

Téma hodiny:	Struktura bílkovin – aminokyseliny
Autor:	Bříždala, Jan
Zařazení:	3. ročník SŠ > Chemie > Biochemie > Bílkoviny
Rozsah:	1 vyučovacího hodina (45 hodin)
Struktura:	<ol style="list-style-type: none"> 1. Úvod do struktury bílkovin (10 min) 2. Struktura a klasifikace aminokyselin (20 min) 3. Chemické vlastnosti aminokyselin (15 min)

Obsah

1. Úvod do struktury bílkovin (10 min)

Bílkoviny (proteiny) jsou makromolekulární látky skládající se z velkého množství *aminokyselinových jednotek*. Aminokyselina je základní strukturní jednotka každé bílkoviny, tyto jednotky spolu reagují a vytvářejí dlouhý řetězec bílkoviny.

Pokus 1: Řetězce bílkovin dosahují délky až do řádu stovek nanometrů, a tak se jedná o koloidní sloučeniny. Prokázat to lze posvícením laserovým ukazovátkem do kádinky obsahující roztok vaječného bílku – trajektorie paprsku je pozorovatelná pouhým okem, neboť velikosti makromolekul jsou srovnatelné s vlnovou délkou světla.

Poznámka: Aminokyseliny jsou různé sloučeniny (jedná se o skupinu sloučenin), které jsou ve struktuře bílkoviny různé uspořádány, a tak bílkovina není polymer, jako by se dalo očekávat při uvádění paralely s plasty, které jsou makromolekulární látky, jejichž základní strukturou je (mono)mer.

Pořadí aminokyselin udává tzv. *primární strukturu bílkoviny*, na tomto pořadí skutečně záleží, odráží se to v biologické funkci výsledné bílkoviny.

Poznámka: Bílkoviny obsahující stejné typy a množství aminokyselin jsou izomery. Jelikož má na vlastnosti sloučenin vliv i konfigurace (R)- a (S)-, nepochybně ji znatelně ovlivňuje i konstituční izomerie.

Vyššími stupni struktury bílkovin je *sekundární struktura*, která udává geometrické uspořádání řetězce aminokyselin (do formy šroubovice či skládaného listu) a *terciární struktura*, která udává prostorové uspořádání molekul (do formy vlákna či klubíčka). Existuje také *kvartérní struktura*, která se týká pouze bílkovin tvořených z více bílkovinných podjednotek a udává tak výsledné prostorové uspořádání těchto podjednotek v rámci celé bílkoviny.

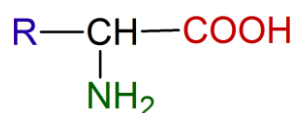
2. Struktura a klasifikace aminokyselin (20 min) – současná práce s pracovním listem

Aminokyseliny jsou organické sloučeniny, které obsahují vázanou skupinu aminovou (název amino-...) a karboxylovou (název ...-kyseliny). Na stavbě bílkovin se podílí pouze omezené množství aminokyselin, které mají vždy vázanou aminoskupinu na atomu uhlíku sousedícímu s karboxylovou skupinou. Aminokyseliny podílející se na tvorbě bílkovin se nazývají proteinogenní (proteino-.... = bílkoviny, ...-genní = označení původu), nebo též kódované aminokyseliny. Ty mají vlastní název, jednopísmennou a třípísmennou zkratku.

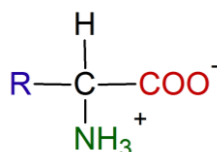
Proteinogenních kyselin je 23, přičemž 21 se vyskytuje u člověka a 2 u bakterií (pyrolysin, N-formylmethionin). Aminokyseliny, které si neumí člověk sám syntetizovat, se nazývají esenciální.

Poznámka: Aminokyselina prolin (viz dále) je z chemického hlediska iminokyselina, ale pro zjednodušení se řadí mezi aminokyseliny.

Obecný strukturní vzorec aminokyselin (2-aminokyselina, α -aminokyselina) tvořících bílkoviny je tedy:



Jelikož aminokyselina obsahuje kyselou skupinu -COOH a bazickou skupinu -NH₂, dochází u ní díky vnitřním interakcím ke vzniku obojetného iontu zvaného amfion.



Kdyby aminokyselina obsahovala pouze jednu skupinu -COOH a jednu skupinu -NH₂, byla by neutrální, neboť by počet kyselých a zásaditých částí byl ekvivalentní. Některé proteinogenní aminokyseliny obsahují však další skupiny -COOH nebo -NH₂ ve svém postranním řetězci, a tak jsou tyto kyseliny kyselé nebo zásadité.

Úkol 1: V pracovním listu (viz dále) zakroužkujte červeně všechny karboxylové skupiny a modře všechny aminové skupiny. Aminokyseliny s více karboxylovými skupinami označte jako kyselé aminokyseliny a aminokyseliny s více aminovými skupinami označte jako zásadité aminokyseliny.

Řešení: Kyselé jsou kyselina asparagová a kyselina glutamová, zásadité lysin, arginin a histidin.

Kódované aminokyseliny je možné klasifikovat na kyselé a zásadité, dále na neutrální aminokyseliny s polárním řetězcem a nepolárním řetězcem.

Úkol 2: Připomeňme si, jak poznáme polární a nepolární řetězec. V pracovním listu zakroužkujte neutrální kyseliny, které mají polární řetězec a ty, co ho mají nepolární.

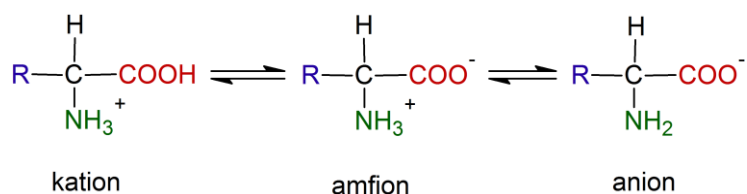
Řešení: Nepolární řetězec má alanin, valin, leucin, izoleucin, methionin, tryptofan, fenyylalanin, prolin. Polární řetězec má glycin, serin, threonin, tyrosin, asparagin, glutamin, cystein, selenocystein.

Důležitou vlastností aminokyselin je jejich optická aktivita, neboť všechny až na glycin obsahují alespoň 1 chirální atom uhlíku, a tak se mohou vyskytovat v konfiguracích (R)- či (S)-. Veškeré kódované aminokyseliny se vyskytují v konfiguraci (S)-.

3. Chemické vlastnosti aminokyselin (15 minut)

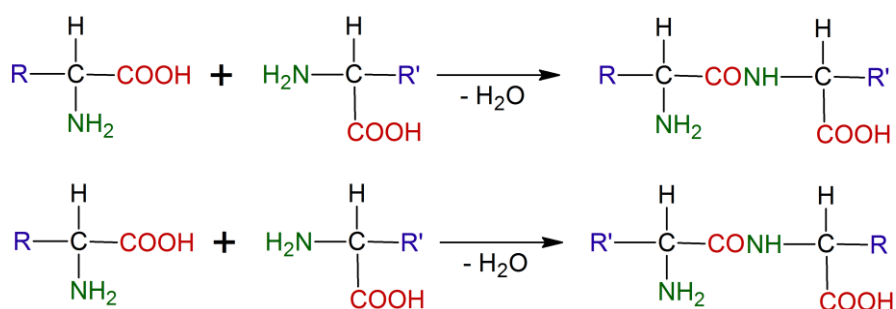
Důsledkem existence obojetného iontu jsou iontové vlastnosti aminokyseliny (tuhé, bezbarvé látky rozpustné ve vodě a relativně vysokými teplotami tání). Aminokyselina se chová navenek elektricky neutrální při hodnotě pH, která je pro každou aminokyselinu charakteristická a nazývá se izoelektrický bod pI. Při této hodnotě pH se molekula aminokyseliny nepohybuje v elektrickém poli. Izoelektrický bod je zjistitelný experimentálně i teoreticky, jako aritmetický průměr disociačních konstant karboxylové skupiny a aminové skupiny.

Změnou pH (přidáním/odebráním protonu) přechází amfion na kation/anion dle rovnice:



Molekuly aminokyselin spolu reagují za vzniků peptidů. Podle počtu spojených aminokyselin je lze rozdělit na oligopeptidy (2-10 jednotek AK), polypeptidy (11-100 jednotek AK) a bílkoviny (101 a více jednotek AK).

Ze dvou různých aminokyselin mohou vzniknout 2 různé dipeptidy:



Při reakci se uvolňuje voda (jedná se o kondenzaci) a vzniká peptidová vazba $-\text{CO}-\text{NH}-$, která je velmi pevná, planární a charakteristická pro bílkoviny. Ve struktuře peptidu se běžně označuje N-konec a C-konec dle toho, jaká charakteristická skupina je psána vlevo/vpravo ve struktuře bílkoviny.

Úkol 3: Zakreslete struktury dipeptidu, které mohou vzniknout kondenzací alaninu a cysteinu.

Úkol 4: Zakreslete struktury dipeptidu, které mohou vzniknout kondenzací serinu a tryptofanu.

Pokus 2: Do jedné zkumavky se nalije roztok vaječného bílku a do druhé destilovaná voda. Do obou zkumavek se přidá 5 kapek 10% hydroxidu sodného a následně 3 kapky 10% síranu měďnatého.

Fialové zabarvení je důkazem přítomnosti peptidové vazby (bílkoviny).

Poznámky:

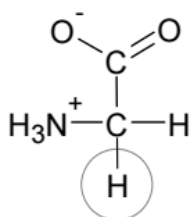
V další hodině by výklad pokračoval opakováním, xanthoproteinovou reakcí, důkazem S v bílkovině, reakcemi vedoucími na tripeptid atd.

Použitá literatura

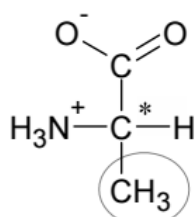
Chemie pro III. ročník gymnázia (J. Čársky a kol.)

Biochemie: Základní kurz (D. Sofrová a kol.)

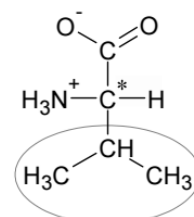
Studiumchemie.cz



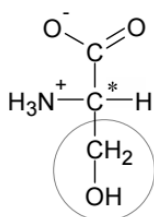
Glycin (Gly, G)



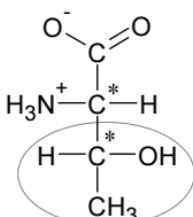
Alanin (Ala, A)



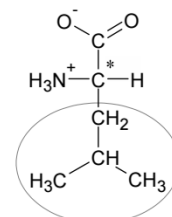
Valin* (Val, V)



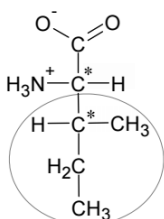
Serin (Ser, S)



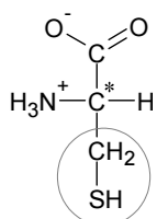
Threonin* (Thr, T)



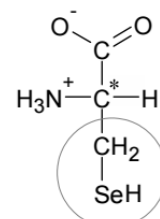
Leucin* (Leu, L)



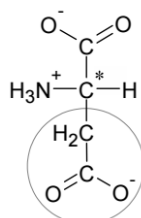
Isoleucin* (Ile, I)



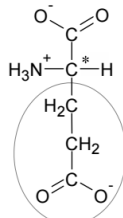
Cystein (Cys, C)



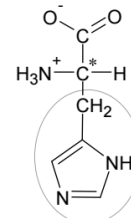
Selenocystein (Sec, U)



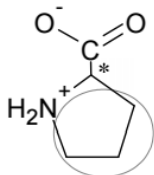
Kyselina asparagová (Asp, D)



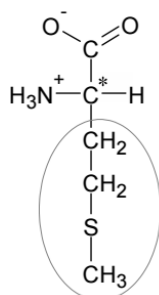
Kyselina glutamová (Glu, E)



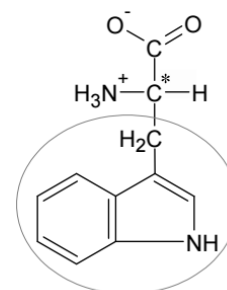
Histidin* (His, H)



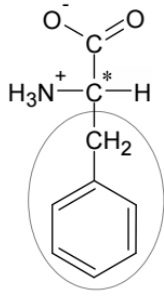
Prolin (Pro, P)



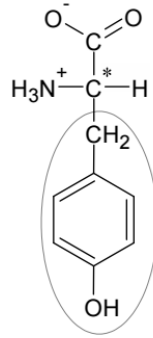
Methionin* (Met, M)



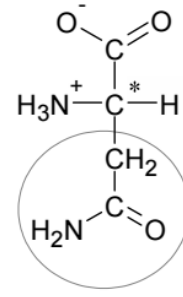
Tryptofan* (Trp, W)



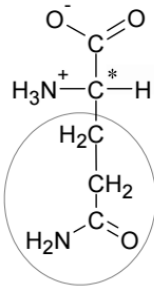
Fenylalanin* (Phe/Pha, F)



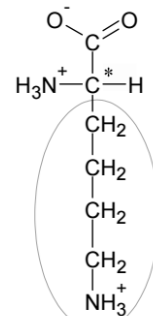
Tyrosin (Tyr, Y)



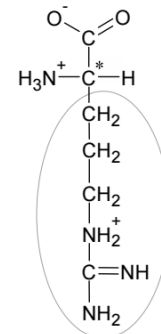
Asparagin (Asn, N)



Glutamin (Gln, Q)



Lysin* (Lys, K)



Arginin* (Arg, R)

Kontrolní písemka

1. Vyberte pravdivá tvrzení: (2 body)

- a) Bílkoviny jsou makromolekulární sloučeniny
- b) Bílkoviny jsou polymery
- c) Základními strukturními jednotkami bílkovin jsou 2-aminokyseliny
- d) Bílkoviny pro člověka se tvoří z 23 kódovaných aminokyselin

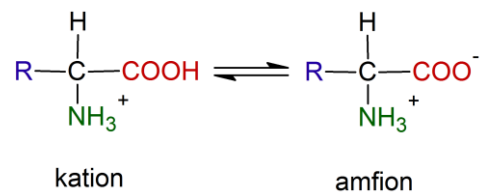
2. Čím je dána primární struktura bílkoviny? (1 bod)

pořadím aminokyselin ve struktuře bílkoviny

3. Které chemické prvky se vyskytují vždy ve všech kódovaných aminokyselinách? (1,5 bodu)

uhlík, vodík, kyslík, dusík

4. Napište rovnici vyjadřující rovnováhu mezi amfionem a kationem aminokyseliny: (2 b.)



5. Co je to izoelektrický bod? (1,5 bod)

hodnota pH, při které se molekula aminokyseliny nepohybuje v elektrickém poli

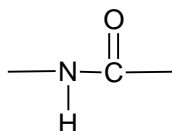
6. Napište názvy: (3 body)

- a) alespoň 2 aminokyselin s nepolárním postranním řetězcem (alanin, valin)
- b) alespoň 2 aminokyselin s polárním postranním řetězcem (glycin, serin)
- c) alespoň 1 aminokyseliny s kyselým postranním řetězcem (kyselina glutamová)
- d) alespoň 1 aminokyseliny se zásaditým postranním řetězcem (lysin)

7. Vysvětlete pojem oligopeptid. (1 bod)

peptid vzniklý kondenzací 2-10 aminokyselin

8. Načrtnete strukturu peptidové vazby. (1 bod)



9. Napište rovnice vzniku všech možných dipeptidů při kondenzaci glycinu a serinu. Ve vzniklých dipeptidech označte vzniklou peptidovou vazbu, C-konec a N-konec. (3 body)

Řešení je snadné :-)

Hodnocení:

1	.....	16,0 – 13,5 bodů	(100 % - 84 %)
2	.....	13,0 – 11,0 bodů	(84 % - 68 %)
3	.....	10,5 – 8,00 bodů	(68 % - 50 %)
4	.....	7,5 – 5,0 bodů	(50 % - 33 %)
5	.....	4,5 – 0 bodů	(33 % - 0 %)