplu, din acid piruvic se poate obține alanină:



Reacția aceasta prezintă deosebit interes în metabolism, permițând sinteza unor aminoacizi; reacția nu poate fi aplicată pentru obținerea aminoacizilor esențiali, deoarece nu există cetoacizii corespunzători.

## C. PEPTIDELE

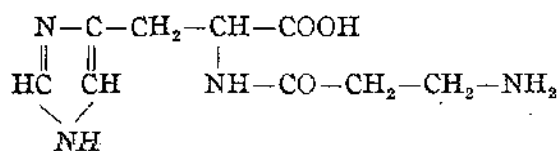
Peptidele sunt substanțe rezultate prin condensarea a două sau mai multe molecule de aminoacizi, uniți prin *legături -peptidice* [—CO—NH—], astfel:



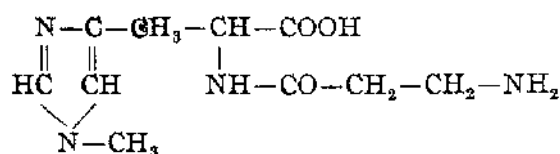
Peptidele formate prin condensarea unui număr mai mic de molecule de aminoacizi (2—8) se numesc *oligopeptide* (dipeptide, tripeptide etc.), iar cele în care numărul de molecule este foarte mare se numesc *polipeptide*.

În natură, peptidele pot lua naștere prin sinteză din aminoacizi naturali sau se formează ca produși de hidroliză ai proteinelor. Cele mai importante peptide sunt: carnozina, anserina, glutationul și insulina.

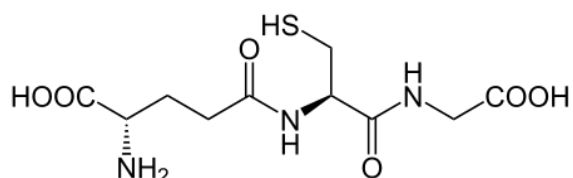
**Carnozina** este o dipeptidă care se găsește în mușchii mamiferelor și se formează prin condensarea din histidina și β-alanină:



**Anserina** (metilcarnozina) este prezentă în mușchii păsărilor:

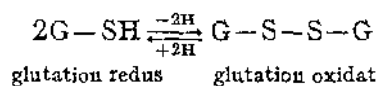


**Glutationul** este o tripeptidă formată din acid glutamic, cisteină și glicocol și a fost izolată din drojdia de bere. Se găsește aproape în toate țesuturile, în cantitate mai mare în embrionul de grâu și în ficat.



Glutationul joacă un rol important în procesele de oxidoreducere datorită conținutului de cisteină se poate oxida ușor, funcționând ca reducător:





**Insulina** este o polipeptidă formată prin condensarea a 51 molecule de aminoacizi. Este secretată de către pancreas și îndeplinește rol de hormon reglând metabolismul glucidelor. Este administrată pentru tratamentul diabetului zaharat.

### **PROPRIETĂȚILE FIZICO-CHIMICE**

Majoritatea peptidelor sunt substanțe solide, ușor solubile în apă; solubilitatea peptidelor în apă scade o dată cu creșterea masei moleculare.

Ca și aminoacizii, peptidele prezintă caracter amfoter și joacă în organism rolul de substanțe tampon.

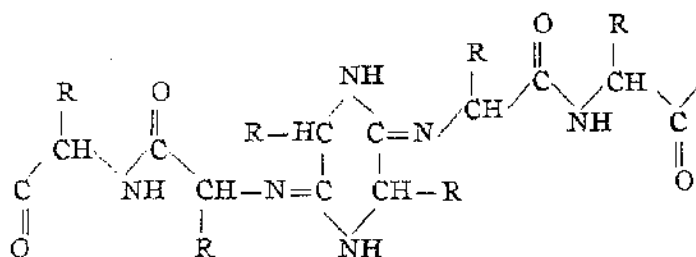
Prin hidroliză peptidele se scindează în aminoacizii componenți; reacția de hidroliză poate fi efectuată la cald în prezență de acizi sau pe cale enzimatică, cu ajutorul unor enzime denumite *peptidaze*.

## D. PROTEIDELE

*Proteidele* sunt compuși macromoleculari cu structură complexă având la bază aminoacizi uniți între ei prin legături peptidice; masa lor moleculară variază între zeci de mii și câteva milioane.

În natură, diferitele proteide se deosebesc prin compoziția lor în aminoacizi și prin structura macromoleculară. În compoziția proteidelor apar mai frecvent circa 20 de aminoacizi, ceilalți fiind întâlniți mai rar.

Structura proteidelor a fost îndelung studiată și, potrivit ultimelor teorii se admite că molecula are la bază catene lungi unde aminoacizii sunt uniți prin legături peptidice și în care apar intercalate anumite structuri ciclice:



Structura complexă a proteidelor este determinată și de prezența unor *legături de hidrogen* ce apar datorită electronegativității grupării —CO— și electropozitivității grupării —NH din legăturile peptidice. Re asemenea, în funcție de pH apar *legături ionice* între grupările —COOH și —NH<sub>2</sub> libere ce sunt ionizate.

Forma macro moleculei poate fi diferită în spațiu, determinând două tipuri fundamentale de proteide cu proprietăți caracteristice:

— *proteide globulare* (sferoproteide) cu o structură spiralată, fiecare spiră fiind formată din 3 – 7 resturi de aminoacizi, stabilizată prin legături de hidrogen (fig. 15):



Fig. 15. Structura spiralată a proteidelor.

— *proteide fibrilare* (scleroproteide) unde se întâlnește structura în „foaie pliantă” (fig. 16) și la care legăturile de hidrogen mai numeroase formează un „grilaj peptidic”.

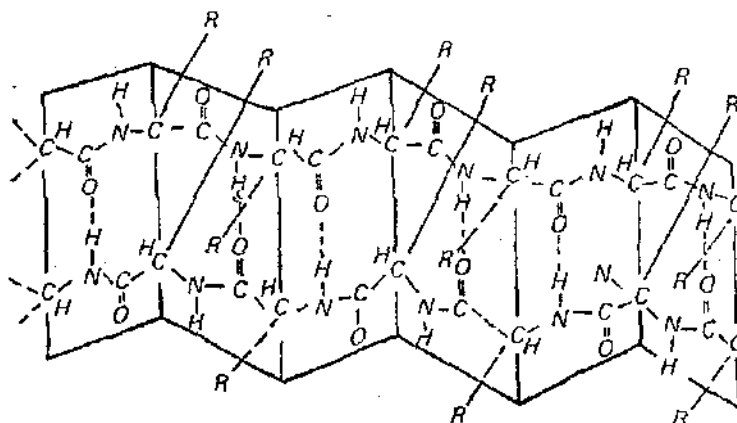


Fig. 16. Structura în foaie pliantă a proteidelor.

Proteidele constituie în natură o clasă de substanțe foarte numeroase, a căror clasificare a fost făcută în funcție de compoziția chimică și structură, precum și de originea acestora și solubilitatea lor. În schema de mai jos este prezentată clasificarea proteidelor și principalii reprezentanți:

Proteide	Holoproteide	Globulare	Protamine: ciprina, clupeina, sturina
			Histone: globina
			Albumine: ovalbumina, lactalbumina, mioalbumina, serumalbumina, legumelina, leucozina
			Globuline: ovoglobulina, lactoglobulina, serumglobulina, miozina, fibrinogen, legumina, edestina
			Gliadine: gliadina, zeina, hordeina
			Gluteine: glutenina
	Fibrilare	Colagene: colagenul, oseina	
		Elastine: elastina	
		Keratine: keratina, fibroina	
	Heteroproteide		Metaloproteide: feritina
			Cromoproteide: hemoglobina, cloroglobina, citocromii
			Fosfoproteide: cazeina, fosfovitina
			Nucleoproteide: nucleoproteine
		Glicoproteide: mucine	
	Lipoproteide: ovovitelina		

**Proteidele globulare** sunt cele mai răspândite în natură și cele mai importante din punct de vedere alimentar.

— *Protaminele* sunt proteidele cele mai simple, solubile în apă și nu coagulează prin încălzire. Se găsesc în cantitate mai mare în lapții de pește: *ciprina* în crap, *clupeina* în scrumbii, *sturina* în nisetru, *salmina* în somn.

— *Histonele* sunt proteide solubile, în apă, dar coagulează prin încălzire. Sunt componenții principali ai nucleoproteidelor. Dintre histone face parte și *globina*, constituent al

hemoglobinei din sânge. Histonele au caracter bazic, ca și protaminele, dar mai puțin pronunțat.

— *Albuminele* sunt proteide cu caracter neutru, conținând sulf și au fost cele mai bine studiate fiind primele cunoscute. Sunt substanțe solubile în apă, dar insolubile în soluții saturate de sulfat de amoniu. Coagulează prin încălzire la temperatură mai mare de 70°C.

Albuminele sunt larg răspândite atât în regnul vegetal, cât și în regnul animal. Dintre albuminele de origine animală fac parte: *ovalbumina* din ou, *lactalbumina* din lapte, *mioalbumina* din mușchi și *serumalbumina* din sânge. Prin precipitarea la cald a lactalbuminei din zer, se obține un aliment dietetic — urda. Albuminele vegetale mai bine cunoscute sunt: *legumelina* din semințele leguminoaselor, *leucozina* din cereale și *soina* din soia.

— *Globulinele* sunt larg răspândite în natură ca și aluminele, pe care le însoțesc. Globulinele se deosebesc de albumine prin faptul că au un caracter mai acid, sunt insolubile în apă, dar solubile în soluții diluate de săruri (NaCl 10 %). Cele mai cunoscute globuline din regnul animal sunt: *ovoglobulina* din ou, *lactoglobulina* din lapte, *miozina* din mușchi și *fibrinogenul* din sânge, ultimele două prezentând totuși o structură fibrilară. Dintre globulinele vegetale fac parte: *faseolina* din fasole, *legumina* din mazăre, linte, *glicilina* din soia, *tuberina* din cartofi, *edestina* din grâu și *amandina* din migdale.

— *Prolaminele* sau *gliadinele* sunt proteide de origine vegetală cu caracter mai acid, insolubile în apă, dar solubile în alcool 50 – 70 %.

Prolaminele sunt caracteristice cerealelor, în afară de orez: *gliadina* în grâu și secară, *zeina* în porumb, *hordeina* în orz și *avenina* în ovăz.

— *Glutelinele* sunt proteide vegetale asemănătoare cu prolaminele, dar au un caracter mai acid, sunt insolubile în apă și în alcool, dar sunt solubile în soluții diluate de alcalii.

Glutelinele se găsesc atât în părțile verzi ale plantelor cât și în semințele cerealelor: *glutenina* în grâu, *orezenina* în orez etc.

Glutenina împreună cu gliadina sunt componentii glutenului și prezența lor condiționează obținerea unui aluat elastic la fabricarea pâinii din făină de grâu.

**Proteidele fibrilare** sau **scleroproteinele** sunt specifice regnului animal, participând la formarea scheletului și tegumentelor. Scleroproteidele sunt caracterizate printr-un conținut mare de sulf și, în general nu prezintă valoare alimentară, deoarece sunt insolubile în apă și cu greu pot fi hidrolizate parțial în procesul de digestie.

— *Colagenele* reprezintă circa 50 % din proteidele corpului omenesc și se găsesc în țesuturile conjunctive, în piele, tendoane (*colagenul*) sau în oase (*oseina*).

Colagenele pot fi solubilizate prin fierbere îndelungată, rezultând *gelatina*. Gelatina

este solubilă în apă la cald, iar la rece gelifică, fiind folosită la obținerea unor preparate (piftie, jeleu, șarlotă etc.).

— *Elastinele* sunt prezente în artere și tendoane, se deosebesc de colagene prin faptul ca nu pot fi gelificate prin fierbere.

— *Keratinele* sunt proteine bogate în sulf, cu rol de protecție în organism. Sunt prezente în păr, unghii, copite, coarne, pene, lână etc., cele mai cunoscute fiind: *keratina* din unghii și păr, precum și *fibroina* și *sericina* din fibrele de mătase naturală.

Heteroproteidele sunt proteide cu structură complexă, caracterizate prin prezența unor *grupări prostetice* de natură neproteică.

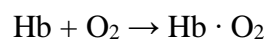
— *Metaloproteidele* conțin în molecula lor diferite metale.

Cele mai importante sunt metaloproteidele cu fier: *feritina* cu rol în sinteza hemoglobinei. Dintre proteinele care conțin cupru fac parte *hemocianinele*, cu rol de transportor al oxigenului în sângele crustaceelor. Dintre metaloproteide fac parte și unele enzime: oxidaze (Fe, Cu), dehidrogenaze (Zn) etc.

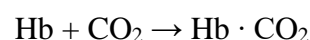
— *Cromoproteidele* sunt proteide în care gruparea prostetica este un pigment; dintre acestea mai importante sunt *hemoglobina*, *cloroglobina* și *citocromii* (fermenții respiratori).

Cloroglobina (cloroplastina) se găsește în plantele verzi și conține pigmentul *clorofila* cu rol în asimilația clorofiliană.

Hemoglobinele sunt prezente în globulele roșii din sânge și sunt formate *dintr-o globină* (96 %) și din *hem* (4 %), un pigment roșu care conține un atom de  $\text{Fe}^{2+}$ . Hemoglobina joacă rol de transportor al oxigenului în sânge. Oxigenul molecular este fixat la atomul de fier al hemoglobinei și rezultă *oxihemoglobina*, reacția având caracter reversibil:



Oxigenarea sîngelui are loc la o presiune ridicată de oxigen în plămâni, prin inspirație, iar la presiune scăzută în țesuturi, oxigenul este cedat. Hemoglobina eliberată preia dioxidul de carbon, transformându-se în *carbhemoglobină* și face transportul invers de la țesuturi la plămâni; dioxidul de carbon este cedat prin expirație:



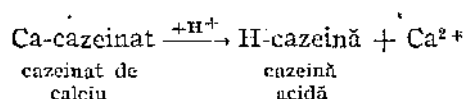
În cazul când în aer se găsește oxid de carbon, pentru care hemoglobina are o mare afinitate, se formează *carboxihemoglobina* și se împiedică fixarea normală a oxigenului, având loc o intoxicație gravă.

Tot din hemoglobine mai face parte *mcthemoglobina* în care gruparea prostetică este *hemina*, pigment din carne conținând  $\text{Fe}^{3+}$  ce nu poate fixa oxigenul.

— *Fosfoproteidele* conțin ca gruparea prostetică acidul fosforic și sunt proteide cu valoare alimentară mare, prezente mai ales în ouă și lapte.

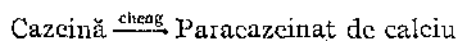
**Cazeina** este fosfoproteida din lapte și se găsește sub formă de soluție coloidală, destul de stabilă în rezența ionilor de  $\text{Ca}^{2+}$ , încât nu precipită prin fierbere.

Cazeina poate fi precipitată de acizi, îndepărtându-se calciul, astfel:



Procesul are loc sub influența bacteriilor lactice care produc acirea laptelui, prin formare de acid lactic.

O precipitare a cazeinei se poate realiza și pe cale enzimatică sub acțiunea cheagului, care se găsește în stomacul animalelor tinere, în acest caz, cazeina se transformă în *paracazeină* (paracazeinat de calciu) insolubilă, coagul care prin prelucrare permite obținerea diferitelor brânzeturi:



**Fosfovita** este o fosfoproteida foarte valoroasă din punct de vedere nutritiv, care se găsește în gălbenușul de ou.

— *Nucleoproteidele* sunt heteroproteide caracteristice nucleului, formate din protamine sau histone și având ca grupare prostetică *acizii nucleici*.

Acizii nucleici sunt substanțe complexe formate dintr-o bază organică heterociclică (pirimidinică sau purinică), o pentoză (riboza sau dezoxiriboza) și acid fosforic. Acizii ribonucleici (ARN) și dezoxiribonucleici (ADN) joacă un rol, important în biosinteza proteinelor, asigurând caracterul specific al acestora.

Pentru a sintetiza diferitele proteine celulare, organismul trebuie să asigure o anumită compoziție în aminoacizi și o anumită succesiune a acestora în lanțul polipeptidic. Succesiunea aminoacizilor este determinată genetic și realizată prin intervenția acizilor nucleici.

Structura codificată este purtată de acidul dezoxiribonucleic ADN și transmisă unui acid ribonucleic cu rol de matrită, ARN-matriceal. Sinteza are loc apoi cu ajutorul ARN de transfer care transportă câte un triplet de aminoacizi activați pe ribozomii așezați în lamele (fig. 17).



**Precipitarea** proteinelor din soluție se poate obține prin adăugare de alcool sau electroliți. Procesul poate fi reversibil, dacă nu s-a produs o denaturare importantă a structurii proteidelor, și poate avea loc o redizolvare prin adaosul unei cantități mari de apă.

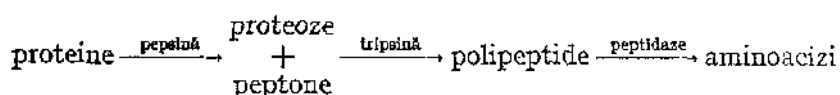
**Denaturarea** proteidelor poate fi determinată prin:

- agenți mecanici: agitare;
- agenți fizici: căldură, raze ultraviolete;
- agenți chimici: acizi, baze, săruri ale metalelor grele, alcool. Produsele alimentare

pot suferi denaturări în procesul de obținere și prelucrare a lor. O denaturare a proteidelor are loc la uscarea fructelor și legumelor, a peștelui, la obținerea prafului de lapte și de ouă etc. O denaturare sub acțiunea acizilor are loc, de exemplu, la coagularea cazeinei prin acidifierea laptelui. De asemenea, în timpul tratamentului termic aplicat produselor de origine animală, are loc o denaturare a proteidelor manifestată în special prin coagularea acestora (ou, carne). Dacă aceste tratamente se execută corect, denaturarea are un efect pozitiv din punct de vedere al alimentației, proteidele denaturate putând fi digerate mai ușor decât cele naturale.

Denaturarea are efect și asupra proprietăților fiziologice ale proteidelor, fapt de mare însemnătate în natură, căci conduce la inactivarea enzimelor și distrugerea microorganismelor prin sterilizare.

**Hidroliza proteidelor** poate fi efectuată în prezența de acizi diluați, prin încălzire și, în acest caz, ea este totală, ajungându-se până la aminoacizii componenți. O hidroliză parțială se poate realiza pe cale enzimatică cu ajutorul *enzimelor proteolitice* și atunci se petrece treptat, putând fi separați produșii de hidroliză:



*Proteozele*, denumite și *clbumeze*, sunt substanțe solubile în alcool diluat și pot fi precipitate în prezența unor săruri (sulfat de amoniu, sulfat de zinc).

*Peptonele* sunt produși de hidroliză mai avansată, solubili chiar în alcool concentrat și în prezența sărurilor nu precipită.

Hidroliză este reacția care asigură procesul de digestie a proteinelor și deci asimilarea acestor substanțe. În țesuturi, descompunerea proteinelor celulare până la aminoacizi se realizează în mod analog sub acțiunea complexului enzimatic — *catepsine*; transformările sunt reversibile, putând avea loc și sinteza proteinelor prin condensarea aminoacizilor.



***Verificați-vă cunoștințele!***

1. Ce rol îndeplinesc protidele în organism?
2. Care sunt aminoacizii esențiali pentru organismul uman și de ce?
3. Ce produși pot lua naștere prin dezaminare din alanină? Scrieți ecuația reacțiilor.
4. Ce produși pot lua naștere prin decarboxilare din alanină? Scrieți ecuația reacțiilor.
5. Reprezentați reacția de transaminare între acidul asparagic și acidul piruvic. Ce substanțe rezultă?
6. Ce dipeptide sunt prezente în țesutul muscular?
7. Prin ce se deosebesc proteinele fibrilare de cele globulare?
8. Cum variază solubilitatea principalelor grupe de holoproteide?
9. În ce condiții poate avea loc hidroliza proteinelor? Ce produși se obțin?
10. Care sunt factorii care determină denaturarea proteinelor? Ce importanță practică prezintă?

## ***LUCRĂRI PRACTICE***

### **A. CERCETAREA PROPRIETĂȚILOR PROTEINELOR (albumine)**

#### **1. PRECIPITAREA PROTEINELOR**

Proteinele pot fi precipitate din soluție sub acțiunea unor factori fizico-chimici, care produc denaturarea.

Se prepară o soluție de albumină, amestecând într-un pahar un albuș de ou cu 100 mL apă; se folosește soluția limpede de deasupra obținută prin decantare.

Într-o eprubetă se introduc 5 mL soluție de albumina și se încălzește la fierbere; soluția se tulbură deoarece proteina precipită (coagulare).

Se iau trei eprubete în care se introduc câte 2 – 3 mL soluție de albumină și apoi se adaugă:

- în eprubeta 1, câteva picături de acid clorhidric concentrat;
- în eprubeta 2, circa 1 mL alcool etilic 95°;
- în eprubeta 3, circa 1 mL acetat de plumb 0,5 %, sau azotat de argint 3 % sau sulfat de cupru 1 %.

Conținutul eprubetelor se tulbură din cauza precipitării proteinei.

#### **2. HIDROLIZA PROTEINELOR**

Proteinele pot fi descompuse prin hidroliză cu ajutorul acizilor sau bazelor; produșii de hidroliză nu mai precipită din soluție.

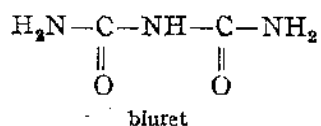
Într-o eprubetă se introduc 2 – 3 mL soluție de albumină și 2 mL hidroxid de sodiu soluție 30 %. Se încălzește la fierbere câteva minute. Inițial se formează un precipitat, care apoi se dizolvă, soluția devenind limpede.

Dacă se adaugă 1 mL soluție concentrată de sulfat de cupru, nu se mai formează precipitat, dar apare o colorație albastră-violetă, datorită formării unui complex între aminoacizi (rezultați în urma hidrolizei) și ionii de  $\text{Cu}^{2+}$ .

#### **3. REACȚII DE IDENTIFICARE A PROTEINELOR**

Proteinele dau anumite reacții de culoare care pot servi la identificarea lor. Unele reacții au caracter general, altele sunt specifice datorită prezenței unor anumiți aminoacizi.

— *Reacția biuretului* constă în apariția unei colorații violacee (albastru-violet sau violet-roz) pe care o dau proteinele în mediu puternic alcalin, în prezența unei soluții diluate de sulfat de cupru. Aceasta reacție poate fi dată și de peptidele în molecula cărora se găsesc cel puțin două legături peptidice, ca în biuret, de unde și denumirea probei:



— *Reacția xantoproteică* se caracterizează prin apariția culorii galbene, când se tratează o proteină cu acid azotic concentrat, la cald. Reacția este dată numai de proteinele care conțin aminoacizi cu nucleu aromatic (tirozină, triptofan) ce pot forma nitroderivați.

— *Reacția sulfurii de plumb* se obține în cazul proteinelor cu tioaminoacizi (cisternă, metionină), în prezența acetatului bazic de plumb. Prin încălzirea soluției, din cauza hidrogenului sulfurat care se degajă, se formează sulfura de plumb un precipitat de culoare bnmă-neagră.

## **B. DETERMINAREA AZOTULUI TOTAL (metoda Kjeldahl)**

Conținutul de azot din produsele alimentare se determină cu scopul aprecierii cantității de substanțe proteice existente.

Pentru determinarea conținutului în azot, produsul alimentar este supus dezagregării prin încălzire, în prezență de acid sulfuric concentrat și un catalizator (mercur). Substanțele ternare sunt îndepărtate sub formă de dioxid de carbon și apă prin oxidare totală, iar azotul este transformat în amoniac și fixat sub formă de sulfat de amoniu. Amoniacul este apoi pus în libertate prin distilare și determinat prin titrare.

### **REACTIVI NECESARI:**

- Acid sulfuric concentrat ( $d = 1,84 \text{ g/mL}$ ).
- Acid sulfuric 0,1 n.
- Hidroxid de sodiu 30 %.
- Hidroxid de sodiu 0,1 n.
- Sulfura de potasiu 4 %.
- Mercur.
- Roșu de metil 0,2 %, m alcool 60 %.

## MODUL DE LUCRU

Într-un balon Kjeldahl se introduc circa 1,5 g produs fin mărunțit, se adaugă 2 – 3 picături de mercur și 20 mL acid sulfuric concentrat. Dezagregarea se execută sub nișă și încălzirea durează câteva ore, până la dispariția completă a particulelor de cărbune (fig. 18).

După terminarea dezagregării, amestecul este supus distilării (fig. 19); se adaugă 100 mL apă distilată, 100 mL hidroxid de sodiu și 25 mL sulfura de potasiu. Distilatul, circa 150 – 200 mL, se prinde într-un pahar Erlenmeyer în care s-au introdus 20—30 acid sulfuric 0,1 n și câteva picături de indicator (roșu de metil). Excesul de acid sulfuric se titrează apoi cu soluție de hidroxid de sodiu 0,1 n, până când culoarea virează de la roșu la galben.

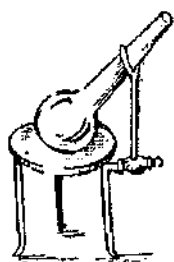


Fig. 18. Dozarea azotului prin metoda Kjeldahl.

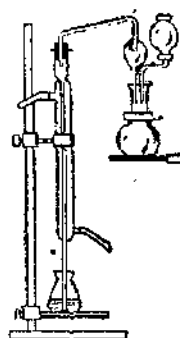


Fig. 19. Instalație pentru distilarea amoniacului.

Conținutul de azot se calculează pe baza relației:

$$\text{Azot } \% = 0,0014 (V - V_1) \cdot \frac{100}{a},$$

în care:

$V$  = volumul de acid sulfuric 0,1 n folosit, în mL;

$V_1$  = volumul de hidroxid de sodiu 0,1 n folosit la titrate, în mL;

$a$  = masa de probă luată pentru analiză, în g;

0,0014 = masa de azot corespunzător la 1 mL acid sulfuric 0,1 n, în g.

Cunoscând conținutul de azot, cantitatea de substanțe proteice se poate calcula astfel:

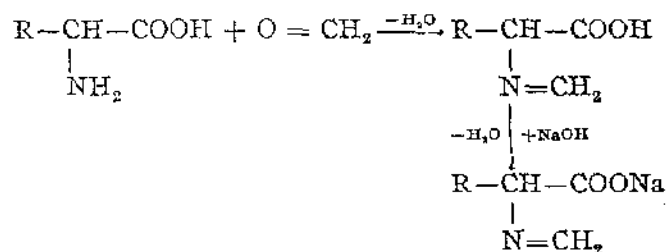
$$\text{Proteine } \% = 6,25 N (\text{azot})$$

Factorul 6,25 reprezintă grame proteină la 1 g azot și a fost stabilit tinând seama ca în proteine azotul se găsește în proporție medie de 16 % ( $100/16 = 6.25$ ).

### C. DETERMINAREA AMINOACIZILOR (metoda azot-formol)

Metoda se bazează pe proprietatea aminoacizilor de a reacționa cu aldehida formică, care blochează gruparea amino și lasă gruparea carboxil liberă. Aminoacidul poate fi determinat apoi prin titrare cu hidroxid de sodiu în prezență de fenolftaleină ca indicator.

Reacțiile chimice care au loc sunt următoarele:



#### REACTIVI NECESARI:

- Hidroxid de sodiu 0,1 n.
- Formol 40 %, neutralizat.
- Fenolftaleină, soluție 1 %.

#### MODUL DE LUCRU

Într-un vas Erlenmeyer se introduc 20 mL soluție de analizat, 10 picături fenolftaleină, se neutralizează cu hidroxid de sodiu 0,1 n până la colorație roz, după care se adaugă 10 mL soluție formaldehidă. Se titrează apoi cu hidroxid de sodiu 0,1 n până se obține o colorație roșie identică cu a probei-martor.

Proba-martor se obține din 10 mL soluție formaldehidă, 10 mL apă distilată, 10 picături de fenolftaleină, peste care se adaugă hidroxid de sodiu 0,1 n până se obține o culoare roșie netă (0,2 – 0,4 mL).

Conținutul în aminoacizi se exprimă, de obicei, în glicocol și se calculează pe baza relației:

$$\text{Glicocol } \% = (V - V_1)0,0075 \frac{100}{a},$$

în care:

$V$  — volumul de hidroxid de sodiu 0,1 n folosit la titrarea probei, în mL;

$V_1$  — volumul de hidroxid de sodiu 0,1 n adăugat probei martor, în mL;

$a$  — masa de probă luată pentru analiză, în mL;

0,0075 — glicocol corespunzător la 1 mL hidroxid de sodiu 0,1 n, în g.