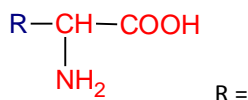


## AMINOKYSELINY + PEPTIDY

**AMINOKYSELINY** = substituční/funkční deriváty karboxylových kyselin  
= základní jednotky proteinů ( $\alpha$ -aminokyseliny)

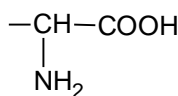
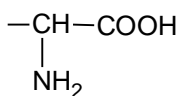
**Obecný vzorec** 2-aminokyselin ( $\alpha$ -aminokyselin):



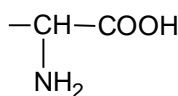
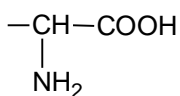
V našem těle existuje 20 proteinogenních aminokyselin.

**Třídění** aminokyselin podle charakteru **postranní skupiny**:

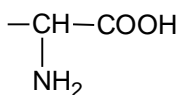
- Nepolární = hydrofóbní



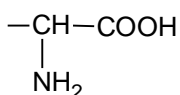
- Polární = .....



- Kyselé = záporně nabitě v neutrálním pH



- Zásadité = ..... nabitě v neutrálním pH



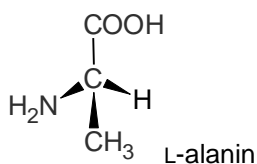
1. Roztřídte následující postranní skupiny mezi nepolární, polární, kyselé nebo zásadité:

$\text{HO}-\text{CH}_2-$ ,  $\text{NH}_2-(\text{CH}_2)_4-$ ,  $\text{H}-$ ,  $\text{HOOC}-\text{CH}_2-$ ,  $\text{CH}_3-$ ,  $\text{CH}_3-\text{CH}(\text{OH})-$

2. Podívejte se na strukturu výše uvedených příkladů aminokyselin. Jaký druh izomerie vykazují?

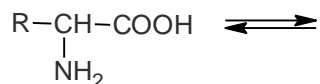
Všechny aminokyseliny vyjma ..... vykazují ..... isomerii, protože  $\alpha$ -uhlík je ..... centrum. Každá aminokyselina (kromě ..... ) má dva ..... Všechny aminokyseliny, které vytváří proteiny, jsou .....-aminokyseliny.

3. Využijte strukturu L-alaninu k zakreslení struktury D-alaninu.



### Fyzikální vlastnosti

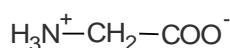
Aminokyseliny mají odlišné vlastnosti nežli nesubstituované karboxylové kyseliny, zvláště vyšší teplotu tání a lepší rozpustnost ve vodě. Vytváří tzv. OBOJETNÝ ION = AMFION.



### Chemické vlastnosti

Aminokyseliny obsahují jak kyselou (.....) tak zásaditou (.....) skupinu, mají ..... charakter.

4. Zapište dvě rovnice, kde glycin se chová jako kyselina, respektive jako zásada.



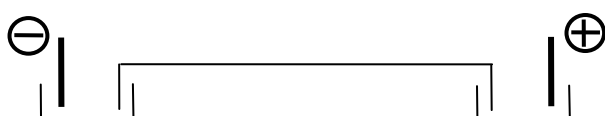
V alkalickém prostředí se aminokyselina chová jako ....., získává.....náboj.

V kyselém prostředí se aminokyselina chová jako ....., získává.....náboj.

Za určitého pH jsou obě iontové formy v rovnováze a aminokyselina vytváří obojaký ion. Hodnota tohoto pH = ISOELEKTRICKÝ BOD. Při této hodnotě pH nevykazuje aminokyselina žádný náboj  $\Rightarrow$  aminokyselina se při této hodnotě pH nepohybuje v elektrickém poli (neprobíhá elektrolyza).

### Separace a detekce aminokyselin

#### ELEKTROFORÉZA



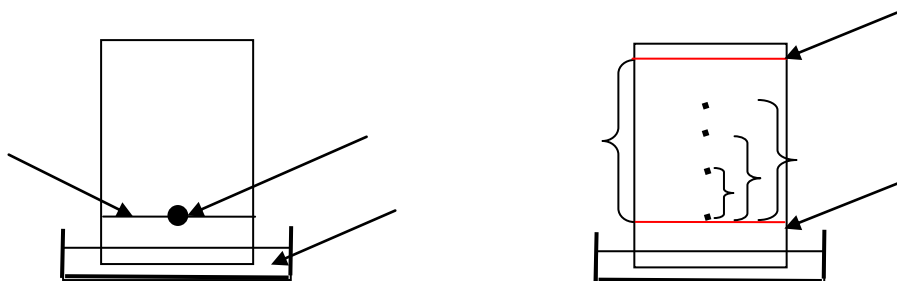
Papír nasáklý roztokem určitého (konstantního) pH (roztok pufru).

- Aminokyseliny v isoelektrickém bodě ( $\text{pH}_i = \text{pH}$  pufru) se nepohybují v elektrickém poli.
- Aminokyseliny s hodnotou  $\text{pH}_i < \text{pH}$ (pufru) jsou více kyselé/zásadité, jsou záporně/kladně nabitě a v elektrickém poli se pohybují k anodě/katodě.
- Aminokyseliny s hodnotou  $\text{pH}_i > \text{pH}$ (pufru) jsou kyselejší/zásaditější, jsou záporně/kladně nabitě a v elektrickém poli se pohybují k anodě/katodě.

Rychlost jejich pohybu závisí na molekulové hmotnosti.

## CHROMATOGRAFIE

= papírová chromatografie



Jak rozpouštědlo stoupá listem papíru, různé aminokyseliny se pohybují různou rychlostí  $\Rightarrow$  směs se rozděluje.

$A_1, A_2, A_3$  ..... aminokyseliny

$a_1, a_2, a_3$  ..... vzdálenost urazená  
aminokyselinou

$b$  ..... vzdálenost urazená rozpouštědlem

$$R_{F(A_1)} = \frac{a_1}{b}$$

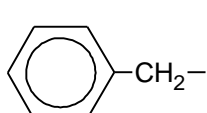
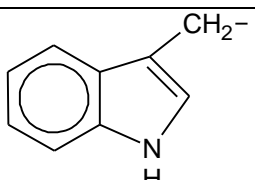
$$R_{F(A_2)} = \frac{a_2}{b}$$

$$R_{F(A_3)} = \frac{a_3}{b}$$

Každá aminokyselina má specifickou hodnotu  $R_f$ .

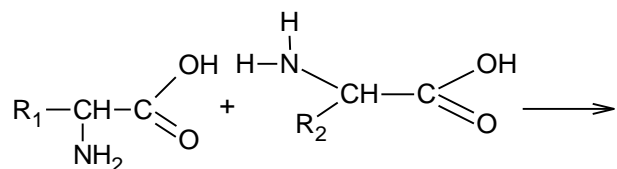
### Aminokyseliny a strava

Naše tělo využívá 20 aminokyselin pro syntézu proteinů. Aminokyseliny jsou v potravě přijímány ve formě bílkovin. Nicméně, většinu z nich umí vytvářet naše vlastní tělo. Pouze 8 aminokyselin naše tělo neumí syntetizovat a musí být přijímány v potravě = **ESENCIÁLNÍ AMINOKYSELINY**.

|   |           |  |              |
|---|-----------|--|--------------|
| $\begin{array}{l} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{CH} \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}$              | Valin     | $\text{H}_2\text{N}-(\text{CH}_2)_4-$  | Lysin        |
| $\begin{array}{l} \text{H}_3\text{C} \\ \diagdown \\ \text{CH}-\text{CH}_2- \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}$ | Leucin    | $\text{H}_3\text{C}-\text{S}-(\text{CH}_2)_2-$                                       | Methionin    |
| $\begin{array}{l} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}_2 \\ \diagdown \\ \text{CH} \\ \diagup \\ \text{H}_3\text{C} \end{array}$  | Isoleucin |   | Phenylalanin |
| $\begin{array}{l} \text{H}_3\text{C}-\text{CH}- \\   \\ \text{OH} \end{array}$  | Threonin  |  | Tryptofan    |

## PEPTIDY

= látky vznikající kondenzací aminokyselin



Dvě aminokyseliny mohou vytvořit 2 dipeptidy.

5. Napište dvě možné struktury vzniklé kondenzací alaninu a glycinu.

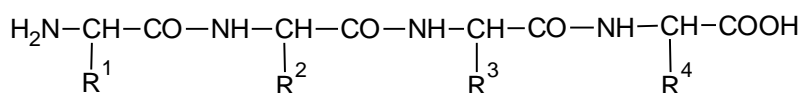
Tři aminokyseliny vytvářejí .....

2-10 aminokyselin  $\Rightarrow$  OLIGOPEPTIDY

10 - 100 aminokyselin  $\Rightarrow$  POLYPEPTIDY

>100 aminokyselin  $\Rightarrow$  .....

Peptidový řetězec se skládá z peptidového HLAVNÍHO ŘETĚZCE a z POSTRANNÍCH ŘETĚZCŮ.



### Významné peptidy:

- antibiotika vytvářené mikroorganismy (mohou obsahovat D- $\alpha$ -aminokyseliny)
- toxiny hub, např.  $\alpha$ -amanitin (*Amanita phalloides*) je cyklický oktapeptid.
- hormony, např. glukagon (29 aminokyselin)
- umělé sladidlo aspartam je methylester dipeptidu vzniklého z kyseliny asparagové a fenylalaninu.

## PROTEINY

= makromolekulární látky vzniklé kondenzací .....

Druhy bílkovin v závislosti k jejich funkci:

- **stavební proteiny**, např. ....
- **kontraktilní bílkoviny**, ve svalech, např. ....
- **enzymy** + mnoho **hormonů**, řízení metabolismu
- **transportní proteiny**, přenáší důležité látky v organismu, např. ....
- **imunoglobuliny**, vážou se na cizorodé látky v organismu

### Struktura proteinů

- má několik úrovní

**1. primární struktura** = pořadí aminokyselin v proteinovém řetězci, objevená hydrolyzou proteinů + elektroforézou nebo .....

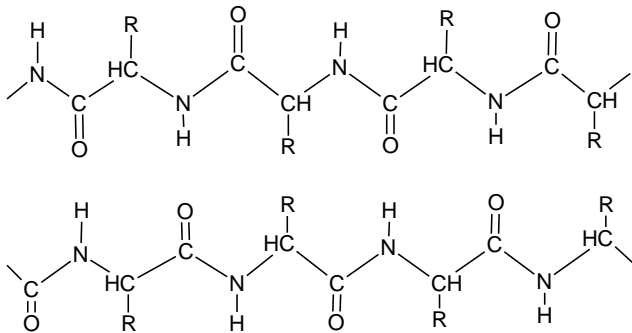
### 2. sekundární struktura

- **$\alpha$ -helix** = pravidelná šroubovice

Postranní řetězce směřují ze šroubovice směrem ven.

Všechny  $\alpha$ -helixy nalezené v proteinech jsou pravotočivé (po směru hodinových ručiček). Jsou v pružných a elastických strukturách, vyskytují se ve vláknitém  $\alpha$ -KERATINU (např. v ....., .....

- **$\beta$ - struktura skládaného listu** = polypeptidové řetězce jsou uspořádány jeden vedle druhého, jsou spojené vodíkovými můstky. Jsou neroztažitelné a nepružné, vyskytují se ve vláknech hedvábí.



Toto je poslední úroveň uspořádání mnoha proteinů.

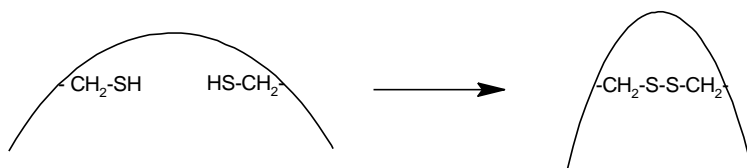
**3. terciární struktura** = řetězce nebo skládané listy jsou dále skládány nebo stáčeny do určitého tvaru

- **Vláknité (fibrilární) bílkoviny** – dlouhé molekuly spletené kolem sebe navzájem  $\Rightarrow$  vlákna: keratin (v ....., kolagen (např. ve:.....), nerozpustné ve vodě

- **Globulární bílkoviny** – kulovitý tvar, rozpustné ve vodě.

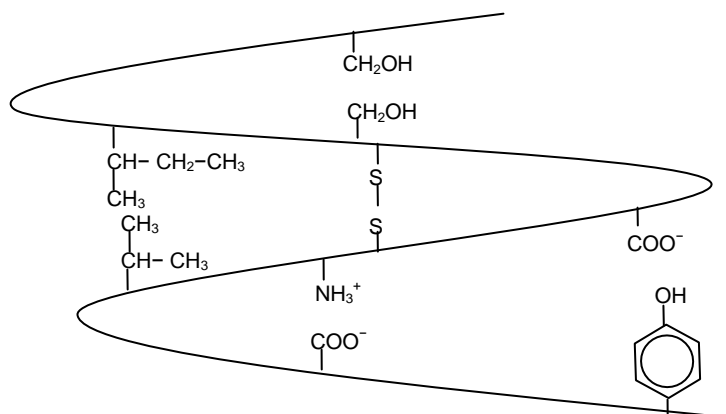
Terciární struktura je výsledkem:

- Vodíkové vazby, např. mezi.....
- Iontové interakce, mezi kladným nábojem ..... a záporným nábojem.....
- Van der Waalsových sil, mezi ..... skupinami
- Sulfidické můstky mezi dvěma zbytky cysteinu



Toto je konečná úroveň organizace bílkovin obsahujících pouze jeden polypeptidový řetězec.

6. Jaké typy interakcí se zapojují v následujícím obrázku, znázorňujícím část molekuly proteinu?



#### 4. kvartérní struktura

Pouze u některých bílkovin:

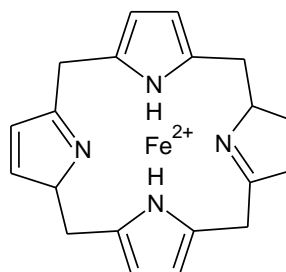
Skládají se z více bílkovinných podjednotek = OLIGOMERNÍ PROTEINY

Nebo obsahují navíc nebílkovinnou jednotku:

- glykoproteiny (..... + protein)
- lipoproteiny (..... + protein), transport lipidů (cholesterol)
- metaloproteiny
  - proteiny uskladňující kovy
  - metaloenzymy
  - hemoproteiny (obsahující hem) – hemoglobin, myoglobin, cytochromy
- fosfoproteiny – casein

### Struktura hemoglobinu

- skládá se ze čtyř podjednotek, které jsou úzce sdružené za vzniku stabilního globulárního proteinu.



Hemová skupina

### Struktura kolagenu

= vláknitý stavební protein (vyskytuje se např. v

.....)

- tři šroubovice, které se skládají v superhelix.

### Zkoušky na přítomnost proteinů:

1. biuretova zkouška:  $\text{protein} + \text{CuSO}_4 + \text{NaOH} \rightarrow$  purpurová barva
2. xanthoproteinová reakce:  $\text{protein} + \text{HNO}_3 \xrightarrow{\text{zahřát}} \text{žlutá} \xrightarrow{\text{amoniak}} \text{oranžová}$

### Denaturace bílkovin

- zahrnuje ztrátu sekundární a terciární struktury bílkovin (kovalentní vazby zodpovědné za primární strukturu zůstávají denaturačními reakcemi nedotčeny).
  - Sekundární struktura je způsobena ..... mezi atomem kyslíku ze skupiny CO a vodíkem z NH skupiny. Terciární struktura je způsobena: ..... a .....
  - Vazby mezi postranními řetězci mohou být přerušeny:
    - zahřátím
    - silnými kyselinami a zásadami
    - ionty těžkých kovů
  - Jakmile protein ztrácí svoji strukturu, ztrácí i svůj tvar, který je velmi důležitý pro správnou funkci proteinu.
7. Navrhněte, jakým způsobem mohou předem zmíněné faktory porušit sekundární a terciární strukturu proteinů.