

## Proteíny ( bielkoviny)

### Cieľové požiadavky

**Obsah:** Bielkoviny (proteíny), biologická funkcia. Aminokyselina, glycín, alanín. Esenciálne aminokyseliny. Peptidová väzba. Primárna, sekundárna, terciárna a kvartérna štruktúra bielkovín. Fibrilárne, globulárne bielkoviny. Denaturácia. Lipoproteíny, glykoproteíny, fosfoproteíny, hemoproteíny, hemoglobín. Amfión. Izoelektrický bod. Peptidy. Biuretová reakcia. Močovina.

### Vedomosti a zručnosti

- Klasifikovať bielkoviny z hľadiska zloženia, štruktúry, výskytu a významu pre živé organizmy.
- Zapísať všeobecný konštitučný vzorec  $\alpha$ - aminokyselín.
- Uviest' názvy, písmenové skratky a rozlíšiť vzorce glycínu, alanínu, valínu, leucínu, fenylalanínu.
- Klasifikovať aminokyseliny z hľadiska ich vlastností a výživy.
- Rozhodnúť na základe štruktúrnych vzorcov, či uvedené aminokyseliny majú kyslý, zásaditý alebo neutrálny charakter.
- Vymenovať aspoň štyri esenciálne aminokyseliny a ich potravinové zdroje.
- Napísať rovnicu reakcie vzniku dipeptidu alebo tripeptidu z daných vzorcov aminokyselín.
- Napísať štruktúru peptidovej väzby a charakterizovať ju.
- Opísať primárnu, sekundárnu, terciárnu a kvartérnu štruktúru bielkovín a ich význam.
- Vysvetliť princíp denaturácie bielkovín vo vzťahu k ich priestorovej štruktúre a vymenovať možné príčiny denaturácie.
- Navrhnuť a zrealizovať denaturáciu bielkovín teplom a ťažkými kovmi.
- Rozhodnúť, či uvedené aminokyseliny sú chirálne zlúčeniny.
- Vysvetliť správanie sa aminokyselín v roztokoch s rozdielnou hodnotou pH.
- Vymenovať typy väzieb, ktoré umožňujú vznik sekundárnej a terciárnej štruktúry bielkovín.
- Klasifikovať bielkoviny podľa tvaru molekuly (fibrilárne a globulárne bielkoviny) a uviesť príklady bielkovín.
- Odôvodniť, prečo sú teploty nad 40 °C nebezpečné pre život človeka a prečo sa varom nestráca výživná hodnota bielkovín.
- Prakticky zistiť teplotu koagulácie vajcového bielka.
- Dokázať prítomnosť peptidovej väzby v bielkovinách v predložených vzorkách biuretovou reakciou.
- Napísať rovnicu reakcie vzniku biuretu zahrievaním močoviny.
- Klasifikovať zložené bielkoviny a uviesť ich význam pre živé organizmy

### Proteíny

- biomakromolekulové viacprvkové zlúčeniny( C, H, N, O, S...)
- základné stavebné zložky živých organizmov (80% látok v tele)- nenahraditeľné ( v tele asi 50tisíc druhov proteínov)
- zložené z **aminokyselín** spojených **peptidovou väzbou**

### Formy získavania bielkovín

- **Rastliny**- tvorba z dusičnanov
- **Živočíchy**- príjem v potrave (lepšie živočíšneho pôvodu- mäso, vajčička, mlieko), rozklad na AMK, tvorba vlastných špecifických bielkovín **proteosyntézou**

### Význam

1. **Transportný**- hemoglobín, myoglobín
2. **Štruktúrny(stavebný)**- kolagén, keratín, glykoproteíny
3. **Obranný**- imunoglobulíny
4. **Zásobný**- ovalbumín v bielku

5. **Pohybový**- aktín a myozín vo svaloch
6. **Katalytický**- enzýmy
7. **Regulačný**- hormóny

### Rozdelenie

1. **Jednoduché**- zložené iba z AMK
2. **Zložené**- okrem AMK aj nebielkovinová zložka( **prostetická**) skupina

glykoproteíny	lipoproteíny	fosfoproteíny	hemoproteíny	metaloproteíny	nukleoproteíny	flavoproteíny
---------------	--------------	---------------	--------------	----------------	----------------	---------------

### Aminokyseliny

- základné stavebné jednotky bielkovín
- v prírode 300 AMK ( z toho 20 proteinogénnych)

### Proteinogénne AMK

#### Rozdelenie:

1. **neesenciálne** (10)- nahraditeľné, organizmus ich dokáže syntetizovať ( transamináciou z oxokyselín)
  
2. **esenciálne** (10)- nenahraditeľné, organizmus ich nedokáže syntetizovať, potrebný príjem v potrave (s rozvetveným reťazcom/ aromatickou/ heterocyklickou štruktúrou)

### Názvoslovie

1.systemové

2. triviálne

3.skratkami- trojhláskovými

#### Vzorci:

**Glycín(Gly)**

**Alanín(Ala)**

**Valín(Val)**

**Leucín (Leu)**

**Fenylalanín(Phe)**

## Zloženie

- substitučné deriváty karboxylových kyselín
- dve charakteristické skupiny:
  1. Kyslá karboxylovú - COOH
  2. Zásaditá aminoskupinu -NH<sub>2</sub>
  
- α- aminokyseliny ( -NH<sub>2</sub> skupina naviazaná stále na α- uhlíku)
- všetky chirálne ( *okrem glycínu*) s chirálnym centrom na α- uhlíku, s L- konfiguráciou

## Rozdelenie AMK

kyslé	neutrálne	zásadité
-COOH > -NH <sub>2</sub>	-COOH = -NH <sub>2</sub>	-COOH < -NH <sub>2</sub>
Pri fyziologickom pH ako anióny, viažu sa s kationmi		Pri fyziologickom pH ako kationy a môžu viazať anióny

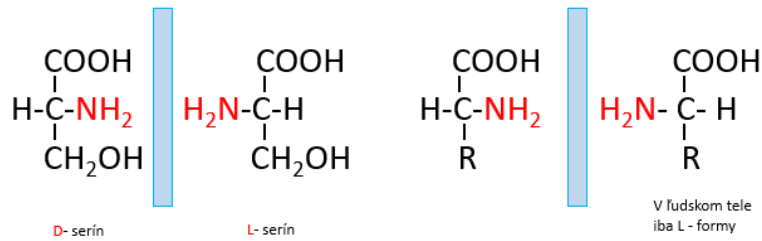
<b>polárne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postranný reťazec uhľovodíkový zvyšok</li> <li>• Ľahko tvoria vodíkové mostíky s vodou</li> <li>• Zvyšujú rozpustnosť bielkovín vo vode</li> </ul>
<b>nepolárne</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Postranný reťazec polárne funkčné skupiny</li> <li>• Dodávajú bielkovinám hydrofóbnosť a schopnosť viazať nepolárne nízkomolekulové látky (lipidy)</li> </ul>

## Optická izoméria AMK

- Forma priestorovej konfiguračnej izomérie
- **Priestorová**- izoméry majú rovnaký sumárny aj konštitučný vzorec, líšia sa priestorových usporiadaním atómov
- **Konfiguračná**- rôzne priestorové usporiadanie skupín nesúvisí s rotáciou okolo jednoduchej väzby, ale okolo chirálneho ( asymetrického) atómu uhlíka

## Enantioméry ( antipódy)

- dvojica optických aktívnych izomérov, predmet a zrkadlový obraz
- Rovnaké vlastnosti ( T<sub>v</sub>, T<sub>t</sub>, rozpustnosť, K<sub>A</sub>), líšia sa schopnosťou otáčať rovinu polarizovaného svetla
- Opticky aktívne- otáčajú rovinu o rovnaký uhol, ale opačným smerom( všetky AMK okrem glycínu)
- **Racemická zmes**- zmes dvoch enantiomérov v pomere 1:1, opticky neaktívna
- D a L enantioméry - podľa štruktúry serínu
  - ľavotočivé/ + pravotočivé enantioméry
- Počet enantiomérov 2<sup>n</sup> – n= počet chirálnych uhlíkov



### Vlastnosti AMK

- Iónové zlúčeniny, všetky rozpustné vo vode
- Pevné, bezfarebné, vysoká teplota topenia
- Opticky aktívne
- Bielkoviny majú vlastnosť koloidov, veľké molekuly a Mr
- **Amfolyty**- môžu uvoľňovať aj prijímať protón vodíka (schopné tvoriť kation, anión, amfión)

### Izoelektrický bod

- Určité pH, pri ktorom má AMK dokonale iónovú štruktúru (navonok nevykazuje žiaden náboj)
- AMK sú najmenej rozpustné v polárnych rozpúšťadlách
- neprebíha elektrolýza (neputujú k elektródam)
- V alkalickom a kyslom prostredí tvoria + a - štruktúry
- Vplyvom elektrického prúdu sa v rôznom pH môžu pohybovať k elektródami
  1. v kyslom ku katóde (tvoria kationy)
  2. v zásaditom k anóde (tvoria anióny)

### Peptidová väzba

- Vzniká kondenzáciou  $\alpha$ - aminoskupiny jednej AMK s karboxylovou skupinou inej AMK (uvoľnenie  $H_2O$ )
- Väzba môže nastať medzi rovnakými alebo odlišnými AMK
- V živých organizmoch vzniká pri proteosyntéze

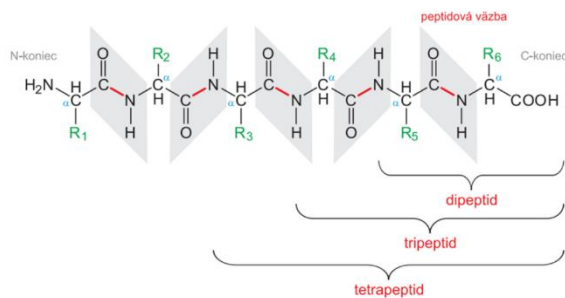
## Biuretová reakcia

- Dôkaz prítomnosti peptidovej väzby v zlúčenine
- Vznik ružového až modrofialového zafarbenia
- Praktické využitie- dôkaz **bielkovín v moči** ( zápal v tele)
- *Názov odvodený od biuretu ( vznik zahrievaním 2 molekúl močoviny)*

**Peptidy**- vznikajú spojením aminokyselinových zvyškov peptidovou väzbou

1. **Oligopeptidy**- 2-10 zvyškov AMK
  2. **Polypeptidy**- 11-100 zvyškov AMK
  3. **Bielkoviny**- viac ako 100 zvyškov AMK
- Mr < 10 000

**Polypeptidová kostra**- vzniká striedaním atómov  $\alpha$ -uhlíka a peptidových väzieb v polypeptidovom reťazci



## Štruktúra bielkovín

- Závisí od nej špecifická funkcia bielkovín
- presné poradie aminokyselín a priestorové rozloženie atómov v polypeptidovom reťazci

### 1. Primárna- poradie ( sekvencia) AMK v polypeptidovom reťazci

- Podmieňuje vlastnosti a biologickú funkciu bielkovín
- Určuje vyšší stupeň štruktúry bielkovín- sek., terc., kvart.
- Pri zámene AMK v reťazci, môže dôjsť k vzniku ochorenia
- Zakódovaná v dedičnej informácii

**Ala-Gly-Tyr-Ala-Leu**

### 2.Sekundárna- geometrické usporiadanie ( konformácia) polypeptidového reťazca v priestore

- umožňujú vodíkové mostíky medzi polárnymi skupinami  $\text{C}=\text{O}\cdots\text{H}-\text{N}$  ( zvyšky AMK sa orientujú do priestoru- nad a pod rovinu listu, mimo závitnice )

#### 2 typy

- A. **B- štruktúra**-(skladaný list )
- B.  **$\alpha$ - helix**( pravotočivá závitnica)

### 3.Terciárna- definitívny priestorový tvar skladaného listu alebo $\alpha$ - helixu v priestore

- vzájomné usporiadanie všetkých atómov molekuly v priestore
- Na tvorbe sa podieľajú vodíkové mostíky, iónová väzba, disulfidové väzby, van der Waalové sily
- Určuje stavbu aktívneho centra, ktoré zodpovedá za biologickú aktivitu napr. enzýmov ( pri porušení centra sa poruší funkcia)

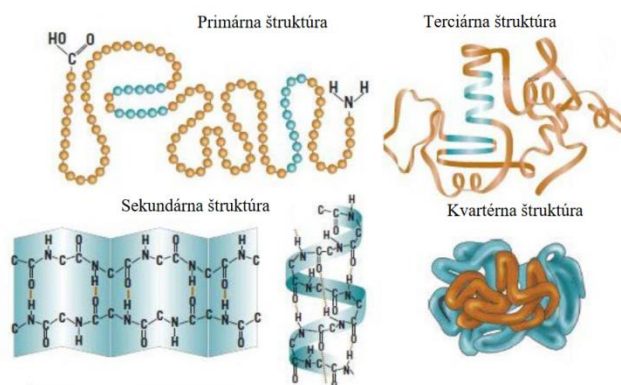
#### 2 typy

1. **Fibrilárny**( vláknitý)- vodíkové mostíky medzi rôznymi reťazcami
2. **Globulárny**( tvar klobka)- vodíkové mostíky v rámci toho istého reťazca

Fibrilárne bielkoviny (skleroproteíny)	Globulárne bielkoviny (sferoproteíny)
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Jednoduchšia štruktúra</li> <li>• Vlákňitý tvar</li> <li>• Vo vode nerozpustné</li> <li>• Väčšinou stavebná funkcia</li> <li>• <i>Napr. keratín, kolagén</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Veľmi zložitá štruktúra</li> <li>• Guľovitý tvar( na povrchu polárne skupiny, vo vnútri nepolárne)</li> <li>• Rozpustné vo vode, roztokoch solí</li> <li>• <i>Napr. membránové bielkoviny</i></li> </ul>

### 4.Kvartérna - definitívne vzájomné usporiadanie viacerých polypeptidových reťazcov (bielkovinových podjednotiek) v bielkovine do makromolekuly

- Vzniká nekovalentnými medzimolekulové sily a hydrofóbne interakcie
- *Napr. štruktúra hemoglobínu, enzýmov*



**Natívny stav bielkovín**- bielkovina s určitou konkrétnou priestorovou štruktúrou ( sekundárna a terciárna), v ktorej môže vykonávať svoju biochemickú funkciu

### Denaturácia- zmena natívnej štruktúry pričom dochádza k strate biologickej funkcie

- vplyvom vonkajších podmienok( teplota, ťažké kovy, kyseliny, hydroxidy, zmena pH, silné trepanie roztokov, žiarenie, vysoký tlak)
- Mení sa sekundárna, terciárna štruktúra (primárna ostáva nezmenená)
- Dochádza k porušeniu slabých interakcií
- Zachováva sa biologická hodnota

### Faktory spôsobujúce denaturáciu

- a. **Fyzikálne**- teplo, extrémne pH, žiarenie, vysoký tlak
- b. **Chemické**- kyseliny, hydroxidy, soli ťažkých kovov, močovina
- c. **Mechanické**- silné trepanie

### Typy denaturácie

1. **vratná ( reverzibilná)**- vrátením pôvodných podmienok možno obnoviť natívnu štruktúru bielkoviny( pôsobenie solí)- **renaturácia**
2. **nevratná( ireverzibilná)**-ani po opätovnom vrátení podmienok nedokážeme obnoviť natívnu štruktúru( zmena pH, ťažké kovy, teplota)

### Využitie denaturácie v praxi

- Rozložené bielkoviny sú ľahšie stráviteľné, no zachovávajú sa výživné hodnoty
- Význam pri spracovaní a uskladnení potravín
- Sterilizácia- zničenie choroboplodných zárodkov

### Vplyv telesnej horúčky

- 35°C- 37°C- najideálnejšia pre účinok enzýmov v ľudskom tele
- nad 40°C bielkoviny v tele denaturujú a strácajú biologickú aktivitu
- pri infekcii sa ňou telo chráni( denaturuje bielkoviny mikroorganizmov)

### Rozdelenie bielkovín

#### 1. podľa tvaru molekuly

- a. **fibrilárne(skleroproteíny)**- vláknité
- b. **globulárne(sferoproteíny)**- kĺbkové

#### 2. podľa rozpustnosti

- a. **albumíny**- rozpustné
- b. **globulíny**- nerozpustné

#### 3. podľa prostetickej skupiny

- a. **jednoduché**- bez nebielkovinovej zložky
- b. **zložené**- s nebielkovinovou zložkou
  1. nukleoproteíny
  2. glykoproteíny
  3. fosfoproteíny
  4. lipoproteíny
  5. metaloproteíny
  6. hemoproteíny