

Význam bílkovin ve výživě

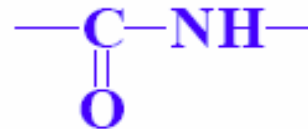
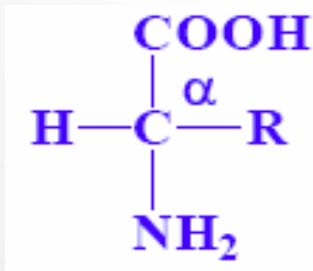
Bílkoviny (proteiny)

- patří mezi hlavní živiny
- není možné je nahradit jinými živinami (N)
- polymerní sloučeniny složené z aminokyselin

aminokyseliny



bílkoviny (*více než 100 aminokyselin
vázaných peptidovou vazbou*)



Aminokyseliny

- **esenciální:**
 - **člověk je nedovede syntetizovat, musí je přijímat se stravou**
 - **valin, leucin, isoleucin, threonin, fenylalanin, tryptofan, methionin a lysin**
 - **methionin může být částečně nahrazen cysteinem a fenylalanin tyrosinem**
- **semiesenciální:**
 - **u malých dětí (rychlý růst) – histidin, arginin**
- **neesenciální:**
 - **cystein, tyrosin, alanin, serin, prolin, glycin, glutamová kyselina, asparagová kyselina**
 - **člověk je umí syntetizovat (z jiných aminokyselin)**

Hodnota bílkovin

- dána obsahem esenciálních aminokyselin
- **limitující aminokyselina**
 - = ta esenciální kyselina, jíž je v potravíně (stravě) relativně nejméně (= vztaženo na denní potřebu člověka nebo referenční bílkovinu – celovaječný protein)
 - limituje rozsah proteosyntézy
- obvykle lysin, methionin nebo tryptofan
- AAS (Amino Acid Score)
 - $AAS = 100 * A_x / A_r$
(A_x = obsah aminokyseliny v testovaném proteinu a A_r v referenčním)
 - počítá se pro každou esenciální aminokyselinu
 - AAS bílkoviny = AAS limitující aminokyseliny (= nejmenší číslo)

Potřeba esenciálních aminokyselin

Aminokyselina	Denní potřeba (g)	Vejce (mg/g proteinu)
valin	0,8-1,6	73
leucin	1,1-2,2	88
isoleucin	0,7-1,4	66
threonin	0,5-1,0	51
methionin	1,1-2,2	32
lysin	0,8-1,6	64
fenylalanin	1,1-2,2	58
tryptofan	0,25-0,5	16

Hodnota různých bílkovin

- živočišné > rostlinné
- **plnohodnotné:** mléčné a vaječné bílkoviny
- **téměř plnohodnotné:** bílkoviny svaloviny
- **méně hodnotné:** bílkoviny pojivové tkáně (= živočišné) a rostlinné bílkoviny
- limitující aminokyseliny:
 - obiloviny – lysin (rýže: AAS = 50; pšenice: AAS = 39)
 - luštěniny – methionin (AAS = 50)

u pestré stravy se nedostatky vzájemně kompenzují a v průmyslově vyspělých zemích není dostatečný příjem esenciálních AMK zpravidla problém

Funkce bílkovin ve výživě

- tvorba plasmových proteinů
⇒ výstavba a obnova tkání
- tvorba proteinů se specifickou funkcí
= především enzymů
- tvorba dalších dusíkatých látek
= např. porfyriny (hem), puriny a pyrimidiny
(nukleosidy), kreatin (= energetický substrát
pracujícího svalu), ...
- *získávání energie*

Trávení bílkovin

= enzymová hydrolýza → → → aminokyseliny

bílkovina



žaludek; pepsin; pH \cong 1,5

polypeptidy



tenké střevo; trypsin, chymotrypsin; pH \cong 7,5

oligopeptidy



tenké střevo; karboxypeptidasy, aminopeptidasy,



dipeptidasy; pH \cong 7,5

aminokyseliny

Vstřebávání aminokyselin

- v tenkém střevu → játra
 - ↔ zásoba (pool) aminokyselin
 - ↔ relativně malá kapacita
 - bílkoviny musí být obsaženy v každém jídle
- **nevstřebané aminokyseliny a peptidy**
 - tlusté střevo
 - ↔ využívány střevní mikroflórou
 - produkty hnití (sulfan, indolové deriváty, ...)

Metabolismus aminokyselin

→ plasmové proteiny → tělesné proteiny

→ jiné dusíkaté látky

→ jiné aminokyseliny (nemohou vzniknou esenciální AMK)

→ amoniak + uhlíkatý skelet → oxidace na CO₂ a vodu



močovina



ledviny



syntéza sacharidů nebo lipidů

+ energie

Denní potřeba bílkovin

- plnohodnotných bílkovin:
 - min. 0,5-0,6 g / kg tělesné hmotnosti
 - doporučeno 0,6-0,8 g / kg tělesné hmotnosti
- reálných bílkovin:
 - optimální příjem 0,8-1,2 (1,0) g / kg tělesné hmotnosti
- více:
 - **malé děti, puberta (= rychlý růst)** – až nad 2,0 g / kg těl. hm.
 - **kojící ženy** – 1,5-2,0 g / kg tělesné hmotnosti
 - **sportovci** – ale pro růst svalů lze (bez používání anabolických steroidů) využít max. 1,3 g plnohodnotných bílkovin / kg těl. hm. / den

Potřeba bílkovin – pokračování

- rizika při vyšším příjmu:
 - využívání aminokyselin k získávání energie → toxický amoniak → močovina → vylučování ↔ **zatěžování organismu**
- potřebu (příjem) bílkovin dále ovlivňují:
 - poruchy metabolismu bílkovin
 - fenylketonurie (organismus neodbourává fenylalanin)
 - celiakie (= nesnášenlivost, intolerance k lepku)
 - homocystinurie, ...
 - změny bílkovin při přípravě pokrmů ⇒

Změny bílkovin při zpracování potravin

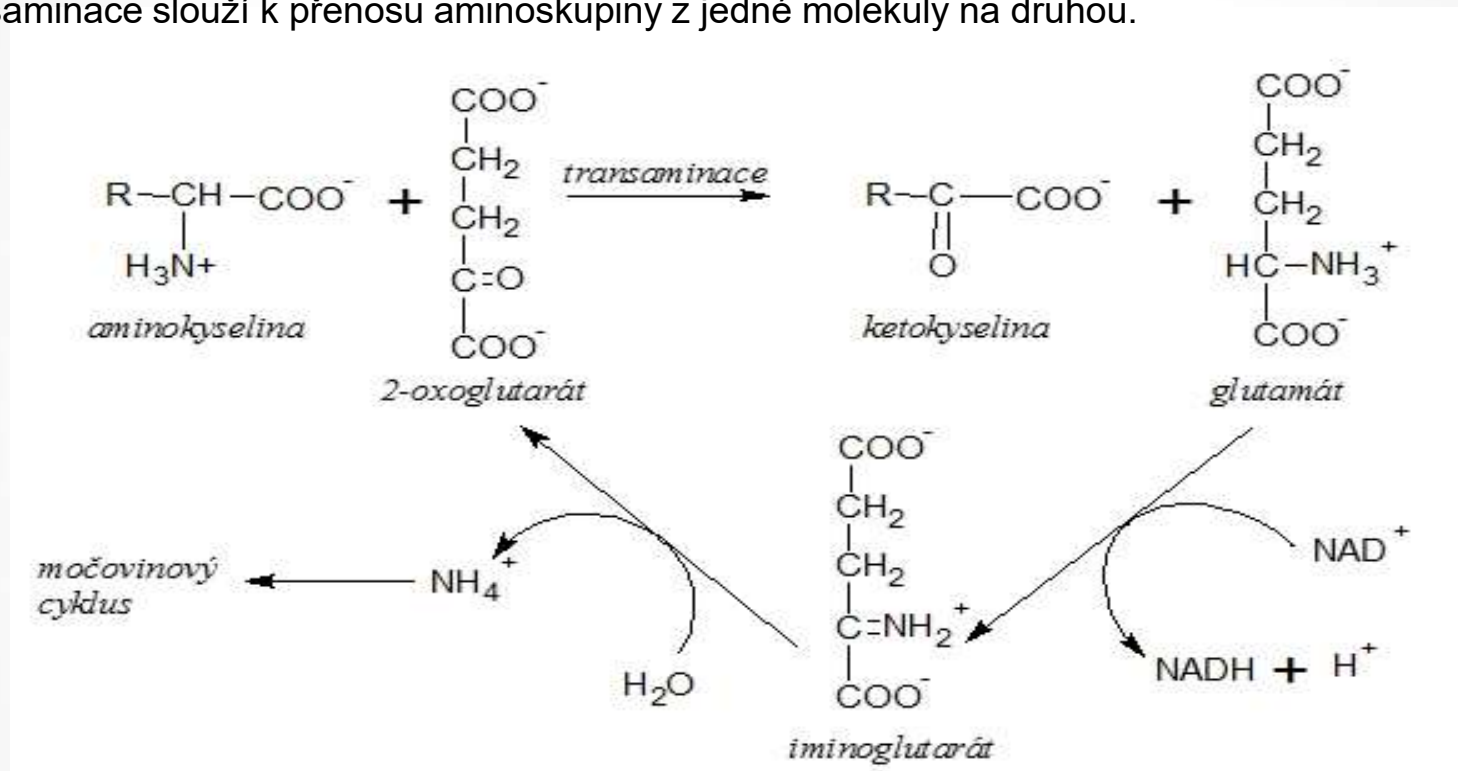
- denaturace bílkovin \leftrightarrow obecně +
 - = **změna terciální struktury bílkovin**
 - v praxi především vlivem zvýšených teplot
 - zvyšuje se travitelnost bílkovin \leftarrow řetězce bílkovin jsou přístupnější proteolytickým enzymům
 - inhibují se některé antinutriční a přirozené toxické látky (inhibitory proteas, lektiny), enzymy a bílkovinné struktury mikroorganismů

Změny aminokyselin při zpracování potravin

- chemické reakce aminokyselin
 - ↔ z výživového hlediska obecně -
 - úbytek některých aminokyselin (tryptofan, lysin)
 - vznik antinutričních látek (D-aminokyseliny, lysinoalanin)
 - vznik enzymorezistentních (netravitelných) komplexů a sloučenin
 - vznik sensoricky aktivních látek

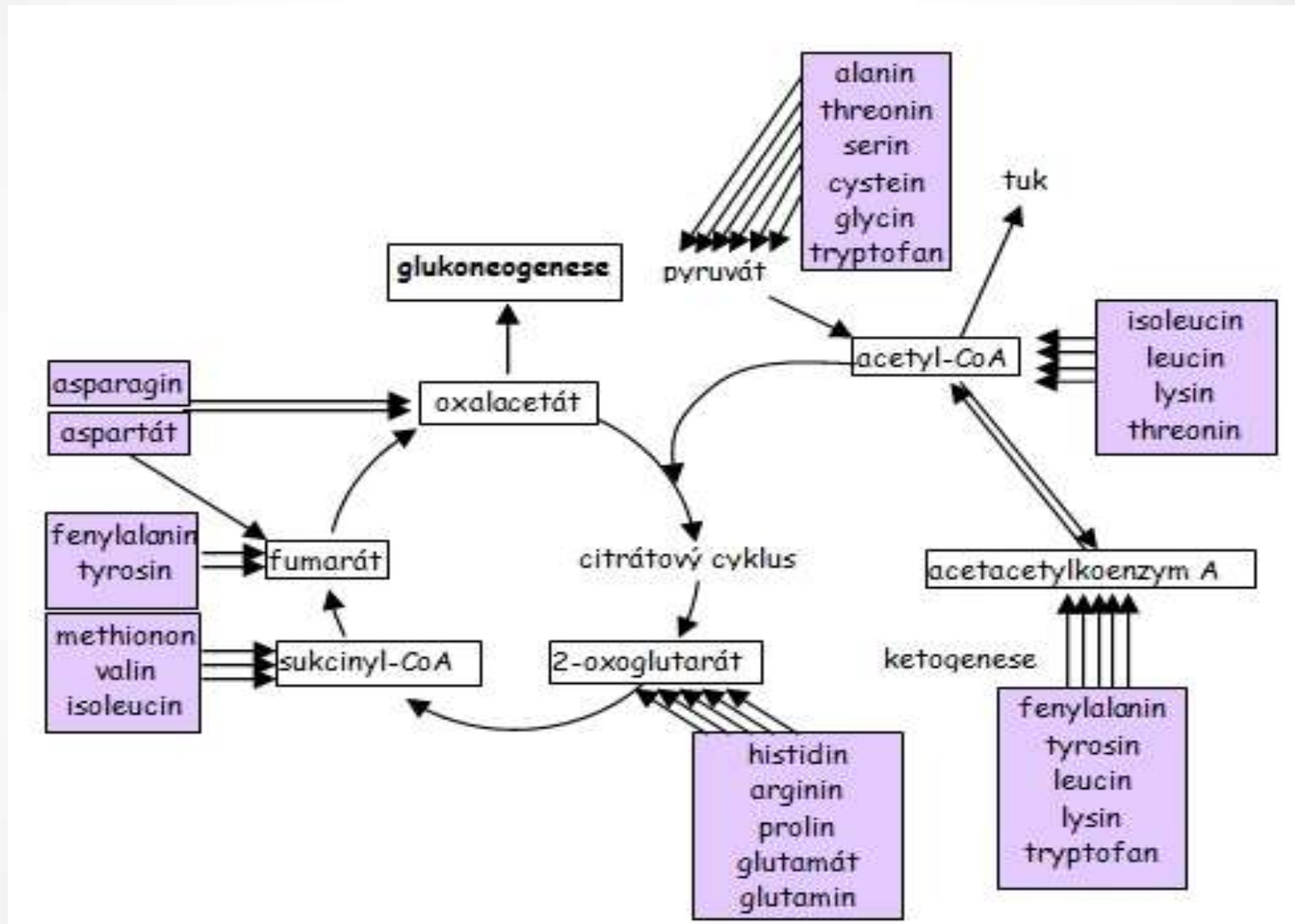
Odbourávání AK

1. Nejprve proběhne deaminace (většinou tzv. **transaminačním mechanismem**) za vzniku **2-oxokyseliny**. Transaminace slouží k přenosu aminoskupiny z jedné molekuly na druhou.



Tvorba NH_4^+ z aminokyselin Akceptorem aminokyselin je nejčastěji 2-oxoglutarát, a vzniká tak glutamát. Z glutamátu se oxidační deaminací uvolňuje NH_4^+ . Konečná detoxikace amoniaku probíhá v játrech v močovinovém cyklu.

2. Protože aminokyseliny mají rozmanitou chemickou strukturu probíhá odbourávání jejich uhlíkaté kostry velmi odlišnými cestami. Metabolismus uhlíkatých řetězců znázorňuje schéma



Aerobní odbourávání uhlíkaté kostry

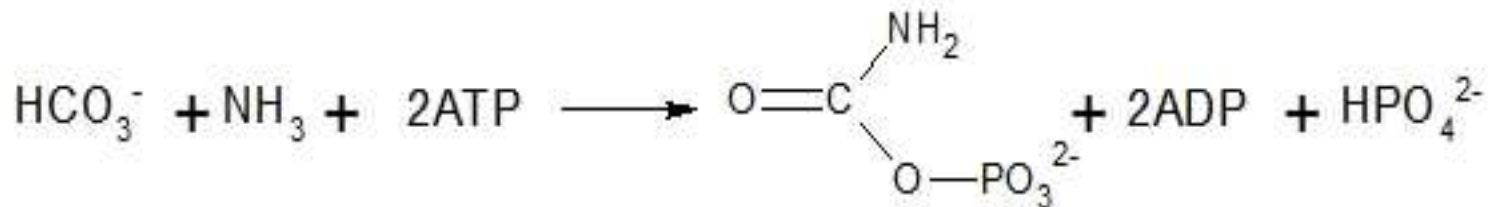
aminokyselin: (citace Voet 2006)

1. Cesta na acetylkoenzym A přes pyruvát: alanin, cystein, glycin, serin, threonin, tryptofan.
2. Cesta na acetylkoenzym A přes acetoacetylkoenzym A: fenylalanin, leucin, lysin, tyrosin, tryptofan.
3. Přeměna na 2-oxoglutarát: arginin, histidin, kyseliny glutamová, glutamin, prolin.
4. Přeměna na sukcinylkoenzym A: isoleucin, methionin, threonin, valin.
5. Přeměna na oxalacetát: asparagin, kyselina asparagová.
6. Přeměna na fumarát: tyrosin, fenylalanin, kyselina asparagová.



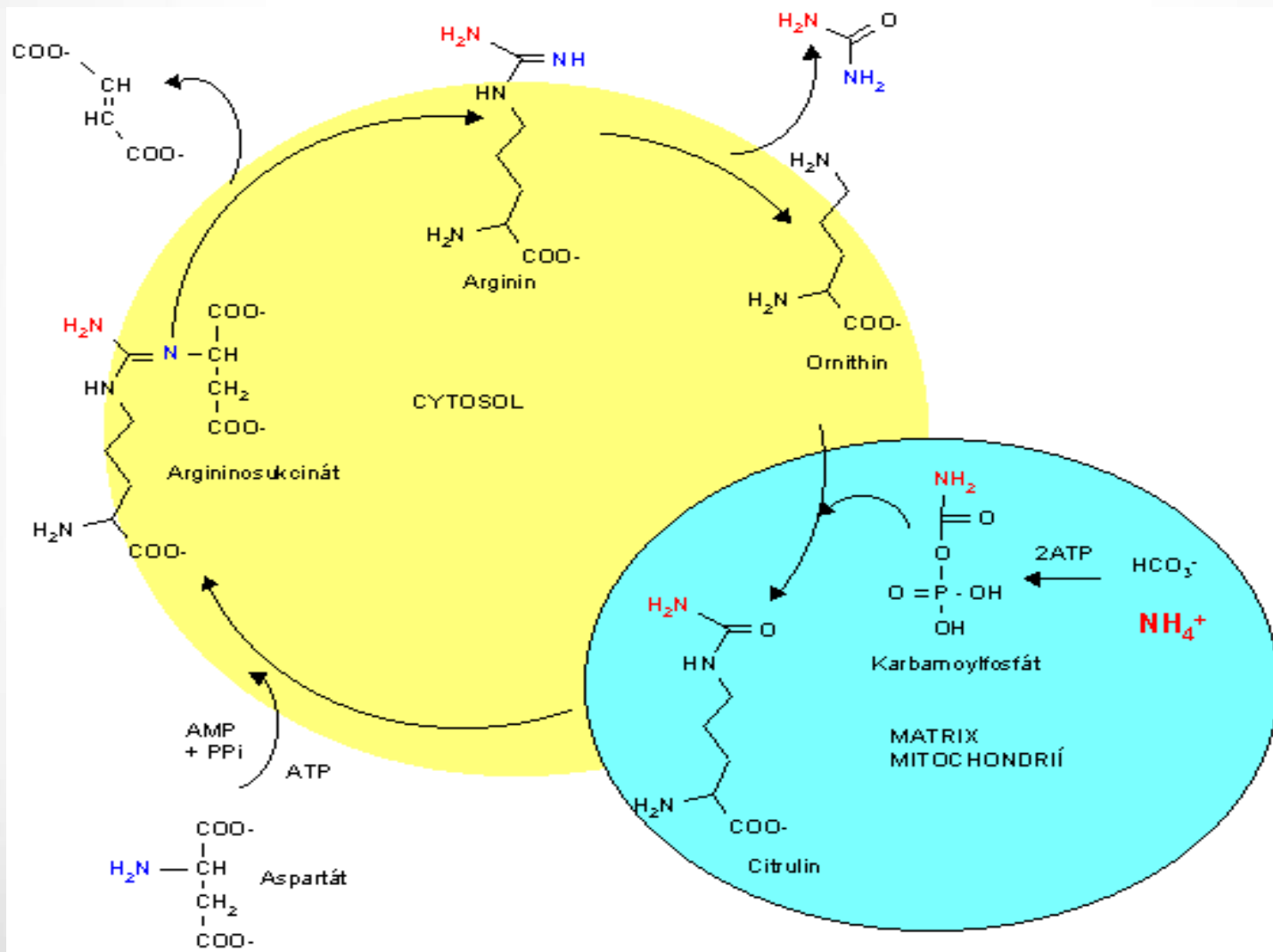
Odbourávání amoniaku

- Při oxidačním odbourávání aminokyselin by se uvolňoval amoniak, který je pro organismus jedovatý. V lidském těle je amoniak přeměňován na močovinu v **močovinovém (ornithinovém) cyklu**. Močovinový cyklus začíná tvorbou látky, která se nazývá **karbamoylfosfát**.



Tvorba karbamoylfosfátu

Močovinový cyklus



Závažná onemocnění z nedostatku bílkovin

- **Marasmus**

- Závažným stupněm podvýživy je marasmus, který vzniká důsledkem dlouhodobého nedostatečného příjmu všech živin. Ten vede k postupnému odbourávání tukových zásob, zásob glykogenu a v konečné fázi také k odbourávání aktivní svalové hmoty a tělesných bílkovin.

- **Kwashiorkor**

- K obecným malnutricím je v učebnicích tradičně řazen kwashiorkor jako protein-energetická malnutrice s převažujícím nedostatkem bílkovin (na rozdíl od marasmu, při němž převažuje nedostatek energie). Kwashiorkor je závažná forma malnutrice vyskytující se u malých dětí v rozvojových zemích charakterizovaná mimo jiné otoky.

Struktura bílkovin

- primární
- sekundární
- terciární
- kvartérní

Primární struktura

- Pořadí aminokyselin v řetězci
- Zakódováno v DNA (molekulární choroby)
- DNA → m RNA → bílkovina
- Určuje vlastnost bílkoviny

..-Ala-Pro-Val-Tyr-Cys-Gly-Asp-Gln-Lys-...



..-Ala-Pro-Leu-Tyr-Cys-Gly-Asp-Gln-Lys-..

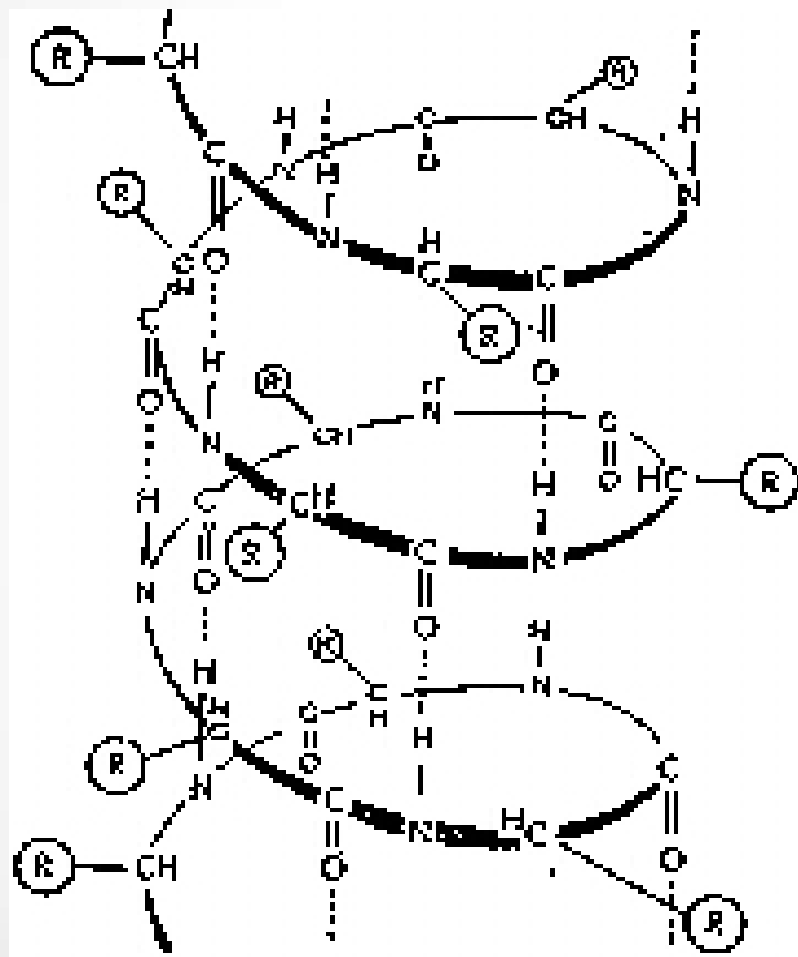
změna = choroba

Sekundární struktura

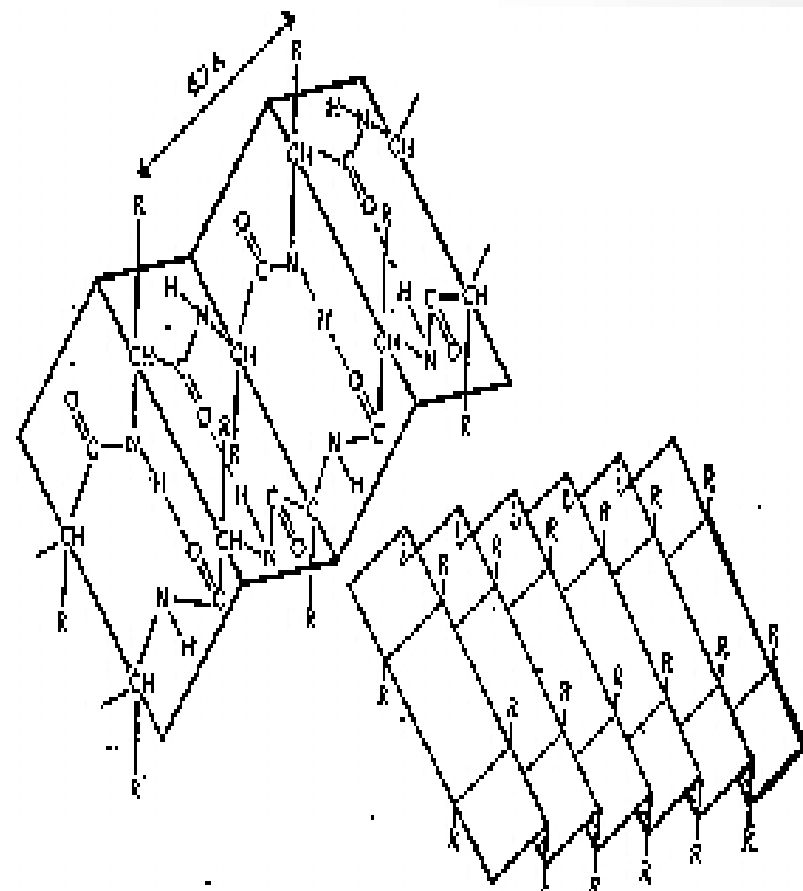
- Geometrické uspořádání polypeptidového řetězce
- Strukturu stabilizují vodíkové můstky
- Formy: **α – helix** – pravotočivá šroubovice
 - jeden závit = 3,6 AK

skládaný list – dva řetězce

α -helix



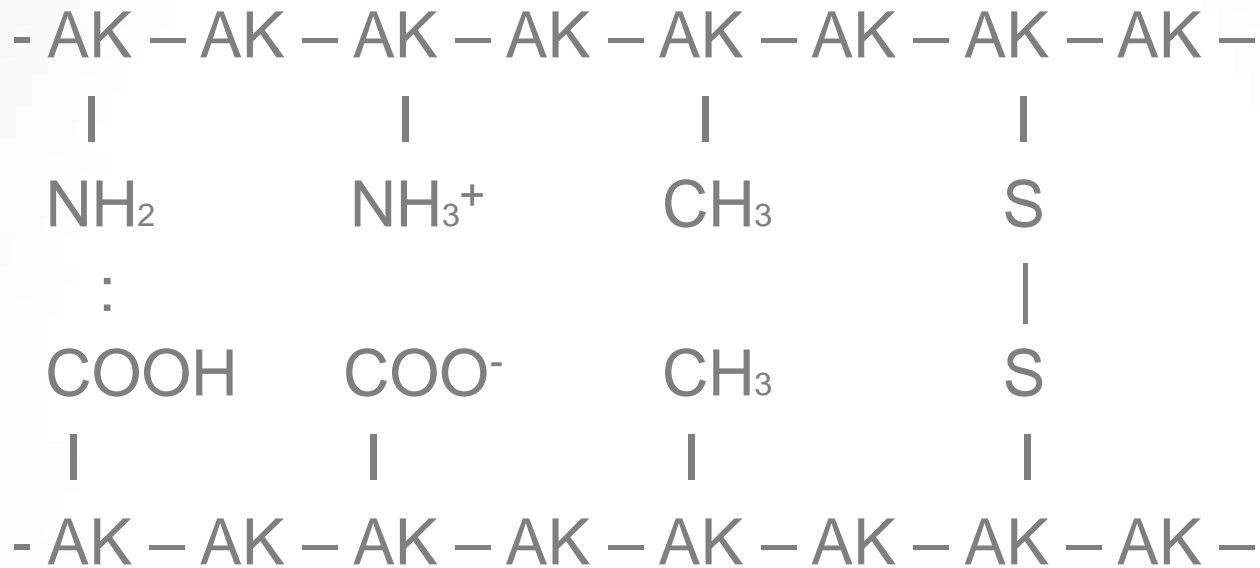
skládáný list



Terciární struktura

- Prostorové uspořádání sekundární struktury
- Vazby: vodíkové můstky
 - iontové vazby
 - van der Waalsovy síly
 - disulfidické můstky
- Tvary: fibrilární (vlákno)
 - globulární (klubko)

Terciární struktura



Kvartérní struktura

- Pouze u některých bílkovin
- Složení z několika podjednotek
- Např. hemoglobin – 4 podjednotky

