

BÍLKOVINY

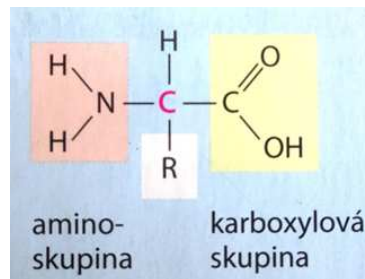
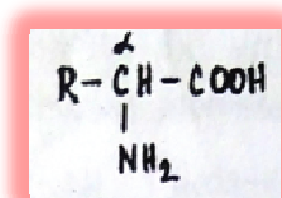
Bílkoviny (proteiny) jsou základní **stavební součástí** buněk (tvoří >50% sušiny). V lidském těle asi 5 milionů druhů bílkovin, nejhojnější organické sloučeniny. Biogenní prvek – dusík (N).

Funkce bílkovin v organismu:

- **strukturní/stavební** (kolagen – vazy, kosti; elastin – kůže, šlachy; keratin - nehty, vlasy)
- transportní (hemoglobin – přenáší kyslík v krvi),
- hormonální (inzulín – hormon ↓ koncentraci glukózy v krvi),
- receptorovou (receptory v nervových buňkách),
- kontraktilní (aktin a myozin ve svalech),
- obrannou (protilátky - imunoglobuliny),
- enzymatickou (trávicí enzymy – ptyalin, pepsin, trypsin),
- energetickou/zásobní (lze z nich produkovat glukózu).

Základní stavební prvky - aminokyseliny

- Bílkoviny jsou složeny ze stavebních jednotek – proteogenních (bílkoviny tvořících) **aminokyselin (AMK)** – je jich **20**
- Základní vzorec aminokyseliny =
 - centrální C (uhlík alfa) a na něj přímo navázaná aminoskupina (-NH₂), karboxylová skupina (-COOH), a postranní řetězec (R) – odlišuje jednotlivé AMK a určuje vlastnosti AMK:

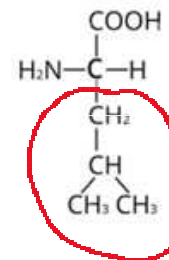


- Pro živočichy je **8 esenciálních** – neumí je syntetizovat, musí je přijímat v potravě:

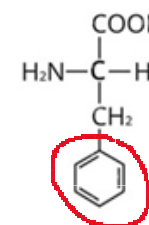
Valin (Val) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}_3\text{C}-\text{CH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Lysin (Lys) $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{N}-\text{C}-\text{C}=\text{O} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{NH}_2 \end{array}$
Leucin (Leu) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH} \\ / \quad \backslash \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$	Threonin (Thr) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{OH} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$
Isoleucin (Ile) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{H}-\text{C}-\text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Tryptofan (Trp)
Methionin (Met) $\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{H}-\text{N}-\text{C}-\text{C}=\text{O} \\ \quad \\ \text{H} \quad \text{OH} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{S} \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	Fenylalanin (Phe) $\begin{array}{c} \text{COOH} \\ \\ \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{H} \\ \\ \text{CH}_2 \\ \\ \text{C}_6\text{H}_5 \end{array}$

Dělení aminokyselin – podle postranního řetězce R

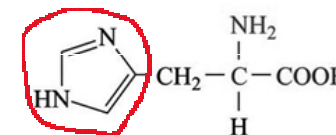
- **Alifatické** – R má řetězovou, necyklickou strukturu, postranní řetězce obs. pouze atomy C a/nebo H. Např. leucin



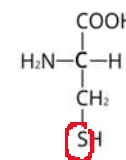
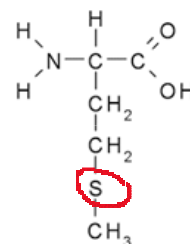
- **Aromatické** – R s cyklickou aromatickou strukturou (se střídáním dvojných a jednoduchých vazeb) – např. fenylalanin



- **Heterocyklické** – R s cyklickou strukturou, která obsahuje i jiné atomy než uhlík, např. histidin

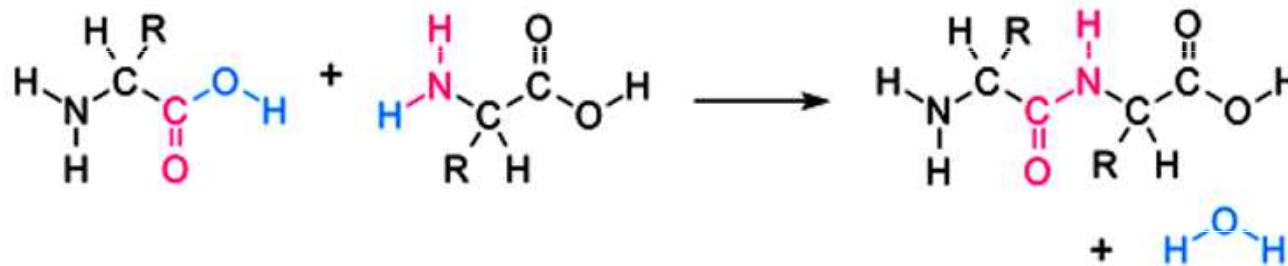


- **Sírné** – R obsahují atom síry (S) - methionin a cystein



Vznik peptidové vazby

- Aminokyseliny v proteinech jsou na sebe navzájem ve **specifickém pořadí** navázány **peptidovou vazbou** - spojením karboxylové skupiny (-COOH) jedné aminokyseliny s aminoskupinou (-NH₂) druhé aminokyseliny za odštěpení vody (H₂O).



- Řetězce navzájem spojených aminokyselin označujeme jako **peptidy**.

Podle délky peptidového řetězce rozlišujeme:

Oligopeptidy (max. 10 aminokyselin):

- Karnosin (dipeptid tvořený alaninem a histidinem; je vysoce koncentrovaný ve svalech a mozku)
- Glutathion (tripeptid tvořený glutamátem, cysteinem a glycinem; je to antioxidant v buňkách)
- Oxytocin (nonapeptid tvořený 9 aminokyselinami; je produkován v hypotalamu a nazývá se též „hormon lásky“; stimuluje porodní stahy a produkci mléka)
- Vasopresin (nonapeptid, který zahušťuje moč a kontrahuje krevní cévy)
- antibiotika (např. gramicidin S)

Polypeptidy (10 - 100 aminokyselin)

- Nisiny (polypeptidy produkované mléčnými baktériemi; používají se jako konzervační látky)

Bílkoviny (> 100 aminokyselin)

- *Jednoduché* bílkoviny se skládají z jednoho nebo více polypeptidů.
- *Složené* bílkoviny navíc vedle polypeptidů obsahují i strukturu, která neobsahuje AMK (např. kovy, prostetická skupina u enzymů).

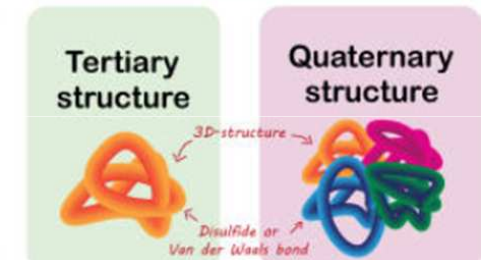
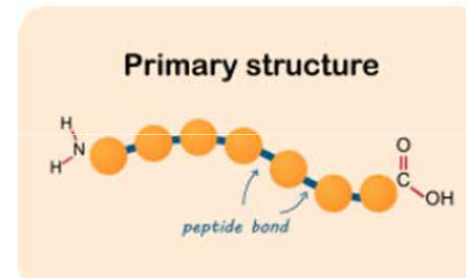
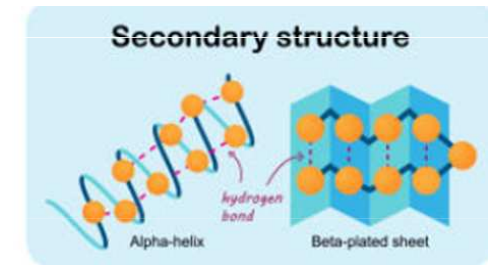
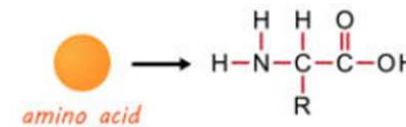
Dělení bílkovin:

Podle rozpustnosti

- **Nerozpustné:** většina fibrilárních proteinů zvaných sklerobílkoviny, jako je keratin a fibroin. Vyznačují se větší stabilitou.
- **Rozpustné ve vodě:** globulární bílkoviny – krevní albuminy. Mají transportní funkci v krvi.
- **Rozpustné ve zředěných roztocích solí:** globulární bílkoviny – krevní globuliny. Patří sem např. globulin vázající pohlavní hormony (SHBG) a imunoglobuliny (krevní protilátky).

Struktura bílkovin

- Uspořádání struktury bílkovin má čtyři úrovně:
 - **Primární** – pořadí aminokyselin v řetězci
 - **Sekundární** skládání krátkých sousedících úseků polypeptidů pomocí vodíkových vazeb do geometricky uspořádaných jednotek, „šroubovic“ - *alfa helixů* nebo skládaných *beta-listů*)
 - **Terciární** - spojení sekundárních struktur do prostorového uspořádání **bílkovinné** molekuly – dle vlastností postranních řetězců (R) – polarita, elektrický náboj
 - **Kvartérní** - celková struktura vyplývající ze spojení terciárních celků – agregáty **bílkovinných** molekul



Aminokyselinové skóre

- indikátor kvality bílkovin v potravě

Referenční bílkovina dle WHO/FAO/UNU z roku 2007 pro osoby starší 18 let:

Aminokyselina	g / 100 g čisté bílkoviny
histidin	1,5
isoleucin	3,0
leucin	5,9
lysin	4,5
methionin + cystein	2,2
fenylalanin + tyrosin	3,8
threonin	2,3
tryptofan	0,6
valin	3,9

- Aminokyselinové skóre pro danou bílkovinu stanovíme srovnáním poměru esenciálních aminokyselin v referenčním proteinu (FAO/WHO standard 2007 – pro různé věkové kategorie) a esenciálních aminokyselin v testované bílkovině

$$X/Y * 100 = Z$$

X ... množství konkrétní aminokyseliny v testované bílkovině v g / 100 g čisté bílkoviny

Y ... množství stejné aminokyseliny v referenční bílkovině v g / 100 g čisté bílkoviny

- Z ... aminokyselinové skóre

Esenciální aminokyselina s nejmenším skóre – **limitní aminokyselina** – určuje aminokyselinové skóre celé bílkoviny.

Enzymy

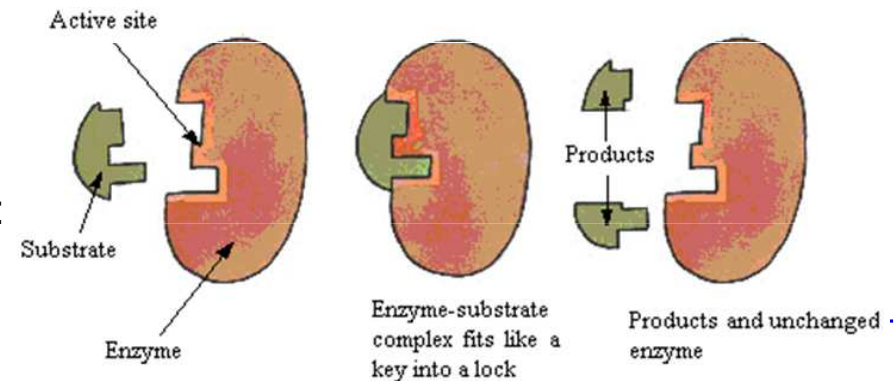
- jednoduché či složené bílkoviny s katalytickou aktivitou - biokatalyzátory. Enzymy určují **povahu i rychlost chemických reakcí** a řídí většinu biochemických procesů v těle.

Vlastnosti enzymů:

předčí umělé katalyzátory v mnoha směrech:

- jsou *účinnější* – to odpovídá vyšším reakčním rychlostem
- vykazují značnou *specifitu* - *substrátová s.* – specifita látky, která bude v reakci přeměňována (model zámek a klíč)
 - *specifita účinku* – chemické provedení reakce – typ reakce
- pracují za *mírných podmínek*: $t = 20 - 40\text{ C}$; $p = 0,1\text{ Mpa}$; $\text{pH} = 7$ (mimo tento rozsah - denaturace)
- jejich účinek lze snadno *regulovat* – mohou zrychlit, zpomalit i zastavit reakci
- jsou *netoxické* (umělé katalyzátory jsou většinou toxické)
- rychle se opotřebovávají - stále odbourávají a znovu nahrazovány.

Model zámek a klíč – specifita:



Klasifikace enzymů podle typu reakce

Třída	Enzym	Katalytická reakce
1.	Oxidoreduktasy	oxidačně-redukční reakce, katalyzují <i>přenos e- (elektronů)</i> z 1 molekuly na druhou
2.	Transferasy	<i>přenos skupin atomů</i> mezi různými molekulami
3.	Hydrolasy	hydrolytické reakce – <i>štěpení hydrolyzovatelných vazeb za účasti vody</i> (lipáza vůči TAG)
4.	Lyasy	<i>štěpení vazeb C-C, C-O, C-N bez účasti vody</i> – často vznik dvojných vazeb nebo cyklických sloučenin
5.	Isomerasy	isomerační reakce = vnitromolekulové <i>přesuny atomů a jejich skupin</i> (v rámci 1 molekuly)
6.	Ligasy	<i>syntéza</i> energeticky náročných vazeb C-C, C-O, C-N za současného rozkladu látky uvolňující energii, např. ATP - napojování molekul za současného odštěpení molekuly s malou molární hmotností (význam v genetickém inženýrství)

Enzymy

APOENZYM (bílkovinná část enzymu) + KOFAKTOR (nebílkovinná část enzymu) = HOLOENZYM (celá molekula enzymu)

KOFAKTOR může být:

- a) **Koenzym** – volně vázaný (např. vitaminy)
- b) **Prostetická skupina** – pevně vázaný (např. ionty kovů – Fe v hemoglobinu)

Výskyt:

- **intracelulární** – zůstávají uvnitř buňky, ve které vznikly, a tam vykonávají své specifické funkce
- **Extracelulární** – jsou buňkami, které je vytvořily, vylučovány, a nacházíme je v tkáňových kapalinách, např. v krvi

Názvosloví

systematické názvy (např. D-glyceraldehyd-3-fosfátfosforyltransferasa, laktátdehydrogenasa) - poznáme substrát i účinek
triviálními názvy s koncovkami **-asa** (např. maltasa, laktasa, pepsin) – u velmi známých

Proenzymy = zymogeny = prekurzory aktivních enzymů. Jsou to inaktivní formy enzymů, např. trávicí proteasy. Označují se předponou **pro-** (např. protrombin) nebo příponou **-gen** (např. pepsinogen).