

# Peptidy a Proteiny

# Aminokyseliny

- Stavební kameny proteinů
- 20 tzv. proteinogenních (biogenních) aminokyselin → tzv. **α-aminokyseliny**
- Kromě nich se u některých organismů mohou vyskytovat rovněž tzv. **neobvyklé aminokyseliny**
- Aminokyseliny → organické kyseliny → 1 nebo více atomů H nahrazeno aminoskupinou – **NH<sub>2</sub>**
- Kromě toho mohou být některé atomy H nahrazeny i jinými fčními skupinami – OH, SH, fenylem atd.
- Každá aminokyselina (kromě prolinu) má nejméně 1 kyselou **karboxyskupinu – COOH** + 1 zásaditou **aminoskupinu – NH<sub>2</sub>** (**neutrální aminokyseliny**)
- Některé aminokyseliny mají 2 –COOH + 1 –NH<sub>2</sub> (**kyselé**)
- Některé aminokyseliny mají 1 –COOH + 2 –NH<sub>2</sub> (**zásadité**)

- V biogenních aminokyselinách  $\text{-NH}_2$  nahrazuje H na C sousedícím s  $\text{-COOH}$  →  $\alpha$ -aminokyseliny
- U neobvyklých aminokyselin může být  $\text{-NH}_2$  vázána na **C2** ( $\beta$ -aminokyseliny) **C3** ( $\gamma$ -aminokyseliny) nebo dalším C (od  $\text{-COOH}$ )
- Nejjednodušší aminokyselina – glycin, ostatní mají na  $\alpha$ -uhlíku kromě  $\text{-NH}_2$  ještě uhlíkatý alifatický nebo aromatický řetězec
- Přírodní aminokyseliny jsou bezbarvé krystalické látky, dobře rozpustné ve vodě
- Rozpouštěním v zředěných kyselinách a zásadách poskytují **solí** → některé sladké chuti, masové či bez chuti
- Molekuly aminokyselin **vytvářejí ionty** →  **$\text{-COOH}$**  může odštěpovat  **$\text{H}^+$**  a  **$\text{-NH}_2$**  je může vázat → může probíhat **intramolekulově**
- Monokarboxylové monoaminokyseliny → v  **$\text{H}_2\text{O}$  NEUTRÁL**

- V silně kyselém prostředí → tvoří kationty
- V silně zásaditém prostředí → tvoří anionty
- Při určité hodnotě pH → převážně neutrální forma aminokyseliny → **tzv. IZOELEKTRICKÝ BOD**
- V izoelektrickém bodě je polarita aminokyselin nejmenší → nejnižší rozpustnost ve vodných roztocích
- Monokarboxylové diaminokyseliny → v H<sub>2</sub>O zásadité
- Dikarboxylové monoaminokyseliny → v H<sub>2</sub>O kyselé
- Při změně pH → změna stupně disociace –COOH a NH<sub>2</sub>
- Z výživového hlediska se aminokyseliny dělí:
  - 1) **Nahraditelné** → syntetizuje organismus → z meziproduktů metabol. sacharidů a lipidů (**transaminace**)
  - 2) **Nenahraditelné (esenciální)** → organismus nedokáže syntetizovat → **musí dodávat v potravě**

## ● **Neobvyklé aminokyseliny**

- Obsahují hlavně rostliny a mikroorganismy
- Mají pro svého „vlastníka“ ochrannou (obrannou) funkci
- Většina z nich je pro člověka a zvířata **toxická**
- Mikroorganismy je produkují jako sekundární metabolity
- Některé jsou **specifickými enzymovými inhibitory** → uplatnění ve farmakologii
- Některé působí **imunomodulačně** (bestatin, forfenicin, esterastin) → stimulují imunitní mechanismy (onkologie)

# Degradace aminokyselin

- **Může probíhat různě**
- **Dekarboxylace**
  - Uvolňuje se  $\text{CO}_2$  a z aminokyseliny zůstává primární amin
  - Mnoho aminů jsou biologicky významné složky **fosfolipidů, koenzymů, hormonů** nebo účinkují **samostatně**
  - Kofaktorem **dekarboxyláz** je pyridoxalfosfát
- **Oxidační deaminace**
  - Nejdříve vzniká iminokyselina, která se hydrolyzuje na ketokyselinu a  $\text{NH}_3$
  - Rci katalyzuje oxidáza L-aminokyselin (játra, ledviny) a glutamátdehydrogenáza, akceptorem H je FAD
  - V mitochondriích všech buněk se vyskytuje **glutamátdehydrogenáza** → deaminuje kys. Glutamovou na kys.  $\alpha$ -ketoglutarovou (2-oxoglutarová)

➤ Kys.  $\alpha$ -ketoglutarová vstupuje do procesu transaminace

## ● **Transaminace**

➤ Při transaminaci nastává výměna funkčních skupin mezi aminokyselinou a ketokyselinou (**transaminázy + pyridoxalfosfát** – v mitochondriích i cytoplazmě)

➤ Nejvýznamnější – **Glutamát oxaloacetáttransamináza (GOT) = Aspartátaminotransferáza (AAT)** → přenáší aminoskupinu z kyseliny asparagové na kys.  $\alpha$ -ketoglutarovou → vzniká kys. Glutamová + kys. Oxaloctová

➤ Dále – **Alaninaminotransferáza = glutamát pyruváttransamináza (GPT)** → přenáší aminoskupinu z alaninu na kys.  $\alpha$ -ketoglutarovou → vzniká kys. Glutamová + kys. Pyrohroznová

● Ústřední fci v rcích transaminace má kys. Glutamová + kys.  $\alpha$ -ketoglutarová → zabezpečují deaminaci aminokyselin + aminaci ketokyselin → význam pro syntézu aminokyselin

- Ketokyseliny vznikající degradací aminokyselin jsou využity ve vhodné metabolické dráze → např. v citrátovém cyklu
- $\text{NH}_3$  – pokud se nevyužije k aminaci ketokyselin → se vylučuje
  - Forma v které se  $\text{NH}_3$  vylučuje závisí na druhu organismu
  - **Vodní org.** →  $\text{NH}_3$  se rozpouští a zředuje → přestává být toxický
  - **Plazi, ptáci** → koncentrace  $\text{NH}_3$  v org. může být nebezpečná → se  $\text{NH}_3$  metabolizuje na kys. Močovou, která je málo rozpustná = málo toxická
  - **Savci** → vylučují  $\text{NH}_3$  ve formě močoviny



# Močovinový cyklus (ornitinový cyklus, malý Krebsův cyklus)

- Intenzivní tvorba močoviny → **v játrech (mitochondriích)** → Krebsův-Henseleitův cyklus
- Lidský organismus denně syntetizuje asi 20-25 g močoviny

## Mechanismus

- $\text{NH}_3 + \text{CO}_2 + \text{ATP} \rightarrow$  karbamylofosfát  
(**karbamylofosfátsyntetáza +  $\text{Mg}^{2+}$** )
- Karbamylofosfát + ornitin → citrulin +  $\text{H}_3\text{PO}_4$   
(**ornitintraskarbamyláza**)
- **Kondenzace** citrulinu s kys. Asparagovou → kys. Argininjantarová
- **Disociace** kys. Argininjantarové → arginin + kys. Fumarovou (**argininsukcináza**)
- **Hydrolýza** argininu → močovina + ornitin (**argináza**) **UZAV.**

# Peptidy

- Jsou to látky, které vznikají **kondenzací** dvou nebo více aminokyselin: **karboxylová skupina** jedné + **aminoskupina** druhé aminokyseliny (uvolní  $H_2O$ ) → **peptidová vazba**
- Peptidovou vazbu lze **hydrolyzovat** (zředěné **kyseliny**, **louhy** nebo proteolytické **enzymy**)
- Každá molekula aminokyseliny může peptidickou vazbou vázat 2 další aminokyseliny
- Každý peptid má 1 aminokyselinu s volnou karboxyskupinou (**C-koncová aminokyselina**) a 1 aminokyselinu s volnou aminoskupinou (**N-koncová aminokyselina**)
- Kromě lineárního řetězce mohou polykondenzací aminokyselin vznikat i uzavřené řetězce (nemají volnou ani karboxy-, ani aminoskupinu → **cyklické peptidy**)

- V přirozeně se vyskytujících peptidech → téměř výlučně **α-peptidová** vazba (aminoskupina, která vstupuje do vazby je na α-uhlíku)
- Pouze v některých případech byla zjištěna i **γ-peptidová** vazba (např. kyselina glutamová karboxylem vzdálenějším od aminoskupiny)
- Mr peptidů má hodnotu do asi 10000 → při vyšší Mr → už proteiny
- Dle jiných kritérií do 100 aminokyselin → peptid, nad 100 aminokyselin → protein
- Názvy peptidů → aminokyselina, která se účastní peptidové vazby svojí karboxyskupinou se označuje jako acyl- (glycyl-, alanyl-, histydyl-) a v názvu peptidu stojí před aminokyselinou, která do vazby poskytuje aminoskupinu
- Pro jednoduchost se aminokyseliny v peptidech zaznamenávají pomocí trojpísmenných symbolů

- Podle počtu aminokyselin se peptidy dělí na oligopeptidy a polypeptidy
- V organismech se vyskytuje vícero peptidů s významnými biologickými účinky
  - **Hormony** – ovlivňují fyziologické systémy
  - **Součást enzymatických systémů** – glutation
  - **Některá antibiotika**
  - **Živočišné, rostlinné a mikrobiální jedy**

# Proteiny (bílkoviny)

- Základní sloučeniny živé hmoty (55 % C, 21 % O, 7 % H, 17 % N, případně síru a fosfor)
- Jejich Mr je od 10 000 do několika milionů