

# Metodický list: Peptidy a bílkoviny

---

Podle vzdělávacího oboru Chemie, jak je vymezen v Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia (dále RVP G), by žáci měli dokázat charakterizovat bílkoviny jako jednu ze základních skupin látek v bioorganické chemii. RVP G klade důraz na orientaci se ve funkcích a struktuře, přičemž u bílkovin se nachází čtyřstupňovitá struktura, kde každá úroveň do určité míry ovlivňuje výsledné vlastnosti, a tedy i funkce bílkoviny. Po žácích se též požaduje základní orientace v metabolismu bílkovin.

## Didaktické cíle

- Žák vyjmenuje důležité peptidy a bílkoviny, popíše jejich vlastnosti, zná jejich význam a dokáže je rozřadit dle funkce (stavební funkce, enzymy atd.) či dle struktury na fibrilární a globulární.
- Žák popíše čtyři úrovně struktury bílkovin a vysvětlí, jaké následky mohou zásahy do struktury bílkovin mít (denaturace, genové mutace...).
- Žák při řešení úloh aplikuje poznatky o aminokyselinách a jejich reaktivitě.
- Žák vyřeší otevřené úlohy s využitím vyšších myšlenkových operací (analýza, syntéza, evaluace) – provede srovnání chemických sloučenin, formuluje zdůvodnění svých odpovědí, převádí informace z grafické podoby do textové a obráceně, porozumí a aplikuje nově představené informace, analyzuje a doplňuje zadaná schémata apod.

## Pomůcky

- Pracovní list pro žáky
- Didaktické materiály (předzázpis, prezentace)
- Doporučená literatura
  - MCMURRY, John. *Organická chemie*. V Brně: VUTIUM, 2007. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-3291-8.
  - TEPLÁ, Milada. *Přírodní látky: Bílkoviny* [online], studiumbiochemie.cz [cit. 25. 07. 2020]. Dostupné z: [http://www.studiumbiochemie.cz/prirodni\\_latky\\_bilkoviny.html](http://www.studiumbiochemie.cz/prirodni_latky_bilkoviny.html)

## Harmonogram výuky

Odhad časové zátěže:

Číslo úlohy	Čas [min]
1	6–8
2	5–7
3	8–10
4	9–11
5	15–17
6	13–15
7	8–10
8	10–12
9	5–7
10	6–8

## Taxonomie úloh

V úloze č. 1 musí žáci analyzovat výrok (II.4) a evaluovat jeho pravdivost (III.6). Pokud dojdou k závěru, že je výrok chybný, musí ho navíc přeformulovat do výroku pravdivého, což lze považovat za syntézu nebo vysvětlení (II.4 nebo III.2). Jedná se o kombinovanou úlohu II. a III. úrovně dle Tollingerové.

V úloze č. 2 je třeba porovnat pojmy ve vypsání čtyřicích (II.5) a na základě tohoto porovnání rozhodnout, která ze sloučenin do skupiny nepatří (III.2).

Úloha č. 3 má několik otázek. Otázka a) je na překlad – vytvoření systematického názvu ze vzorce (III.1), otázka b) kombinuje reprodukci definice (I.3) a vysvětlení významu esenciálních aminokyselin (III.2). Podobně zaměřená je i otázka c). Otázka d) vyžaduje analýzu chemické rovnice (II.4) a transformaci v ní obsažených informací (III.1), abstrakci (II.8) a na jejím základě pak doplnění chybějící látky.

Úloha č. 4 je komparativní úlohou (II.5). Nejprve mají žáci porovnat zadané vlastnosti u globulárních a fibrilárních bílkovin, dále musí najít shodné a rozdílné vlastnosti u tří sloučenin, což obnáší analyzování (II.4) a kategorizování (II.6).

Úloha č. 5 je komplexní úlohou obsahující více otázek. Otázka a) je deduktivní (III.4) a otázka b) kombinuje reprodukci definic (I.3) a dedukci (III.4). Otázka c) je zaměřena na překlad (III.1) – rozpoznání aminokyselin v symbolickém zápisu a následné vytvoření vzorce. Otázka d) se zabývá zjišťováním vztahu mezi veličinami (II.7), otázka e) na evaluaci (III.6) a otázka f) obsahuje výpočet (II.9).

Úloha č. 6 je zaměřena na analýzu vzorce (II.4) a jeho transformaci (III.1) do slovní informace. Vyžaduje i další operace – evaluaci (III.6), jednoduchý výpočet (II.9), reprodukci faktů (I.2).

V úloze č. 7 pracují žáci především se vzorci, úloha procvičuje především transformaci (III.1), reprodukci faktů (I.2) a jejich aplikaci. Vytvoření rovnice reakce ze slovního obecného popisu vyžaduje kromě transformace i analýzu (II.4) a konkretizaci (II.8).

Úloha č. 8 vyžaduje na začátku reprodukci definice, poté kombinuje transformaci (III.1) a dedukci (III.4), kdy mají žáci zakreslit vzorec aminokyseliny v závislosti na pH prostředí. Poslední otázka je na vysvětlování (III.2).

V úloze č. 9 doplňují žáci do textu chybějící slova, jedná se o úlohu kombinující reprodukci faktů (I.2) s analýzou textu (II.4). Doplňující otázka b) je na uvedení příkladů nemocí – jde o prosté vyjmenování (II.2).

Úloha č. 10 je jednodušší, protože se zaměřuje pouze na reprodukci definic (I.3), otázka c) je na vysvětlování (III.2).

## Variabilita úloh

Velmi variabilní úlohy jsou: č. 1, 2 a 8. Pro úlohu č. 1 by bylo možné vymyslet další situace, pro úlohu č. 2 zase jiné čtyřice pojmů a v úloze č. 8 lze zakreslovat jiné aminokyseliny.

Úloha č. 4 je částečně variabilní, pro její druhou část lze vymyslet jinou trojici porovnávaných látek. V úloze č. 7 je možné se ve druhé polovině zaměřit na jinou aminokyselinu než alanin.

Nevariabilní úlohy jsou: č. 3, 5, 6, 9 a 10.

## Autorské řešení

ÚLOHA Č. 1		9 bodů
Posuďte pravdivost následujících vět o bílkovinách, v případě potřeby chybu opravte. Nepoužívejte tzv. prostý zápor (přidání či naopak odebrání předpony ne- u slovesa), ale sloveso správně nahraďte jiným tam, kde je to třeba.		
TVRZENÍ	ANO/NE	OPRAVA
Fibrinogen (tzv. koagulační faktor I) patří mezi fibrilární bílkoviny.	NE	Fibrinogen patří mezi globulární bílkoviny.
Existuje pouze 18 proteinogenních aminokyselin (u savců).	NE	Většinou je uváděno 20 proteinogenních kyselin.
Hemoglobin má globulární strukturu.	ANO	
Imunoglobuliny jsou bílkoviny zajišťující udržování acidobazické rovnováhy v krvi.	NE	Imunoglobuliny slouží k ochraně proti cizorodým částicím.
Lipoproteiny jsou hydrofobní částice zajišťující transport lipidů (triacylglycerolů, cholesterolu apod.) v krevní plasmě.	NE	Lipoproteiny jsou hydrofilní.
Aktin a myosin jsou bílkoviny tvořící svalové vlákno.	ANO	
Překlad nukleotidové sekvence mRNA do sekvence aminokyselin proteinu se nazývá transkripce.	NE	Vytvoření primární struktury bílkovin podle mRNA se nazývá translace. Transkripce je přepis z DNA do mRNA.

Bílkovinná část složených enzymů se nazývá apoenzym.	ANO	
Kreatin je bílkovina s vysokým obsahem cysteinu tvořící kožní deriváty jako vlasy a nehty.	NE	Kreatin je aminokyselina nezbytná pro svalovou činnost. Bílkovina tvořící kožní deriváty je keratin.

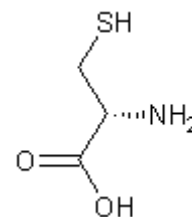
Poznámky k bodování: Za rozhodnutí ano/ne 0,25 bodu, se správným důvodem za 1 bod.

ÚLOHA Č. 2		6 bodů
Z následujících čtveřic vyřadte jeden pojem a jeho vyřazení zdůvodněte.		
SKUPINA	NEPATŘÍCÍ	DŮVOD
Methionin, valin, cystein, leucin	Cystein	Není esenciální
Aktin, elastin, kofilin, myosin	Elastin	Nenachází se ve svalech
Isoleucin, fenylalanin, tyrosin, tryptofan	Isoleucin	Neobsahuje aromatické jádro
Amylasa, gastrin, pepsin, trypsin	Gastrin	Není trávicí enzym
Transaminace, translace, transkripce, denaturace	a) Transkripce b) Denaturace	a) Neprobíhá s aminokyselinami/bílkovinami b) Ostatní vedou ke vzniku bílkoviny, denaturace je rozklad
Hemoglobin, hemocyanin, chlorofyl, ferritin	Chlorofyl	Nepatří mezi bílkoviny

Poznámky k bodování: Za uvedení nepatřícího pojmu za 0,25 bodu, se správným důvodem za 1 bod.

**ÚLOHA Č. 3**
**6,5 bodu**

Jednou ze základních proteinogenních aminokyselin je cystein, jehož vzorec vidíte na obrázku. Zodpovězte následující otázky.



a) Pojmenujte cystein systematicky.

**1 bod**

2-amino-3-sulfanylpropanová kyselina

b) Vysvětlete pojem esenciální aminokyselina. Jsou pro fungování organismu více důležité než neesenciální?

**2,5 bodu**

Esenciální aminokyseliny se staly méně důležité, a proto naše těla ztratila schopnost si je vytvářet, protože stačí jejich malé množství přijaté v potravě. Komplikace mohou nastat u jedinců s nevyváženou jednotvárnou stravou.

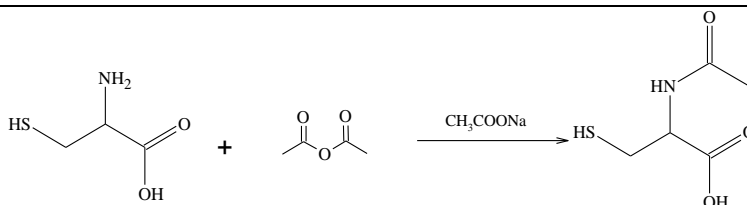
c) Molekuly cysteinu spolu mohou reagovat a vytvořit vazbu – S – S – . Jak se vazba nazývá? Jaký je její význam pro bílkovinu jako celek?

**1,5 bodu**

Jedná se o kovalentní vazbu mezi dvěma atomy síry nazývanou disulfidový můstek či vazba. Tato vazba stabilizuje terciární strukturu bílkoviny.

d) N-acetylcystein se používá jako poměrně známé léčivo ACC LONG. Laboratorně se připravuje reakcí cysteinu s neznámou látkou X v kyselém prostředí. Vedlejším produktem je kyselina octová. Jaká látka se pod X skrývá? K čemu se ACC používá?

**1,5 bodu**



Výchozí komponenta X představuje acetanhydrid neboli anhydrid kyseliny octové. Přípravek ACC LONG se používá při onemocnění dýchacích cest (usnadňuje vykašlávání).

Poznámky k bodování:

b) Za vysvětlení 1 bod, ano/ne za 0,5 bodu, za zdůvodnění 1 bod.

c) Za název vazby 0,5 bodu, za význam 1 bod.

d) Za látku X 1 bod, za použití 0,5 bodu.

ÚLOHA Č. 4			13 bodů
a) Porovnejte fibrilární a globulární bílkoviny z hlediska těchto faktorů.			7 bodů
	Fibrilární	Globulární	
Chemické složení	Stejné (složeny z aminokyselin)		
Tvar molekul	Vlákno	Klubko	
Hmotnost	Přibližně shodná		
Rozpustnost ve vodě	Ne	Ano	
Biologická funkce	Strukturní	Transportní, regulační, imunologická,... (jiná než strukturní)	
Příklady	Kolagen, keratin, aktin, myosin, elastin...	Laktalbumin, ovalbumin, histony, fibrinogen	
b) Použijte diagram k porovnání celulosy, kolagenu a myoglobinu. Do horních políček napište, které vlastnosti mají myoglobin a celuloza s kolagenem společné, do dolních napište odlišnosti. Uveďte celkem alespoň 6 vlastností.			
<div> <div> <div> <div> <div>CELULOSA</div> <div>Polysacharid Rostlinný původ</div> </div> <div> <div> <div>Strukturní (stavební) funkce Vláknitá struktura Nerozpustné ve vodě</div> <div> <div>KOLAGEN</div> <div> <div>Globulární (klubičková) struktura + jde o složený protein Transportní funkce</div> </div> </div> <div> <div>MYOGLOBIN</div> <div> <div>Skládají se z aminokyselin (= oboje jsou bílkoviny) Živočišný původ</div> </div> </div> </div> </div> </div> </div></div>			

Poznámky k bodování:

a) Za volné políčko od chemického složení po biologickou funkci 0,5 bodu (celkem 10 políček), za políčko u příkladu 1 bod (celkem 2 políčka).

**ÚLOHA Č. 5****19 bodů**

**Přečtěte si tento text a zodpovězte následující otázky:**

Spidroiny jsou proteiny, které v posledních letech fascinují chemiky i materiálové inženýry. Spidroiny mají totiž velmi zajímavé vlastnosti – v popularizačních článcích se dočteme, že jsou „pevnější než ocel, pružnější než guma, odolnější než kevlar“. Primární chemická struktura spidroinů není v celé molekule stejná. Lze si ji pomyslně rozdělit na C-terminální část, N-terminální část a střední část. Střední část je bohatá především na alanin a glycin – alanin tvoří bloky o 6 až 14 jednotkách, které mají sekundární strukturu ve formě beta-listu a díky nim mohou ve vláknech vznikat krystalinity (oblasti krystalické povahy, ve kterých se propojuje více proteinových molekul), glycin se objevuje v blocích tvořených opakujícími se sekvencemi glycin-glycin-X (G-G-X) či glycin-prolin-glycin-X-X (G-P-G-X-X), kde X může být alanin, leucin, glutamin či tyroxin (A, L, Q, či Y) a tyto části mají více amorfni povahu a mají na svědomí výslednou pružnost. Mají speciální šroubovitou sekundární strukturu. Terminální části jsou úseky cca o 100 aminokyselinách, mezi jejich podobnosti patří zvýšený obsah serinu a sekundární struktura ve formě alfa-helixu.

Pružnou deformaci pevných látek popisuje Hookův zákon. Hookův zákon pro deformaci tahem má tvar:

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E},$$

kde  $\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}$  je relativní prodloužení tělesa (bezrozměrná veličina),  $\sigma = \frac{F}{S}$  je normálové napětí v tělese (síla přepočtená na jednotkovou plochu, jednotkou je Pa) a  $E$  je materiálová konstanta nazvaná modul pružnosti v tahu (Youngův modul, jednotkou jsou Pa).

Hodnoty modulu pružnosti v tahu a meze pevnosti pro některé materiály udává následující tabulka:

	Ocel A36	Kevlar	Přýž	Spidroin N-Sc3-C*
$E$ (GPa)	200	70,5-112,4	15	2,8-7
$\sigma$ (GPa)	0,40-0,55	3,76	0,016	0,074 – 0,141

\* nejvyšší hodnoty ze zkoumaných uměle vyrobených vláken

**a) Název této skupiny proteinů je odvozen od organismů, u kterých se vyskytují. O kterých organismech je řeč?**

**1 bod**

O pavoucích.

**b) Vysvětlete pojmy primární, sekundární a terciární struktura. Jakou terciární strukturu mají vzhledem k uvedenému textu spidroiny?**

**4 body**

Primární struktura – prosté pořadí aminokyselin v polypeptidovém řetězci.

Sekundární struktura – uspořádání polypeptidového řetězce, stabilizováno vodíkovými můstky, patří sem jednoduchá šroubovice a skládaný list.

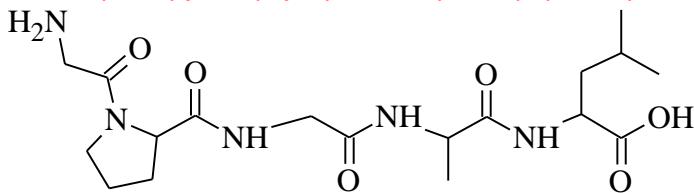
Terciární struktura – prostorové = 3D uspořádání molekuly bílkoviny, stabilizováno vodíkovými vazbami, van der Waalsovými silami či disulfidovými můstky.

Spidroiny mají vláknitou terciární strukturu.



c) Zakresli aminokyselinový motiv GPGAL. Jak se nazývá vazba, kterou jsou jednotlivé aminokyseliny spojeny? 6 bodů

Aminokyseliny jsou spojeny amidickými (= peptidickými) vazbami.



d) Do následujících vět doplň slova tak, aby pravdivě popisovaly vztah mezi danými veličinami. 2 body

Materiál s **menším** modulem pružnosti se při stejném zatížení prodlouží více.

Vlákno s větším průřezem se při stejném zatížení protáhne **méně**.

Vlákno, které je zatíženo **menší** hmotností, se protáhne méně.

Vlákno s větším průřezem unese při stejném prodloužení **větší** hmotnost.

e) Lze z hodnot v tabulce posoudit, zda je spidroinové vlákno „pevnější než ocel, pružnější než guma, odolnější než kevlar“? 3 body

Uměle vyrobené spidroinové vlákno zatím pevnější než ocel není (má 4x menší mez pevnosti), nicméně některá přírodní vlákna jsou pevnější.

Spidroinové vlákno má menší Youngův modul pružnosti v tahu (E) než pryž, takže se při stejném napětí více protáhne, je tedy v určitém ohledu pružnější. K pružné deformaci dochází pouze v určitém rozsahu napětí (mez pružnosti) a ten není v tabulce uveden. Odolnost lze chápat stejně jako pevnost.

f) Vypočtete maximální možnou hmotnost, kterou by udrželo spidroinové vlákno, kdyby mělo průměr 5 mm. 3 body

$$d = 5 \text{ mm}$$

$$\sigma_p = 0,141 \text{ GPa}$$

$$E = 7 \text{ GPa}$$

$$m = ?$$

$$\sigma_p = \frac{F}{S} = \frac{mg}{\pi \left(\frac{d}{2}\right)^2} = \frac{4mg}{\pi d^2}$$

$$m = \frac{\sigma_p \pi d^2}{4g} = \frac{0,141 \cdot 10^9 \cdot 3,14 \cdot 0,005^2}{4 \cdot 9,81} = \underline{282 \text{ kg}}$$

Poznámky k bodování:

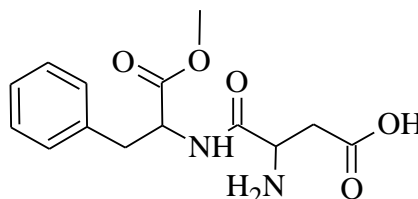
c) Za aminokyselinu 1 bod (celkem 5 aminokyselin), za název vazby 0,5 bodu, za dodržení, že se peptidy píšou od N konce k C konci 0,5 bodu.

d) Za vynechané místo 0,5 bodu (celkem 4 vynechaná místa).

f) Výpočet S (plocha průřezu vlákna) samostatně, nebo jeho zahrnutí do hlavního výpočtu 1 bod, za vyjádření hmotnosti 1 bod, za dosažení a výsledek 1 bod.

**ÚLOHA Č. 6**
**10,5 bodu**

Na obrázku vidíte vzorec aspartamu. Jedná se o látku používanou jako umělé sladidlo.

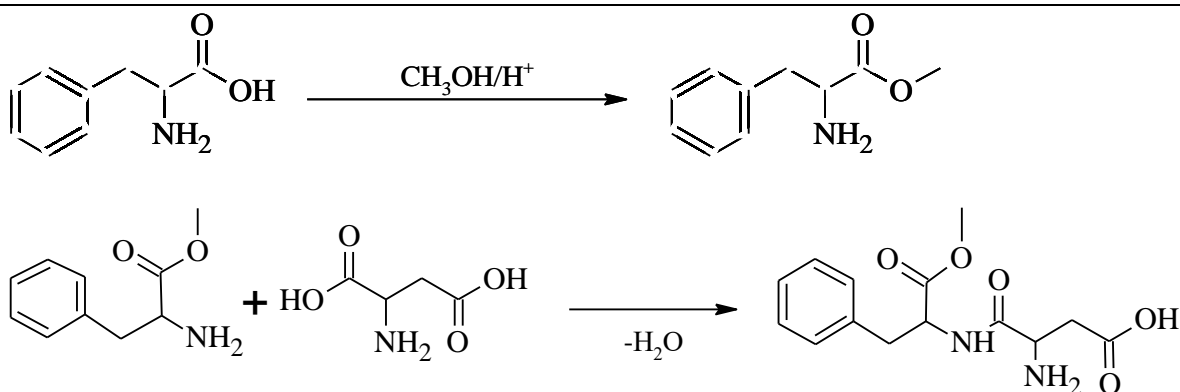


a) Z jakých aminokyselin se tato látka skládá?

**1 bod**

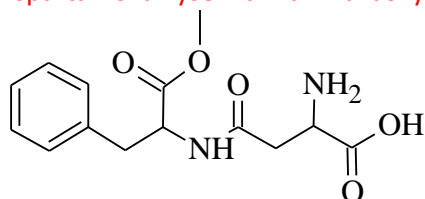
Fenylalanin a methylester kyseliny asparagové.

b) Navrhněte dvoukrokovou rovnici přípravy aspartamu z původních aminokyselin a methanolu. **2,5 bodu**



c) Aspartam není jediným produktem reakce. Nakreslete vzorec druhého produktu. Tento produkt je hořký, a tedy nechtěný ve výsledné směsi. Lze nějak jeho vzniku zabránit? **2 body**

Aspartamová kyselina má 2 karboxylové skupiny, proto je dalším možným produktem:



Úplně zabránit tomu nelze, výtěžek správného izomeru lze zvýšit např. tím, že se kyselina aspartamová přemění nejprve na cyklický anhydrid.

d) Uveďte 2 příklady nápojů, které obsahují aspartam.

**1 bod**

Např. Coca-cola, Fanta či light a dietní nápoje.

e) Odpůrcům aspartamu vadí, že se z něj zpětně uvolňuje methanol. Běžný nápoj slazený aspartamem (0,35 l) se přemění na 18 mg methanolu. Jaké podmínky jsou pro jeho uvolnění „rizikové“? Zhodnoťte, zda je třeba se aspartamu obávat (smrtná dávka je 0,8 g/kg).  
2 body

Aspartam uvolňuje methanol lépe za vyšších teplot – „rizikové“ je např. dlouhé ohřívání nápoje na slunci. Stabilita aspartamu také závisí na pH, proto by nápoje s ním měli mít pH mírně kyselé (3-5) – při vyšším i nižším pH se methanol uvolňuje rychleji.

Na první pohled je zřejmé, že obava z otravy je nepodložená – množství uvolněného methanolu je mnohem menší než smrtná dávka.

f) Práh sladkosti sacharosy je 5 g na litr vody. Udává se, že aspartam je 180 – 250krát sladší. Určete práh sladkosti aspartamu z průměrné hodnoty sladkosti. Vysvětlete, čím je způsobeno takto široké rozpětí naměřené sladkosti aspartamu.  
2 body

Průměrná sladkost: 215

Práh sladkosti  $5:215 = 0,023$  g/litr vody

Rozpětí je způsobeno čistotou, při syntéze vzniká vedlejší produkt.

Poznámky k bodování:

b) Za každý krok 1 bod, za jejich správné pořadí 0,5 bodu.

c) Za vzorec 1 bod, za cyklický anhydrid 1 bod.

f) Za určení průměrné hodnoty sladkosti 1 bod, za vysvětlení 1 bod.

ÚLOHA Č. 7	10,5 bodu
<p>Aminokyseliny patří podobně jako monosacharidy mezi látky vykazující stereogenní izomerii a jsou proto opticky aktivní. Stejně jako u monosacharidů se i u aminokyselin používají stereodeskriptory D a L.</p>	
<p>a) Vysvětlete, co znamená, že je látka opticky aktivní. Jsou všechny proteinogenní aminokyseliny opticky aktivní?</p>	3 body
<p>Opticky aktivní látka dokáže stáčet rovinu polarizovaného světla o určitý úhel. Ne, glycin není opticky aktivní.</p>	
<p>b) Vyskytují se monosacharidy a aminokyseliny v přírodě jako L nebo jako D izomery?</p>	1 bod
<p>V přírodě se vyskytují častěji D-sacharidy a pouze L-aminokyseliny.</p>	
<p>c) Nakreslete vzorce L a D alaninu a přiřaďte k nim systematické stereodeskriptory R a S.</p>	3 body
<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{COOH} \\    \\  \text{H}_2\text{N} - \text{C} - \text{H} \\    \\  \text{CH}_3  \end{array}  </math> </div> <div style="text-align: center;"> <math display="block">  \begin{array}{c}  \text{COOH} \\    \\  \text{H} - \text{C} - \text{NH}_2 \\    \\  \text{CH}_3  \end{array}  </math> </div> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <p>L-alanin je v S-konfiguraci.</p> <p>D-alanin v R-konfiguraci.</p> </div>	
<p>d) Aminokyseliny lze připravit pomocí Streckerovy syntézy z vhodných aldehydů. Jde o reakci s kyanovodíkem a amoniakem, při které vznikne nejprve nitrilový meziprodukt a z něj kyselou hydrolýzou požadovaná aminokyselina. Napište rovnici Streckerovy syntézy alaninu a výchozí látku i meziprodukt pojmenujte. Je tato reakce stereoselektivní či nikoli?</p>	3,5 bodu
$  \begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array} + \text{NH}_3 + \text{HCN} \longrightarrow \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{CN} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array} \xrightarrow{\text{H}_3\text{O}^+} \begin{array}{c} \text{CH}_3 \\   \\ \text{H} - \text{C} - \text{COOH} \\   \\ \text{NH}_2 \end{array}  $ <p>Výchozí látkou je acetaldehyd (ethanal), meziproduktem je 2-aminopropannitril.  Reakce není stereoselektivní, vzniká racemát.</p>	

Poznámky k bodování:

a) Za vysvětlení 2 body, za rozhodnutí, zda-li jsou všechny proteinogenní aminokyseliny opticky aktivní 1 bod.

c) Za vzorec 1 bod (celkem 2 vzorce), za správné určení stereodeskriptorů 1 bod.

d) Za rovnici 2 body, za název 0,5 bodu (celkem 2 názvy), za posouzení stereoselektivity 0,5 bodu.

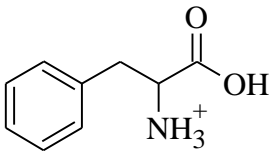
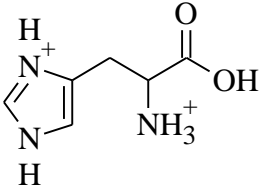
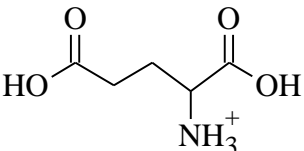
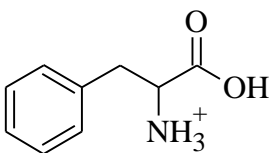
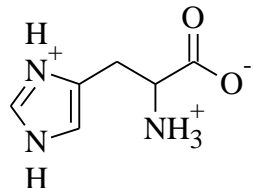
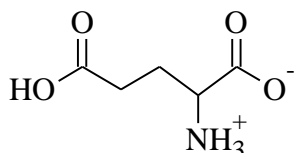
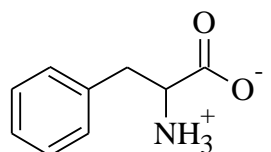
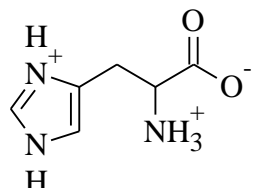
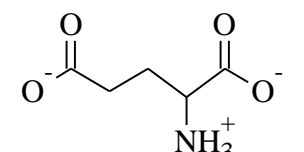
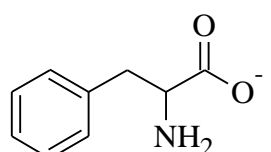
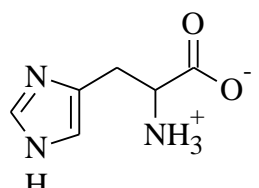
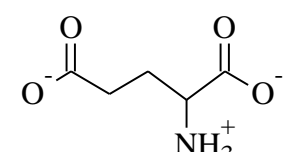
**ÚLOHA Č. 8**
**11,5 bodu**

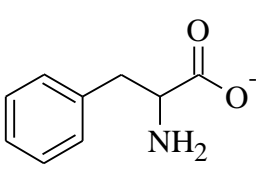
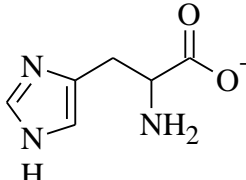
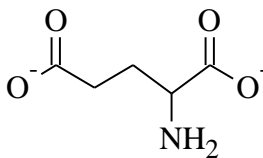
a) Vysvětlete pojem izoelektrický bod. Jak se nazývá forma, kterou aminokyselina zaujme v izoelektrickém bodě? **2 body**

Izoelektrický bod je hodnota pH, kdy je aminokyselina ve formě zwitteriontu (amfiontu), přičemž výsledný náboj molekuly je nulový.

b) Doplněte vzorce zadaných aminokyselin do tabulky.

**7,5 bodu**

pH	Aminokyselina (pI)		
	Fenylalanin (5,5)	Histidin (7,6)	Kyselina glutamová (3,2)
2			
3,2			
5,5			
7,6			

11			
c) Vysvětlete, proč je karboxylová skupina v postranním řetězci méně kyselá než karboxylová skupina vedle $\alpha$ -uhlíku. <span style="float: right;">2 body</span>			
Protože aminoskupina odtahuje elektrony ze sousední COOH skupiny, a tak usnadňuje deprotonaci.			

Poznámky k bodování:

a) Za izoelektrický bod 1 bod, za formu 1 bod.

b) Za správný vzorec 0,5 bodu (celkem 15 vzorců).

ÚLOHA Č. 9	6,5 bodu
a) Doplněte slova chybějící v textu o struktuře proteinů.	4,5 bodu
<p>Strukturu proteinů rozdělujeme do <b>čtyř</b> úrovní.</p> <p>Velké bílkoviny jako hemoglobin mohou být složeny z více podjednotek, touto stavbou se zabývá <b>kvarterní</b> struktura. Nižší úroveň, tzv. <b>terciální</b> struktura, představuje prostorové uspořádání podjednotky. Typické jsou dva tvary – <b>globulární</b> a <b>fibrilární</b>. Tyto dvě úrovně jsou nejnáze narušitelné, neboť se na jejich stavbě podílí především <b>nevazebné interakce</b> (jako van der Waalovy síly či vodíkové můstky).</p> <p>Dříve se věřilo, že všechna infekční onemocnění jsou způsobena živými organismy (bakterie, prvoci, viry). Ukázalo se, že to tak není – některé neurologické nemoci jsou přenášeny pouze volnými poškozenými bílkovinami – tzv. <b>priony</b>. Předpokládá se, že ty mají stejnou <b>primární</b> strukturu (pořadí aminokyselin) jako běžné proteiny v nervové soustavě, ale liší se tvarem <b>terciární</b> struktury a způsobují její změnu i u „zdravých“ proteinů.</p>	
b) Uveďte alespoň dva příklady chorob způsobené zmíněnými poškozenými bílkovinami. 2 body	
Jedná se o spongiformní encefalopatie (kuru, Creutzfeldt-Jakobova choroba) či tzv. nemoc šílených krav.	

Poznámky k bodování:

a) Za každé volné políčko 0,5 bodu.

<b>ÚLOHA Č. 10</b>	<b>6,5 bodu</b>
Aby bílkovina plnila svou funkci správně, je potřeba, aby byla ve své přirozené formě. Pokud je však vnějším zásahem narušena struktura bílkoviny, dochází ke ztrátě této funkce. Dva hlavní typy takového zásahu jsou koagulace a denaturace.	
<b>a) Vysvětlete termíny koagulace bílkovin a denaturace bílkovin.</b>	<b>2 body</b>
Denaturace je nevratný děj, při kterém dochází k narušení sekundární a terciární struktury, zachována zůstává pouze primární struktura. Bývá chybně rozdělována na denaturaci vratnou a nevratnou – „vratnou denaturací“ se myslí koagulace bílkovin (vratná změna sekundární a terciární struktury bílkovin se nazývá koagulace).	
<b>b) Za jakých okolností dochází ke koagulaci a za jakých k denaturaci?</b>	<b>2 body</b>
K denaturaci dochází, pokud srážíme bílkovinu pomocí anorganických solí těžkých kovů, v případě ostatních solí (např. NaCl) jde o koagulaci. K denaturaci také dochází působením vysoké teploty, vysokého nebo nízkého pH (= přidání kyseliny, zásady), zářením.	
<b>c) Proč bílkoviny vytváří koloidní roztoky místo homogenních (pravých) roztoků?</b>	<b>1 bod</b>
Tvoří se koloidní roztoky, protože velikost molekul bílkovin je příliš velká na vytvoření pravého roztoku.	
<b>d) Uveďte alespoň dva příklady praktického využití denaturace bílkovin.</b>	<b>2 body</b>
Sterilizace lékařských nástrojů, tepelná příprava potravy.	



## Zdroje

Denaturace proteinů – Studium chemie, PŘF UK. *Studium chemie, PŘF UK – Portál PŘF UK pro podporu výuky chemie na SŠ a ZŠ* [online]. Copyright © Katedra učitelství a didaktiky chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy [cit. 12.08.2020]. Dostupné z:

<https://studiumchemie.cz/experiment/denaturace-proteinu/>

INSTITUT GALENUS. *Aspartam - nejčastější dotazy* [online]. [cit. 12.08.2020]. Dostupné z:

<https://www.galenus.cz/clanky/vyziva/aditiva-aspartam>

Jak se určuje, kolikrát je nějaké sladidlo sladší než cukr? - Zeptejte se přírodovědců | Přírodovědci.cz. *Úvod | Přírodovědci.cz* [online]. Copyright © 2013, Prirodovedci.cz jsou komunikačním projektem [cit. 12.08.2020]. Dostupné z: <https://www.prirodovedci.cz/zeptejte-se-prirodovedcu/416>

JIRÁSEK, Milan, Vít ŠMILAUER a Jan ZEMAN. *Pružnost, pevnost, plasticita* [online]. Praha, 2018 [cit. 12.08.2020]. Dostupné z: <https://mech.fsv.cvut.cz/homeworks/student/PRA/F02-TahTlak.pdf>

LI, Xue, Chang-Hua SHI, Chuan-Long TANG, Yu-Ming CAI a Qing MENG. The correlation between the length of repetitive domain and mechanical properties of the recombinant flagelliform spidroin. *Biology Open* [online]. 2017, 6(3), 333-339 [cit. 12.08.2020]. DOI: 10.1242/bio.022665. ISSN 2046-6390. Dostupné z: <http://bio.biologists.org/lookup/doi/10.1242/bio.022665>

MCMURRY, John. *Organická chemie*. V Brně: VUTIUM, 2007. Překlady vysokoškolských učebnic. ISBN 978-80-214-3291-8.

NIKL, Jiří. *Metody projektování učebních úloh*. Hradec Králové: Gaudeamus, 1997. ISBN 80-7041-230-5.

ROTH, Klaus a Erich LÜCK. The Saccharin Saga – Part 6. *ChemViews* [online]. 2016 [cit. 12.08.2020]. ISSN 21903735. Dostupné z: doi:10.1002/chemv.201600030

WADE, L. G. *Organic chemistry*. 8th ed. Boston: Pearson, c2013. ISBN 978-0-321-76841-4.