

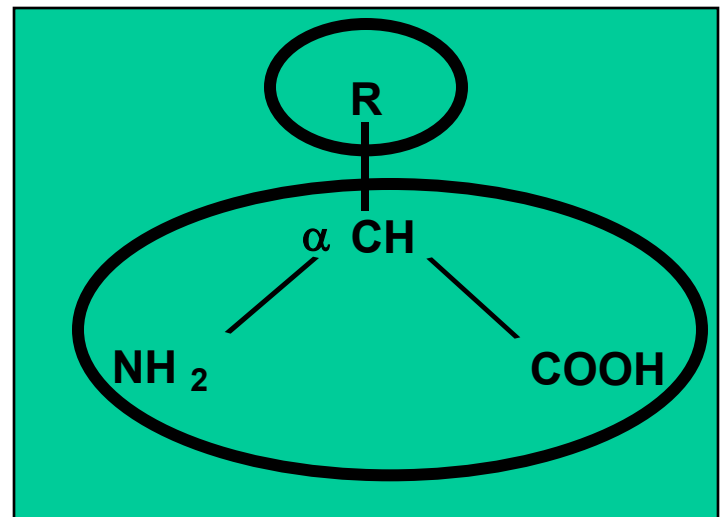
Bílkoviny - proteiny

- Proteiny jsou složeny z 20 kódovaných aminokyselin
- L-enantiomery

Chemická struktura aminokyselin

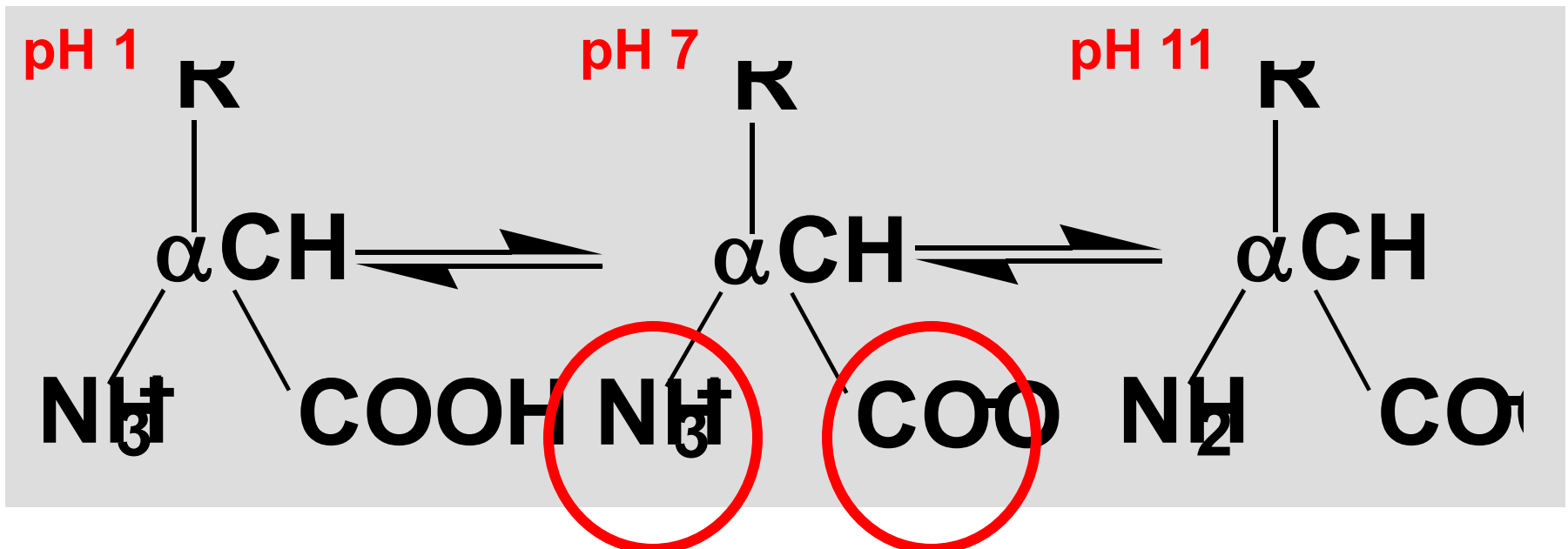
R představuje jeden z 20 různých typů postranních řetězců

Hlavní řetězec je neměnný - základ peptidové vazby, existence dvou enantiomerních konfigurací, tvorba vodíkových můstků



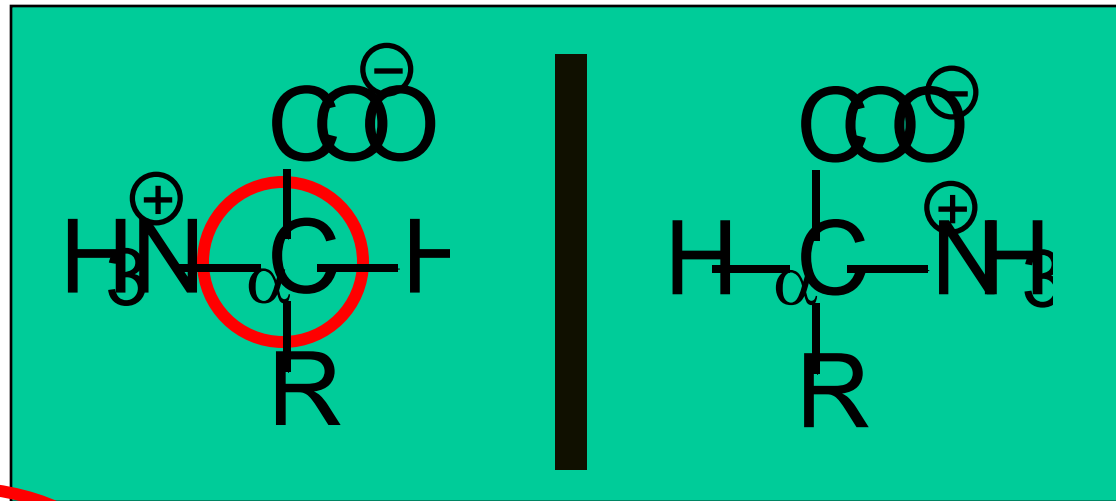
Hlavní řetězec aminokyselin – vliv pH

- při fyziologickém pH mají volné aminokyseliny charakter amfiontu (“zwitterion”)
 - pK COOH skupiny je mezi 1.7-2.6
 - pK NH₂ skupiny je mezi 9.0-10.8
- pl = 0.5 (pK₁ + pK₂)**



aminokyseliny - optická aktivita

- alfa atom uhlíku je asymetrický pro 19 z 20 běžných kódovaných aminokyselin (výjimkou je glycin, kde $R = H$). 19 aminokyselin se vyskytuje jako L-isomer. D-aminokyseliny jsou vzácné.



L-isomer

rovina
souměrnosti

D-isomer (vzácný)

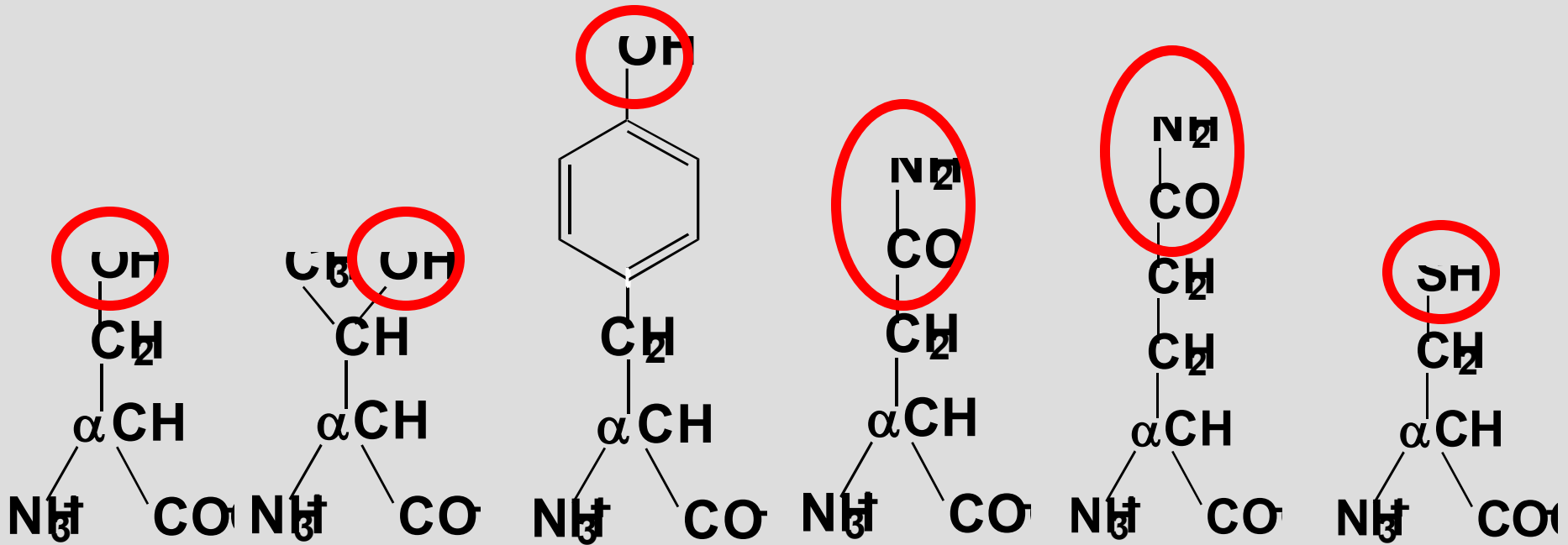
Fischerova projekce

Klasifikace aminokyselin podle postranních řetězců

- **6 hydrofilních neutrálních postranních řetězců.** Všechny obsahují =O, O-H nebo N-H skupiny které tvoří vodíkové můstky.
- **2 hydrofilní kyselá postranní řetězce.** Obsahují karboxylové skupiny COO⁻ s negativním nábojem při fyziologickém pH. pK 3.9 (aspartát) a 4.3 (glutamát).
- **3 hydrofilní basické postranní řetězce.** Obsahují N-H skupiny (protonované u lysinu a argininu při fyziologickém pH).
- **9 hydrofobních postranních řetězců.** Všechny obsahují zejména C-H vazby které málo interagují s molekulami vody. Jsou většinou uvnitř molekuly proteinu.

**Tvoří vodíkové můstky.
Obvykle na povrchu proteinů.**

Šest hydrofilních neutrálních aminokyselin



Serine
Ser, S

Threonine
Thr, T

Tyrosine
Tyr, Y

Asparagine
Asn, N

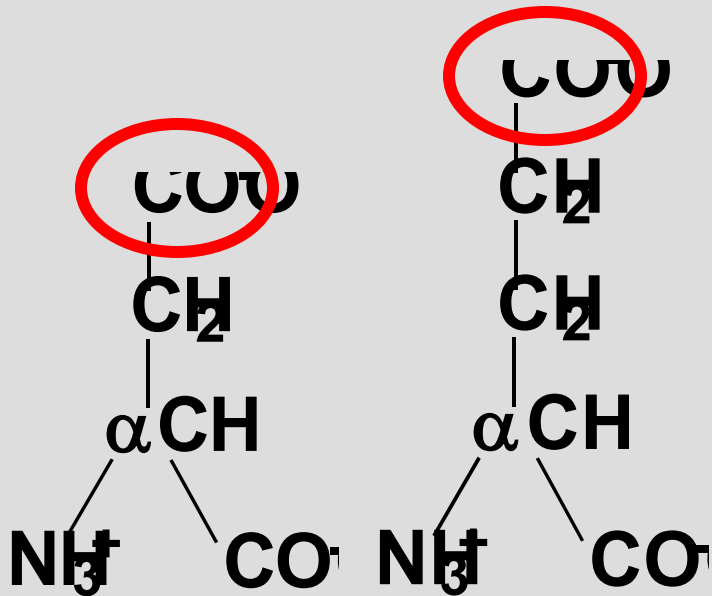
Glutamine
Gln, Q

Cysteine
Cys, C

**Tvoří vodíkové můstky.
Obsahují ionizovatelné skupiny.**

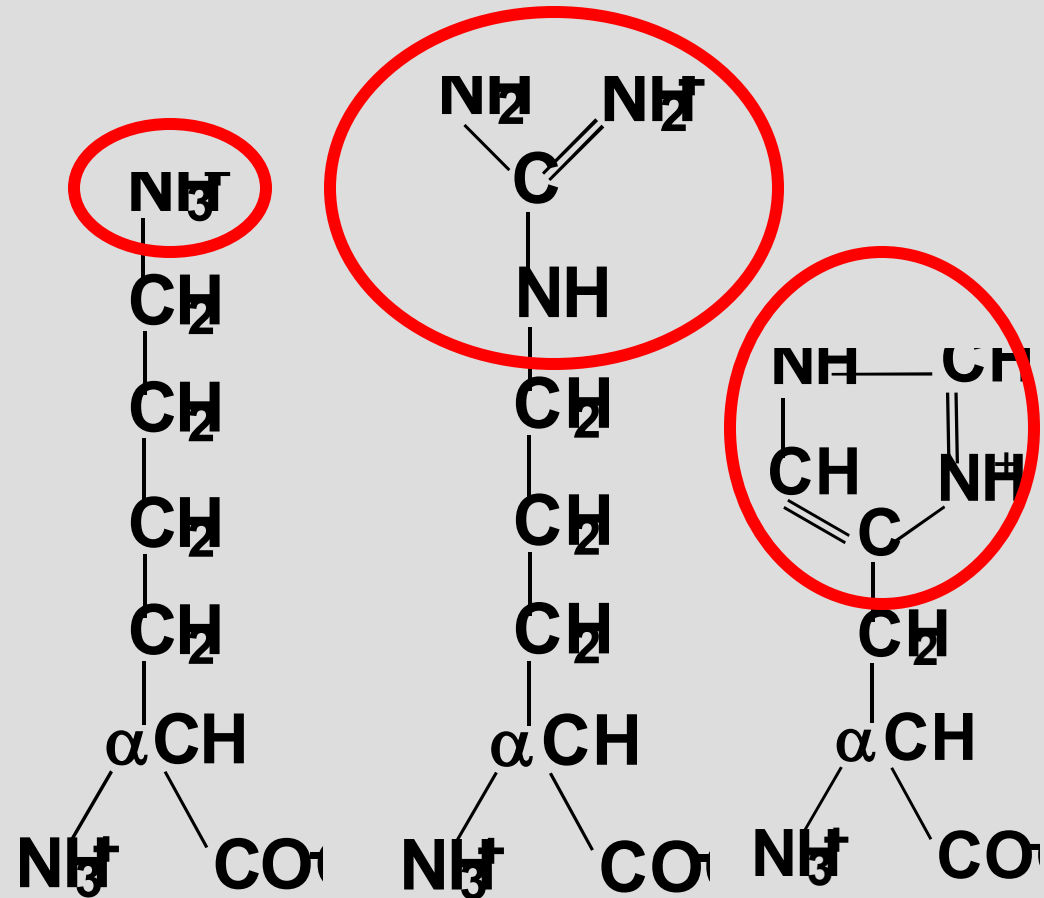
Tři basické aminokyseliny

Dvě kyselé aminokyseliny



Aspartate
Asp, D

Glutamate
Glu, E



Lysine
Lys, K

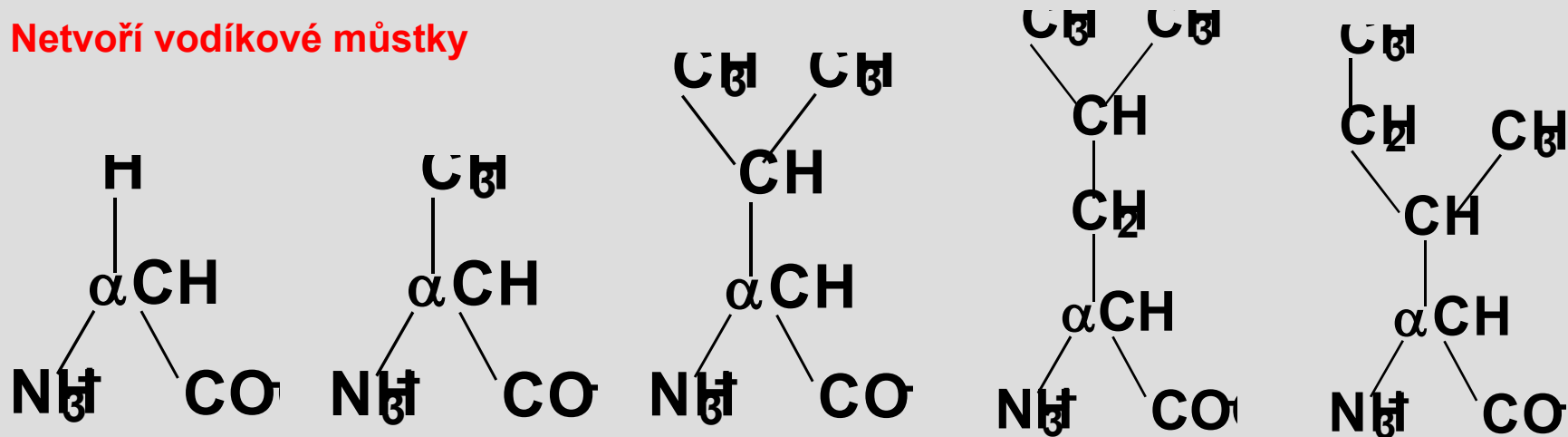
Arginine
Arg, R

Histidine
His, H

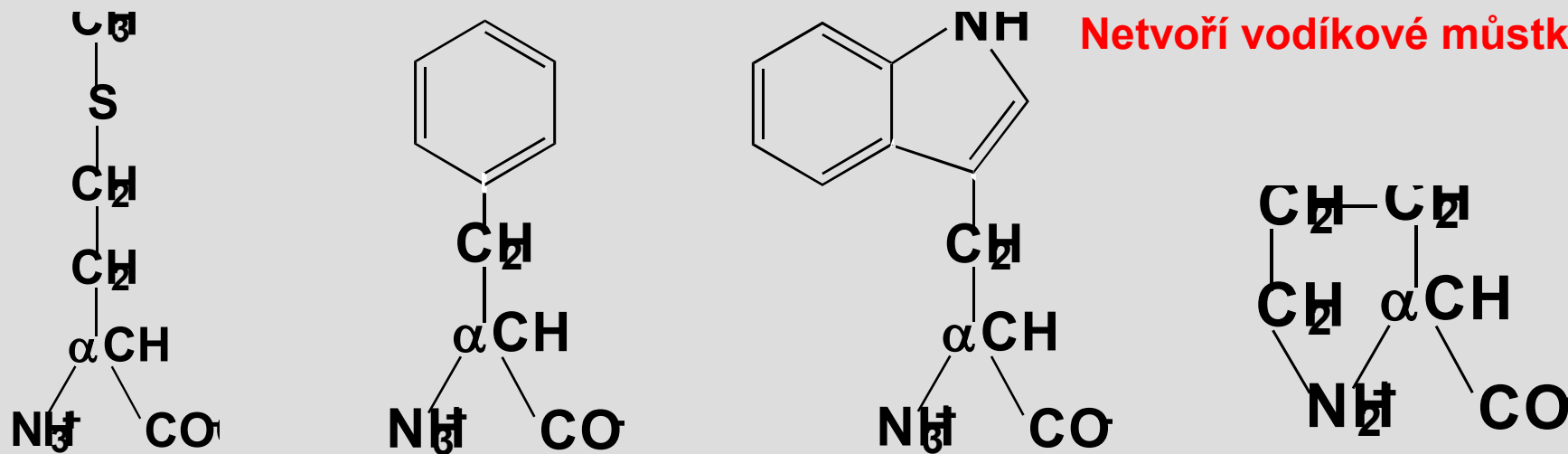
Devět hydrofobních aminokyselin

Ponořeny v proteinech

Netvoří vodíkové můstky

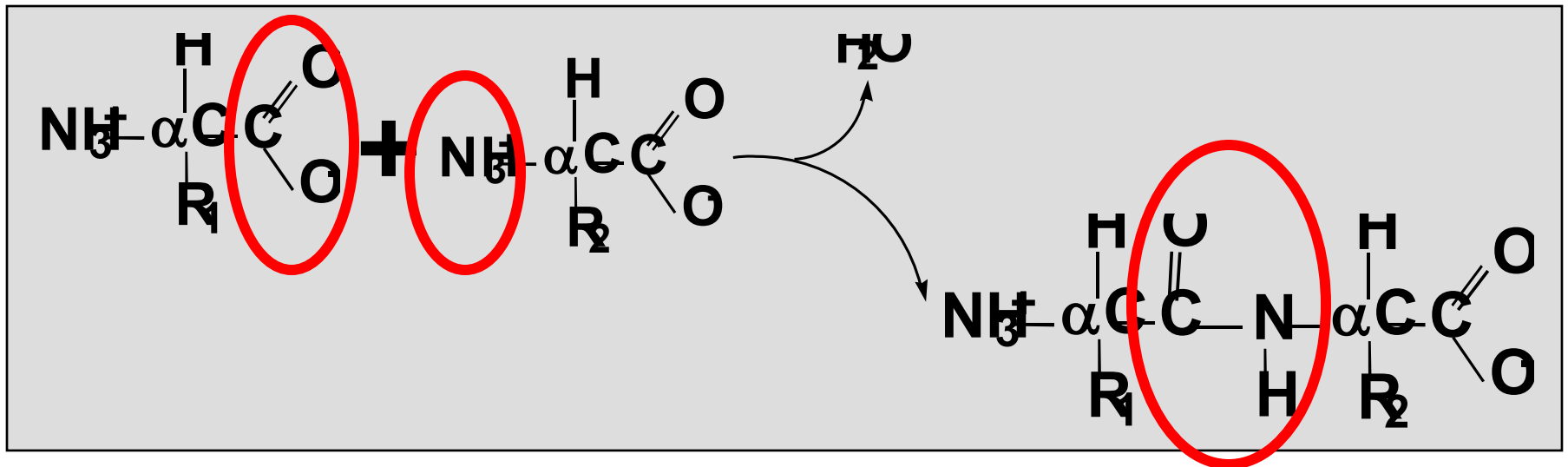


Netvoří vodíkové můstky



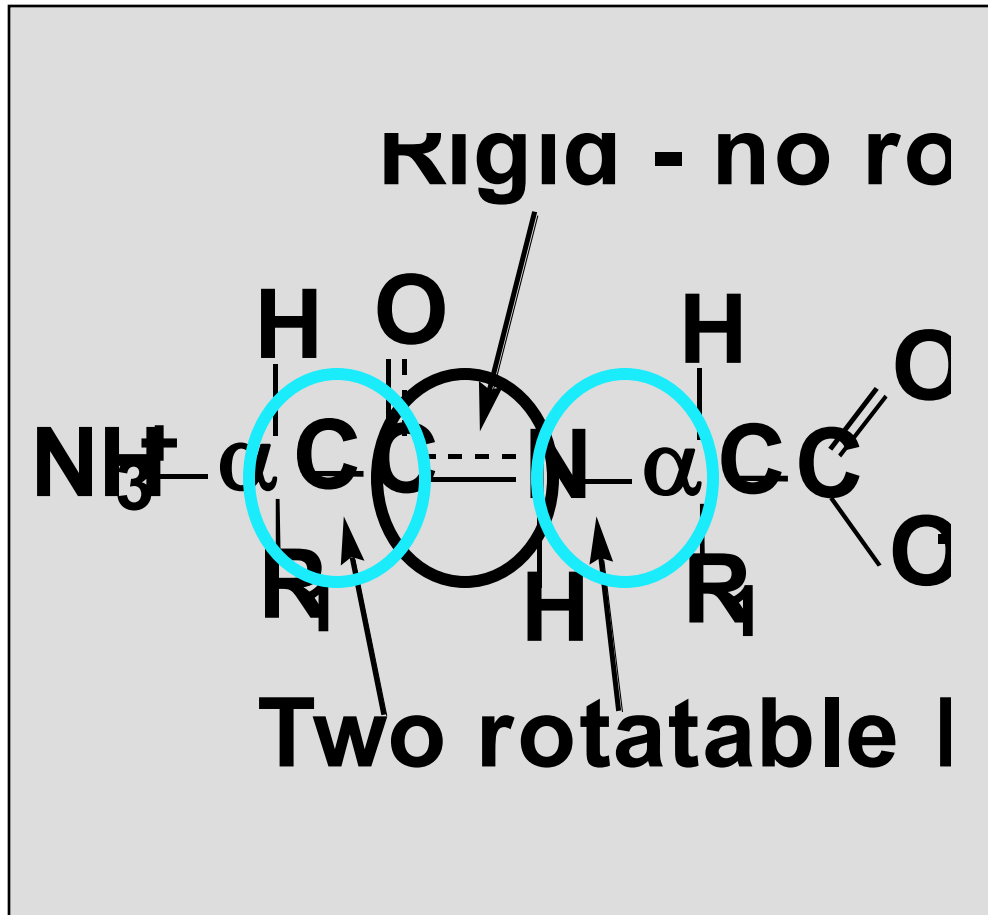
Tvorba peptidové vazby

Peptidová vazba spojuje aminokyseliny → vede ke vzniku proteinů



Polypeptidický řetězec vždy začíná na N-konci (aminokyselinový zbytek č. 1; volná NH₃⁺ skupina je nalevo) a končí na C-konci (volná COO⁻ skupina napravo).

Peptidická vazba je rigidní



- Mezi sousedními postranními řetězci jsou tři vazby.
- Jedna z vazeb vykazuje částečně násobný charakter a nemůže rotovat - je rigidní.
- **Ostatní dvě vazby mohou rotovat.**
- Tyto skutečnosti umožňují vznik sekundárních struktur (α -helix, β -struktury).

Čtyři úrovně struktury bílkovin

Primární struktura (chemická): pořadí aminokyselin v řetězci, další detaily (umístění disulfidických můstků, prosthetických skupin, glykosylace).

Sekundární struktura: vzájemný prostorový vztah sousedních nebo blízkých aminokyselin. Typické struktury: α -helix, β -struktura. Stabilizace pouze vodíkovými můstky.

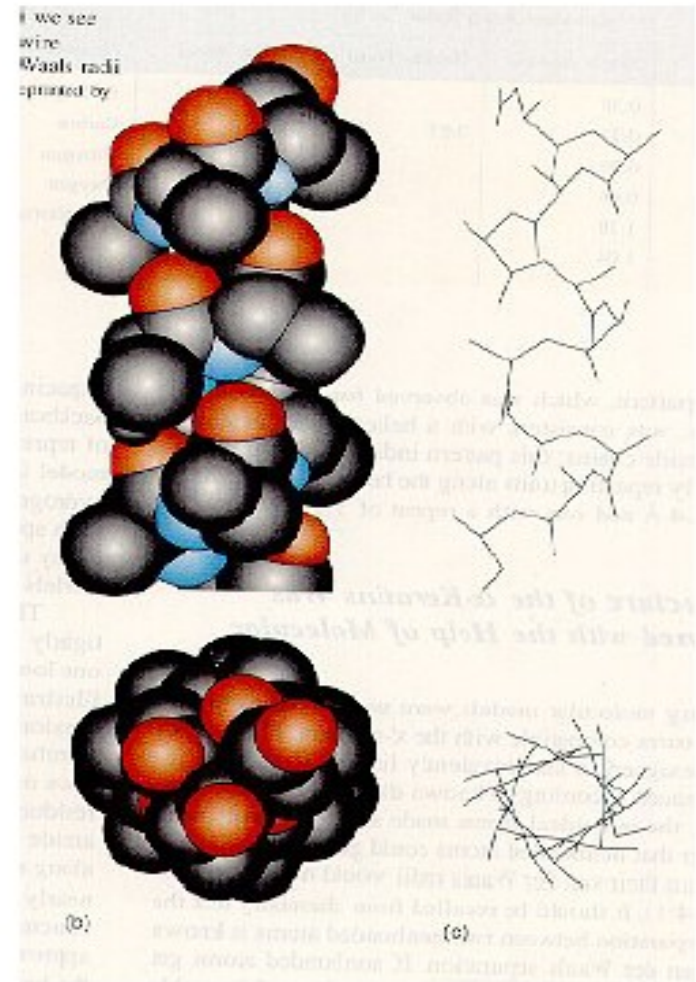
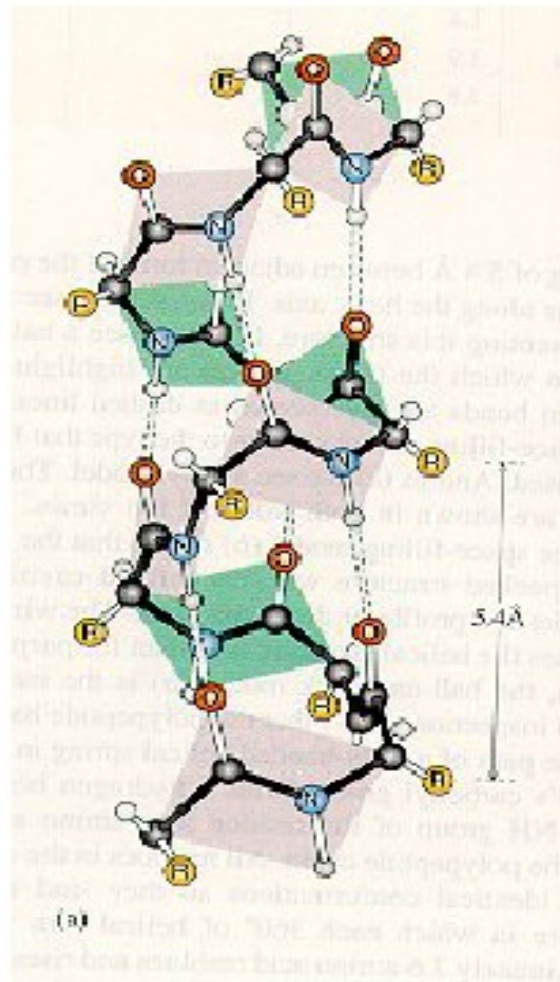
Terciární struktura: vzájemný prostorový vztah vzdálených částí řetězce. Stabilizace vodíkovými můstky, iontovými interakcemi, hydrofobními interakcemi a disulfidickými můstky.

Kvartérní struktura: prostorové uspořádání molekulových podjednotek, které tvoří celistvé molekuly (např: 2 α a 2 β řetězce hemoglobinu)

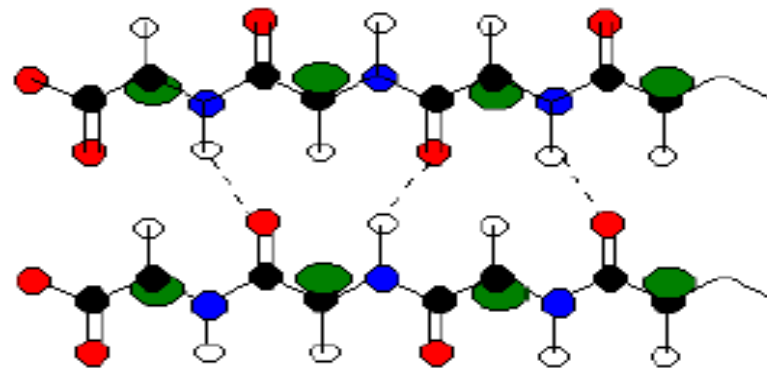
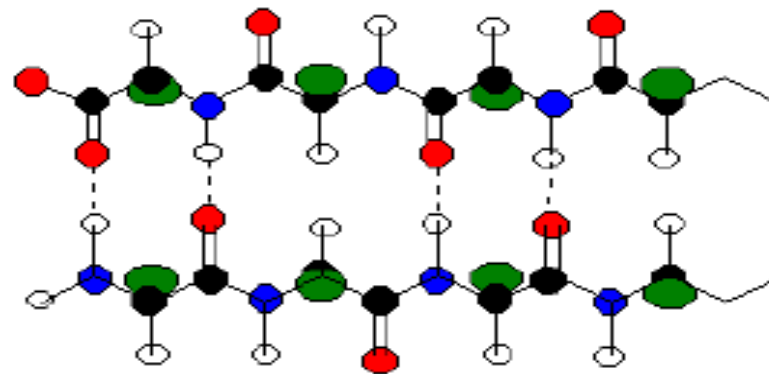
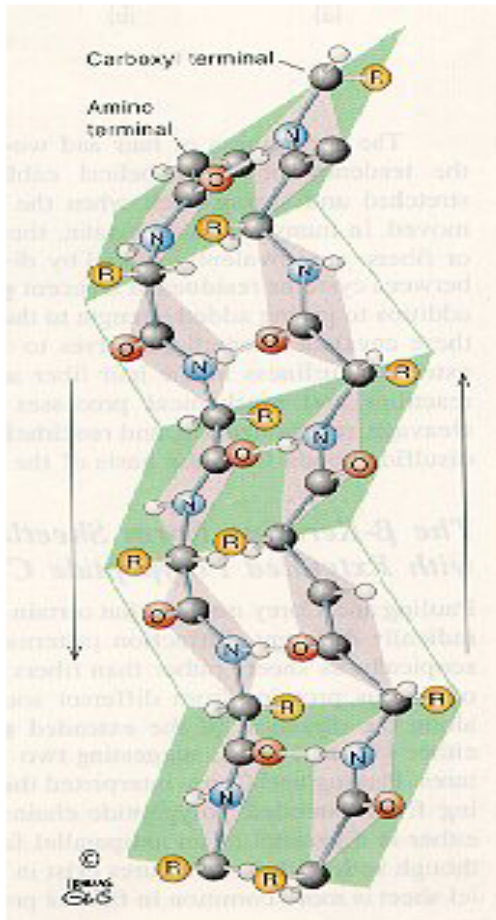
Sekundární struktura: α -helix

Vlastnosti:

- (1) „Tyčkovitý“ tvar, postranní řetězce směřují ven
- (2) Všechny C=O a N-H skupiny z peptidických vazeb vytváří vodíkové můstky
- (3) Vodíkové můstky jsou rovnoběžné s osou helixu
- (4) 3.6 aminokyselinového zbytku na jednu otočku
- (5) Pravotočivý směr díky přítomnosti L-aminokyselin

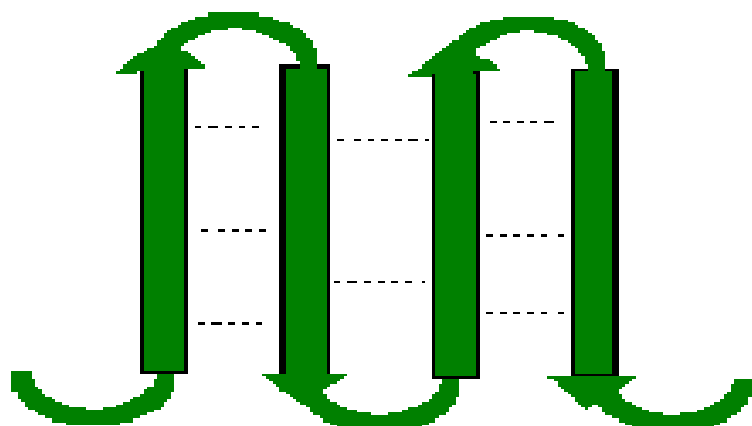


Sekundární struktura : β -struktury („skládáný list“)

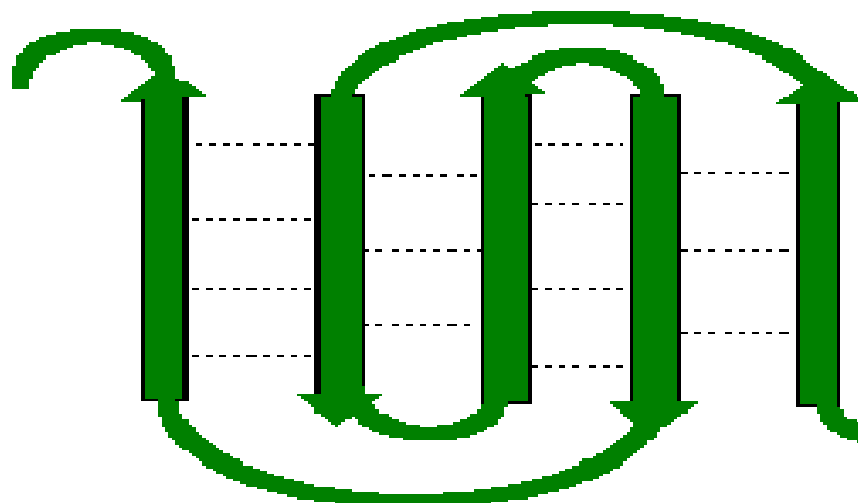
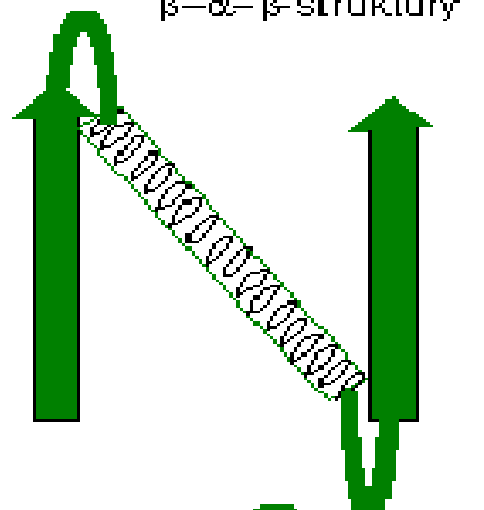


Supersekundární struktura

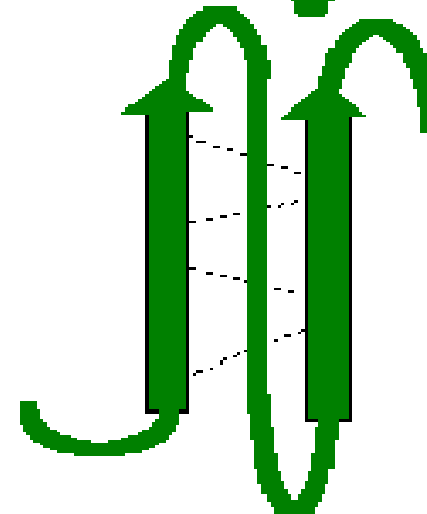
antiparalelní β -struktury v meandru



β - α - β struktury

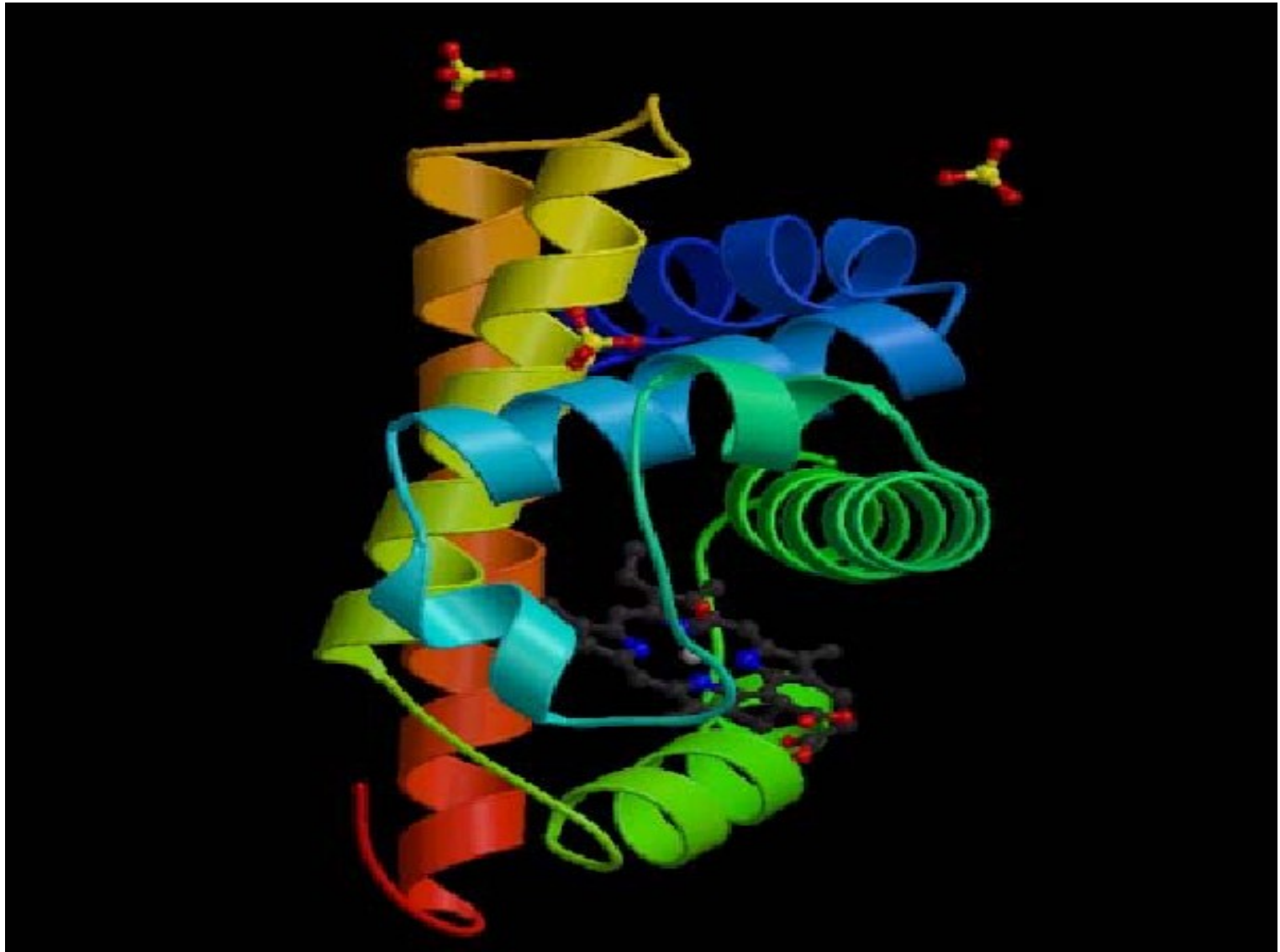


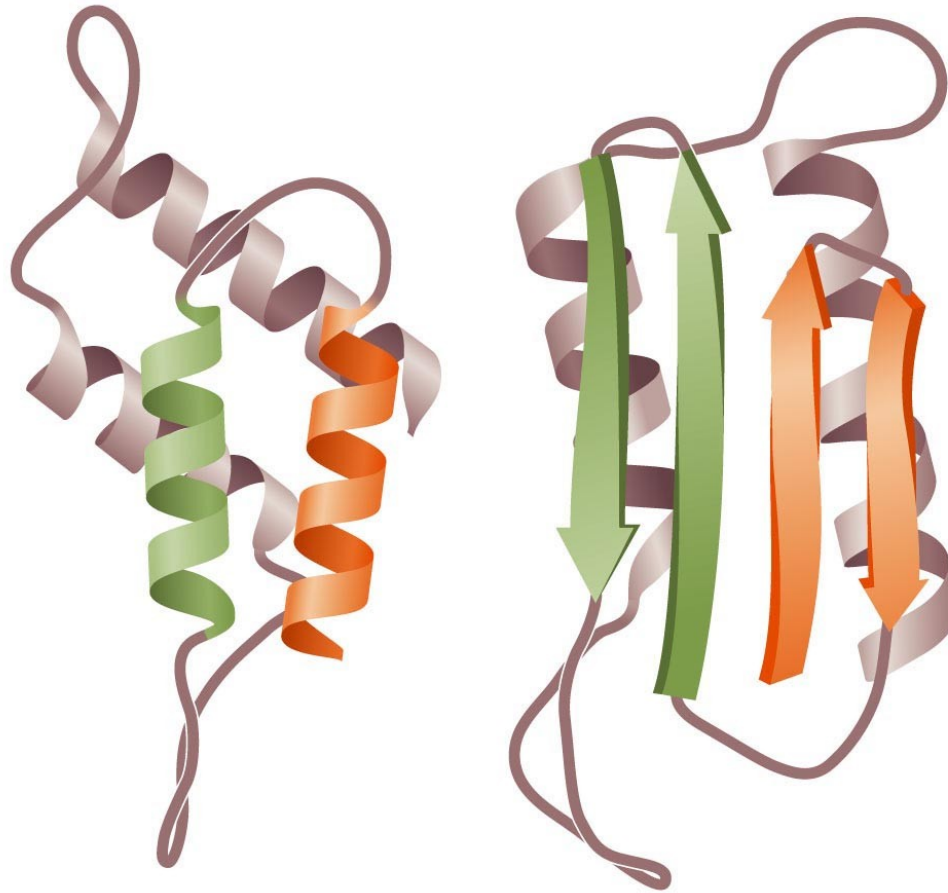
antiparalelní β -struktury



paralelní β -struktury

Terciární struktura - myoglobin





(a)

(b)

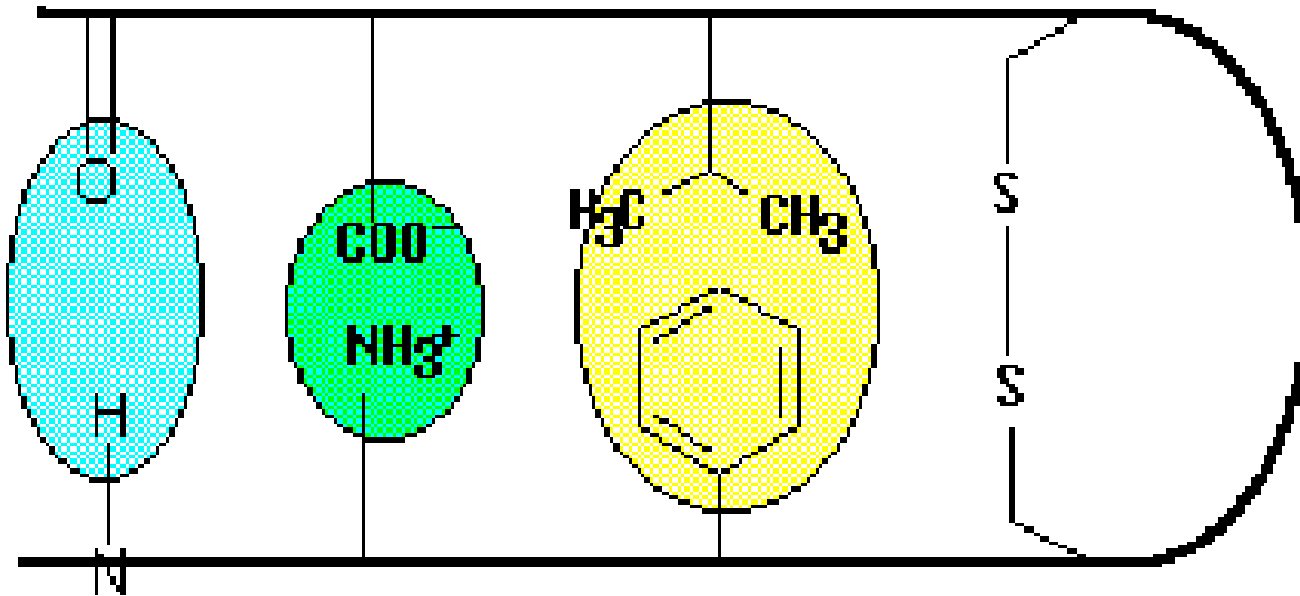
Copyright © 2006 Pearson Education, Inc., publishing as Benjamin Cummings.

Prion

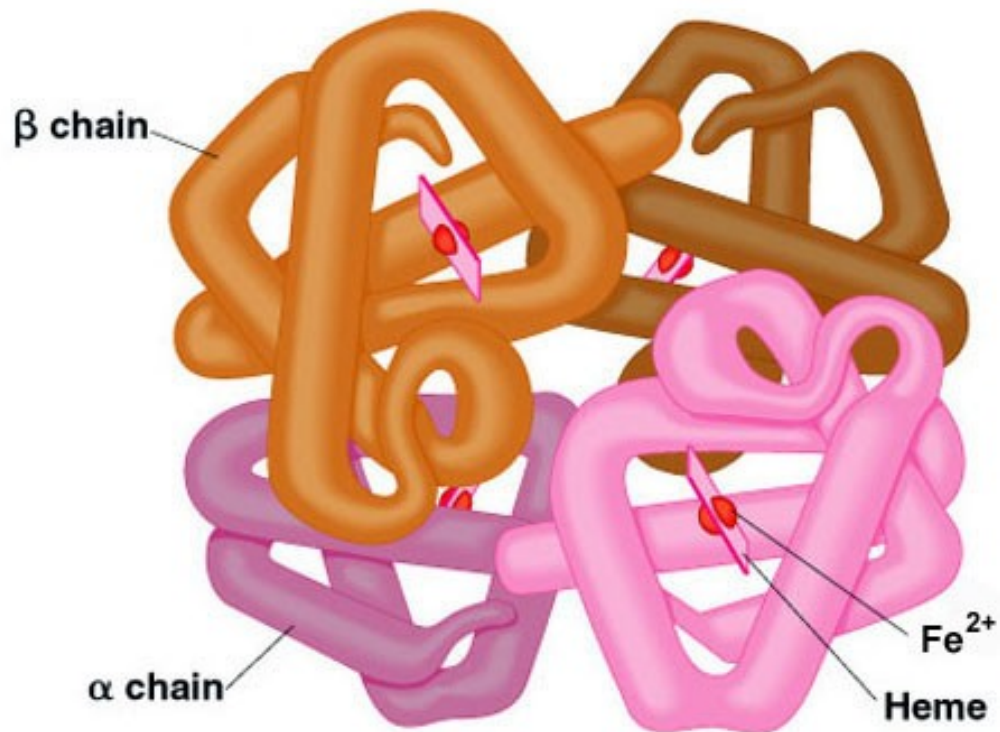
Stanley B. Prusiner 1982 (Nobelova cena -1997)



Intramolekulární vazby



Kvartení struktura - hemoglobin



Obecné vlastnosti bílkovin

Hydrolyza bílkovin (trávení)

Denaturace bílkovin:

Podstatná změna v nativní struktury proteinu nezahrnující změny v primární struktuře. Soubor procesů, kterými přechází nekovalentními vazbami stabilizovaný konformer na „méně“ fixovanou strukturu.

Denaturace vratná vs. nevratná

Denaturační faktory:

teplo (MW), tlak (ultrazvuk), povrchově aktivní látky, (extrémy) pH, nepolární rozpouštědla, chemická činidla (močovina, guanidiniumhydrochlorid...)

Rozpustnost bílkovin

Nepravé roztoky (hydrofilní koloidy), rozpustnost ovlivněna pH a iontovou silou.

Klasifikace podle rozpustnosti.

Klasifikace bílkovin

Podle rozpustnosti:

Ner rozpustné – **skleroproteiny** (většina fibrilárních – kolageny, keratiny).

Rozpustné ve vodě – **albuminy** a **histony** (silně bazické).

Rozpustné ve zředěných roztocích solí – **globuliny**

Podle významu funkce:

Bílkoviny základního metabolismu (enzymy, neenzymové b. – strukturní - cytoskeleton, biomembrány).

Bílkoviny specializovaných buněk – **enzymy** sekundárního metabolismu, fotosyntézy, zymogeny (hadí jedy)

neenzymatické – hemoglobin, svalové b., zásobní b., antigeny a pod.)

Podle funkce:

Enzymy, Kontraktivní b. svalů (myosin, aktin), Hormony (růstový, insulin), Neurotransmitery a modulátory (enkefaliny, endorfíny), Zásobní (kasein, semena), Transportní (hemoglobin), Strukturní (kolageny, keratiny, elastin..), Obranné a ochranné (protilátky, fibrinogen), Toxiny.