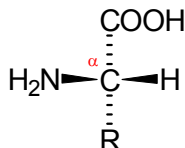


Aminokyseliny

opticky aktivní

- α -uhlík je asymetrický
- pouze L-aminokyseliny

(D-aminokyseliny:
bakterie, antibiotika, ...)



Aminokyseliny

rozdělení

- podle počtu karboxylových skupin
- podle počtu aminoskupin
- podle polarity postranního řetězce

Aminokyseliny

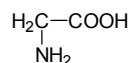
podle polarity

Postranní řetězec

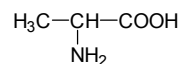
- **nepolární**
- **polární**, neionizovaný za fyziologických hodnot pH
- polární a ionizovaný - **kyselé**
- **bazický**

Aminokyseliny

nepolární



glycin, Gly, G
aminoctová kyselina

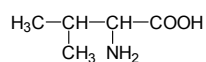


alanin, Ala, A
2-aminopropanová kyselina

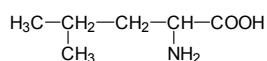
Aminokyseliny

nepolární

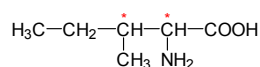
Aminokyseliny s rozvětveným postranním řetězcem



valin, Val, V
2-amino-3-methylbutanová



leucin, Leu, L
2-amino-4-methylpentanová

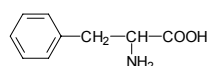


isoleucin, Ile, I
2-amino-3-methylpentanová

Aminokyseliny

nepolární

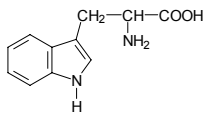
Aromatická aminokyselina



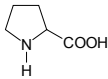
fenylalanin, Phe, F
2-amino-3-fenylpropanová

Aminokyseliny nepolární

Aminokyseliny s heterocyklem



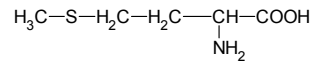
tryptofan, Trp, **W**
2-amino-3-(indol-3-yl)propanová



prolin, Pro, **P**
pyrrolidin-2-karboxylová

Aminokyseliny nepolární

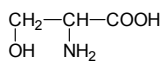
Aminokyselina dialkylsulfid



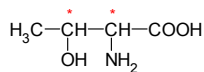
methionin, Met, **M**
2-amino-4-(methylsulfanyl)butanová

Aminokyseliny polární

Aminokyseliny s hydroxyskupinou



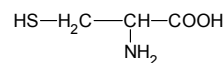
serin, Ser, **S**
2-amino-3-hydroxypropanová



threonin, Thr, **T**
2-amino-3-hydroxybutanová

Aminokyseliny polární

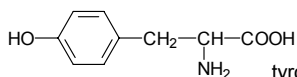
Aminokyselina s thiolovou skupinou



cystein, Cys, **C**
2-amino-3-sulfanylpropanová

Aminokyseliny polární

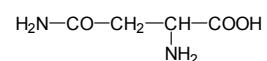
Aminokyselina s fenolickou skupinou



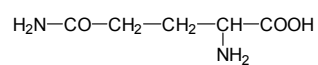
tyrosin, Tyr, **Y**
2-amino-3-(4-hydroxyfenyl)propanová

Aminokyseliny polární

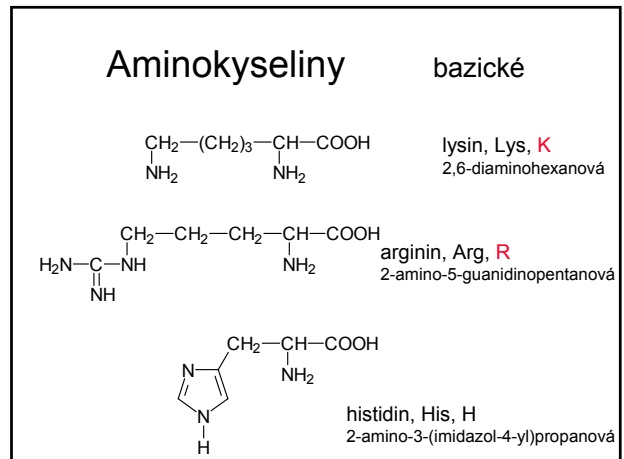
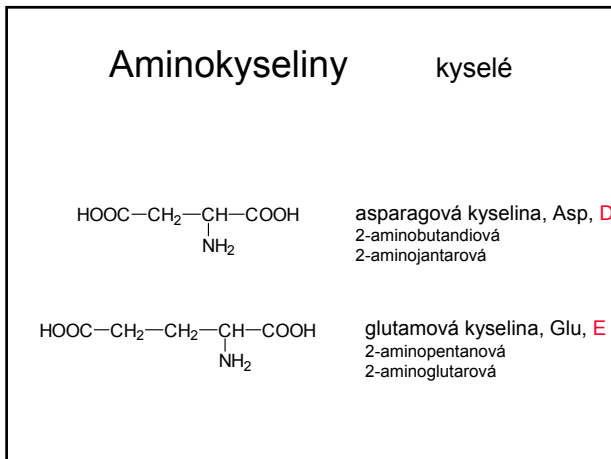
Amidy „kyselých aminokyselin“



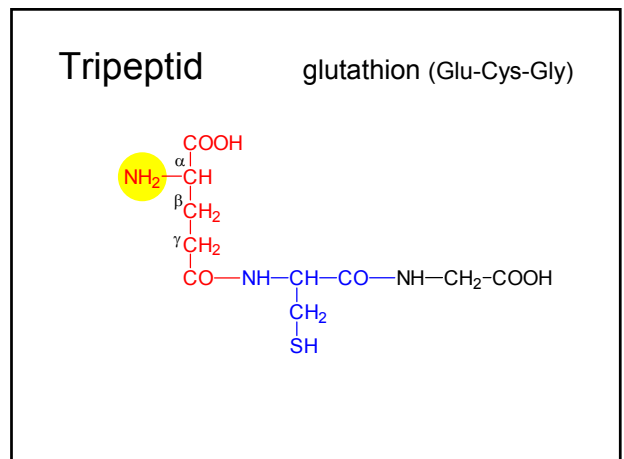
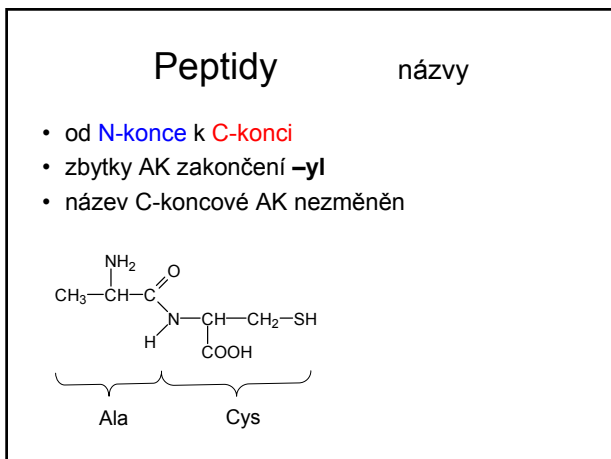
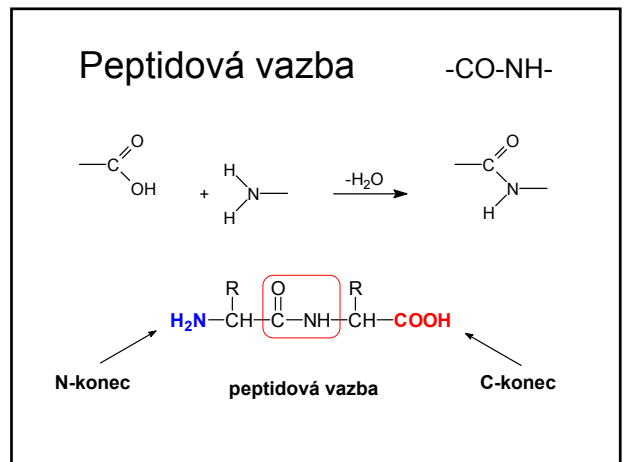
asparagin, Asn, **N**
2-amino-3-karbamoylpropanová



glutamin, Gln, **Q**
2-amino-3-karbamoylbutanová



- ### Aminokyseliny esenciální nepostradatelné
- Val, Leu, Ile (s rozvětveným řetězcem)
 - Phe, Tyr (s aromatickým řetězcem)
 - Lys (bazická)
 - Met (sírná)
 - Thr (hydroxy-)
 - His, Arg v období růstu (bazické)



Peptidy

označení

	Počet AK	Počet peptidových vazeb
• Dipeptid	2	1
• Tripeptid	3	2
• Oligopeptid	2-10	1-11
• Polypeptidy	> 10	> 11
• Proteiny	> 50 - 100	$M_r > 10\ 000$

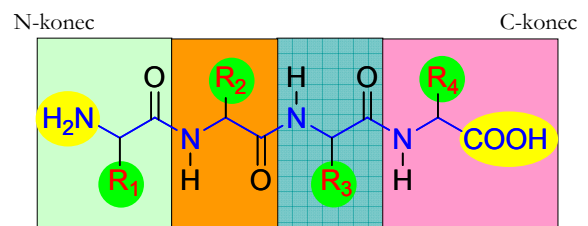
Struktura proteinů

- Primární
- Sekundární
- Terciární
- Kvartérní

Proteiny primární struktura

- pořadí AK zbytků v polypeptidovém řetězci
- geneticky kódované ve sledu nukleotidů v DNA
- uvádí se vždy od N-konce k C-konci v souladu se směrem proteosyntézy

Primární struktura tetrapeptidu



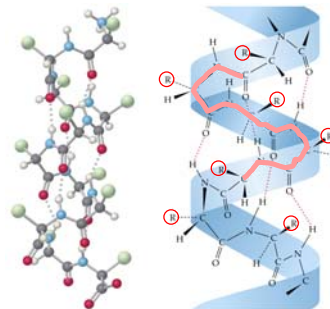
Proteiny sekundární struktura

- prostorové uspořádání hlavního polypeptidového řetězce (bez ohledu na postranní řetězce)
 - pravidelné: α -helix a β -struktura
 - nepravidelné

Stabilizace sekundární struktury

- pouze vodíkové můstky mezi skupinami
>N-H \cdots O=C< peptidových vazeb

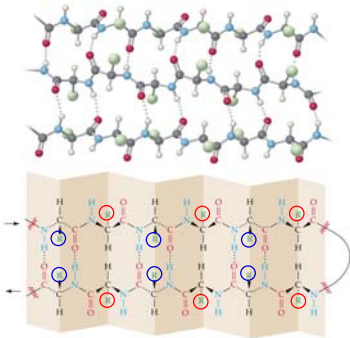
α -helix pravotočivá šroubovice



- 3,6 AK na 1 otáčku
- postranní řetězce AK jsou vně helixu

β -struktura

jednořetězový β -hřeben



- stabilizace do struktury skládaného listu
- postranní řetězce střídavě **nad** a **pod** rovinu skládaného listu

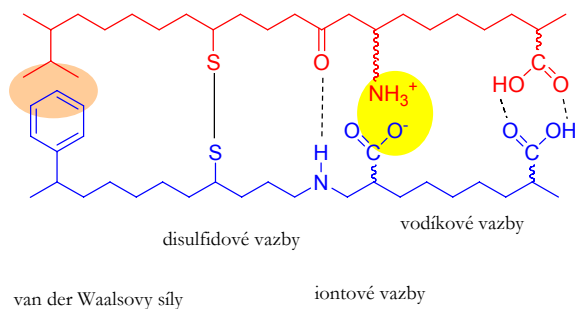
Proteiny terciární struktura

- prostorové uspořádání všech atomů polypeptidového řetězce
- závisí na charakteru postranních řetězců AK

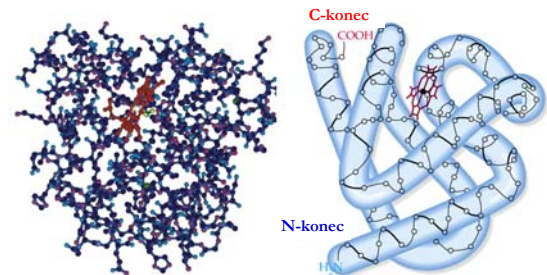
Stabilizace terciární struktury:

- vodíkové vazby, van der Waalsovy síly, iontové vazby, disulfidové vazby

Stabilizace terciární struktury



Myoglobin terciární struktura



Proteiny kvartérní struktura

- počet a prostorové uspořádání podjednotek v oligomerní molekule
- podjednotky mohou být stejné nebo různé

hemoglobin A

($\alpha_2\beta_2$)



Denaturace

- Proces, při kterém se mění nativní konformace molekuly (kvartérní, terciární a sekundární struktura)
- Ztrácí se biologické funkce proteinu
- Nemění se primární struktura
- **Vratná** (např. přidavek soli)
- **Nevratná** (teplo, změna pH, kationty těžkých kovů)

Proteiny rozdělení

- **Globulární** ve vodě většinou rozpustné
albumin, hemoglobin, fibrinogen
globuliny (nerozpustné v čisté vodě)
- **Vláknité (fibrilární)** nerozpustné ve vodě
α-keratin (vlasy, nehty, peří,...)
myosin (svaly)
kolagen (pojivo), elastin (kůže, cévy)
- **Membránové**

Proteiny a imunitní systém

Protilátky (imunoglobuliny)

- tvoří se při tzv. humorální odpovědi organismu na přítomnost cizích látek (antigenů)
- specificky váží antigen, který jejich tvorbu vyvolal

Antigeny (imunogeny)

- makromolekuly, vyvolávající tvorbu protilátek
- proteiny, nukleové kyseliny, polysacharidy
- nízkomolekulární látky tvorbu protilátek nevyvolají

Enzymy charakteristika

- proteiny, **katalyzující** biochemické reakce
- **vysoce specifické**
katalyzují přeměnu pouze určité látky jedním způsobem (nevznikají vedlejší produkty)
- **regulovatelné** (aktivátory, inhibitory, částečnou proteolýzou, kovalentní modifikací - fosforylací)
- **aktivní centrum**
místo, kam se váže substrát a přeměňuje se na produkt

Enzymy kofaktory

- neproteinová složka některých enzymů
- většinou stabilní při zahřátí
- **ionty některých kovů**
- **koenzym** (nekovalentní vazba s enzymem)
- **prostetická skupina** (kovalentně vázaná na enzym)

holoenzym = +

Enzymová reakce



komplex enzym-substrát

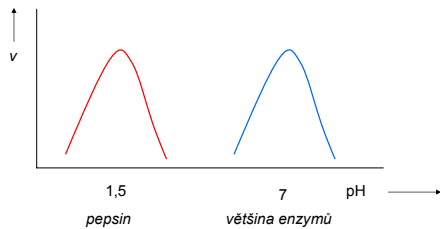
- k vazbě substrátu na enzym dochází v tzv. **aktivním centru**
- s rostoucí koncentrací substrátu roste rychlost reakce až do „nasyčení“ enzymu substrátem

Faktory ovlivňující rychlost enzymové reakce

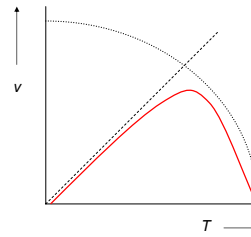
- koncentrace substrátu
- pH
- teplota
- aktivátory / inhibitory

Vliv pH

- disociace ionizovatelných skupin v aktivním centru



Vliv teploty



- s rostoucí teplotou roste rychlost enzymové reakce

Typy inhibice

- inhibice **vratná**
např. kompetitivní inhibitory
strukturní podobnost se substrátem
soutěží o vazbu v aktivním centru
- nevratná**

Enzymy názvosloví

- zakončení **-asa** (česky -áza)
ureasa
dehydrogenasa
- triviální názvy *pepsin*
trypsin

Enzymy klasifikace

6 základních tříd

1. oxidoreduktasy
2. transferasy
3. hydrolasy
4. lyasy
5. isomerasy
6. ligasy

1. Oxidoreduktasy

- oxidačně redukční reakce, přenos vodíku, elektronu, vestavění molekuly kyslíku
dehydrogenasy, oxidasy

2. Transferasy

- přenos skupin atomů
aminotransferasy (přenos $-NH_2$)

3. Hydrolasy

- hydrolytické štěpení vazeb (peptidových, esterových, glykosidových, ...)
trávicí enzymy zažívacího traktu

4. Lyasy

- nehydrolytické štěpení vazeb nebo tvorba vazeb

5. Isomerasy

intramolekulární přesuny vazeb nebo atomů

6. Ligasy

vznik vazeb za současného štěpení ATP
synthetasy

Hydrolázy

polymer	enzym	štěpená vazba
Proteiny		peptidová
Polysacharidy		glykosidová
Triacylglyceroly		esterová

Proteiny metabolismus

Enzymy

- **endopeptidasy** (štěpí peptidové vazby uvnitř řetězce) tvoří se v neaktivní formě „*zymogeny*“
(parietální buňky) *pepsinogen* → *pepsin*
(pankreas) *trypsinogen* → *trypsin*
- **exopeptidasy** (štěpí peptidový řetězec od konce)
karboxypeptidasy, *aminopeptidasy*
- **dipeptidasa** (štěpí poslední dipeptid)

Lipidy

- Deriváty (estery, amidy) mastných kyselin a alkoholů.
- Hydrofóbní charakter:
 - nerozpustné ve vodě
 - rozpustné v nepolárních organických rozpouštědlech
- Některé lipidy mají amfipatický charakter (**přirozené tenzidy**): např. fosfolipidy

Biologické funkce lipidů

- Zdroj energie
- Zásobní látka – energetická rezerva
- Zdroj esenciálních mastných kyselin
- Strukturní funkce – součást membrán: buněčných a subcelulárních částic
- Hydrofóbní prostředí v organismu pro příjem a uchování nepolárních látek:
 - hormony (steroidní a tyreoidální), vitaminy (A, D, K, E)
- Tepelná izolace organismu

Klasifikace lipidů

- Jednoduché lipidy
 - Tuky, oleje (acylglyceroly)
 - Vosky
- Složené lipidy
 - Fosfolipidy
 - Glykolipidy
- V krvi jsou součástí lipoproteinů (kromě vosků)

Složky lipidů 1

• Mastné kyseliny

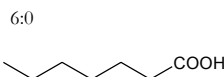
- Alifatické monokarboxylové kyseliny získané hydrolýzou přirozených lipidů
- Sudý počet uhlíků:
- Nenasycené kyseliny dvojně vazby konfigurace *cis*



Zkrácený zápis struktury mastné kyseliny

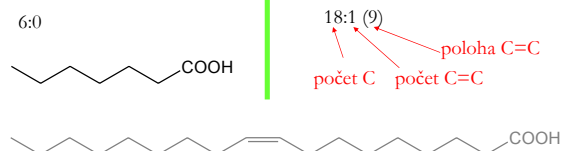
kapronová kyselina

hexanová kyselina



olejová kyselina

cis-oktadec-9-enová kyselina



Hlavní mastné kyseliny v přirozených lipidech

• másečná	butanová	4:0
• kapronová	hexanová	6:0
• palmitová	hexadekanová	16:0
• stearová	oktadekanová	18:0
• olejová	<i>cis</i> -oktadec-9-enová	18:1
• linolová*	<i>cis,cis</i> -oktadeca-9,12-dienová	18:2
• linolenová*	<i>cis,cis,cis</i> -oktadeca-9,12,15-trienová	18:3

*nepostradatelné (esenciální)

Složky lipidů 2

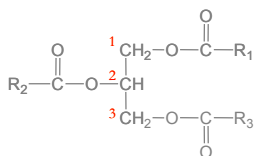
• Alkoholy

- glycerol
- tuky
- fosfolipidy
- vyšší jednofunkční alkoholy - hexadekanol (cetylalkohol)
- vosky
- sfingosin = dvojfunkční nenasycený aminoalkohol C₁₈
- fosfolipidy, glykolipidy

Acylglyceroly

= estery glycerolu a mastných kyselin

- monoacylglyceroly (MG)
- diacylglyceroly (DG)
- triacylglyceroly (triglyceridy, TG) - velmi nepolární



Triacylglyceroly

- Tuky
 - pevné (hovězí lůj), polotuhé (vepřové sádlo)
- Oleje
 - tekuté, vyšší obsah **nenasycených** mastných kyselin
 - nižších** mastných kyselin

hydrogenací dvojných vazeb mastných kyselin

ztužené tuky

Možnosti hydrolytického štěpení esterové vazby TG

- A) zahříváním s minerální kyselinou
→ glycerol + směs mastných kyselin
- B) vařením s alkalickými hydroxidy (zmýdelnění)
→ glycerol + mýdlo (směs alkalických solí mastných kyselin)
- C) enzymaticky - lipasy

Žluknutí tuků

- Inicie: světelné záření a mikroorganismy
- Oxidace dvojných vazeb $O_2 \Rightarrow$ peroxidy, aldehydy, ketony, ...
- Hydrolyza esterových vazeb

Jak poznáme žluklý tuk?

Oxidační polymerace olejů

- snadno TG s velkým podílem **nenasycených** mastných kyselin
- např. olej lněný, sojový
- fermeže = tyto oleje s přísadami

Vosky (ceridy)

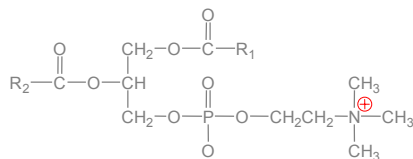
- směsi esterů vyšších alkoholů s vyššími **nasycenými** mastnými kyselinami
- tuhé
- hydrofobnější než triacylglyceroly

včelí vosk ester cerotové kyseliny C_{22} + cerylalkoholu C_{22}

Fosfolipidy

- Esterově vázané na glycerol nebo sfingosin
 - kyselina fosforečná
 - mastné kyseliny
- Amfipatický charakter

lecithin



Katabolismus aminokyselin

- Odstranění aminoskupiny
 - deaminací: vznik NH_4^+
 - transaminací: přenos $-NH_2$ na 2-oxokyselinu
- uhlíkatý řetězec
 - pyruvát
 - acetyl-CoA
 - meziprodukt citrátového cyklu
- v játrech: NH_4^+ → močovina