

PROTEINI

POLIMERI AMINOKISELINA

ŠTA SU PROTEINI?

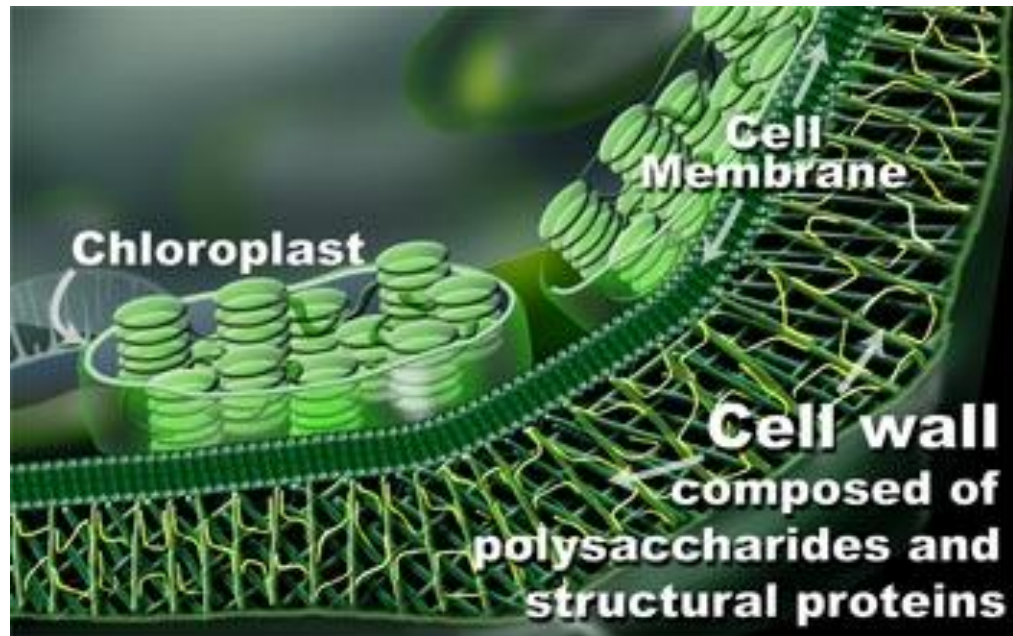
- Proteini ili belančevine su visokomolekulska jedinjenja koja sadrže azot i predstavljaju polimere aminokiselina.

• Protei**N**

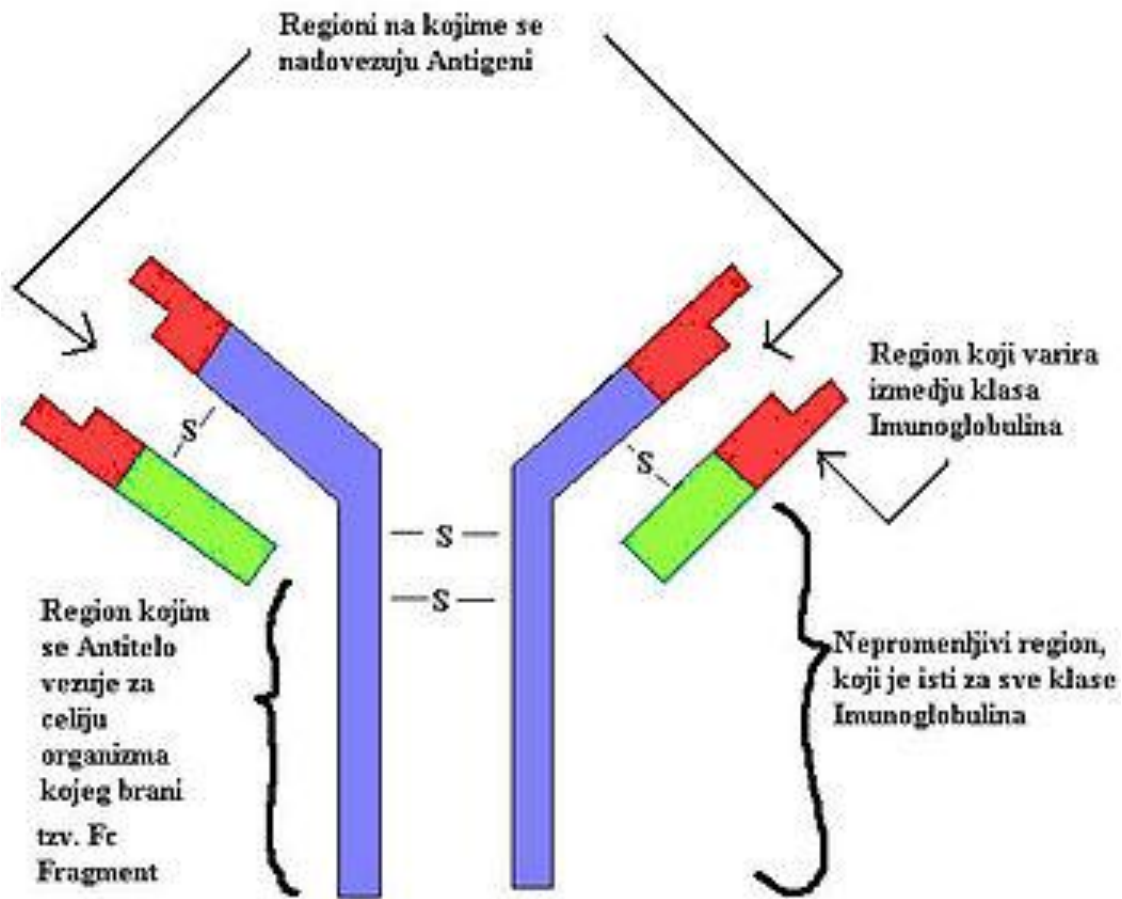
Funkcije proteina su mnogobrojne

- Strukturni proteini (ćelijski zid)
- Zaštita (imunoglobulini)
- Kataliza (enzimi)
- Transport (hemoglobin)
- Odbrana (zmijski otrov)
- Regulacija (hormoni)
- Pokreti (mioglobin)
- Za funkciju su ponekad potrebne prostetične grupe

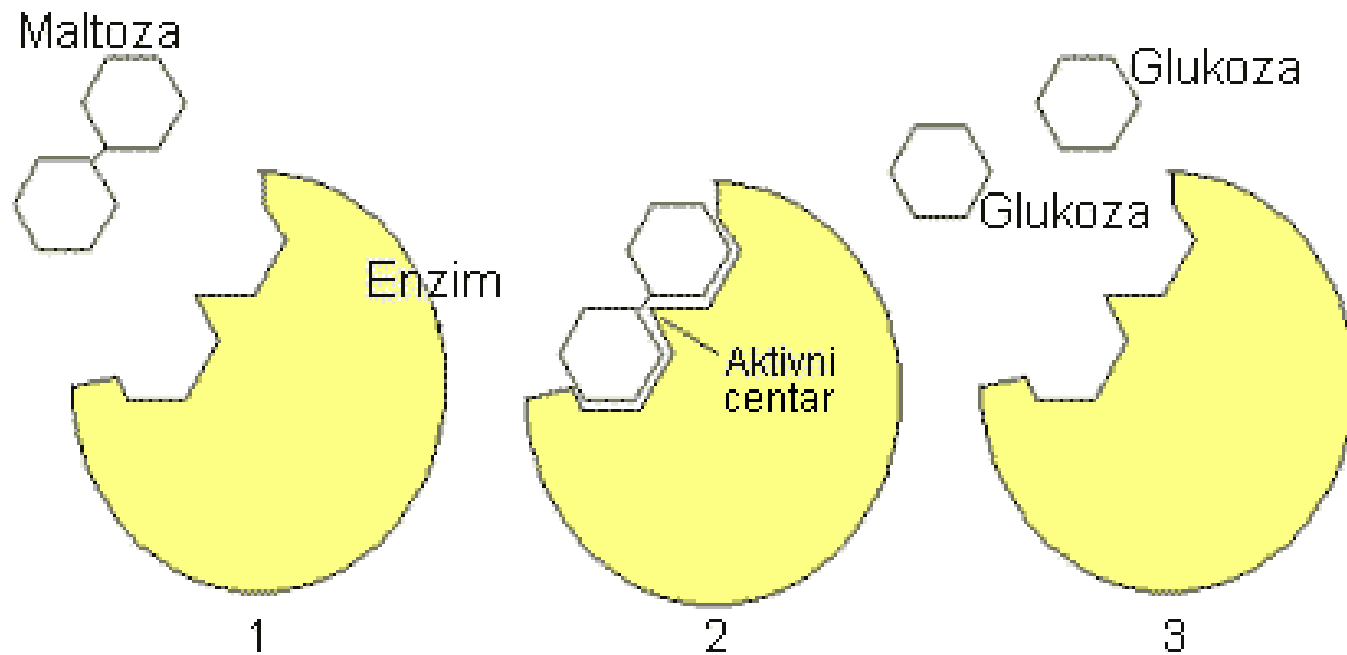
Strukturni proteini



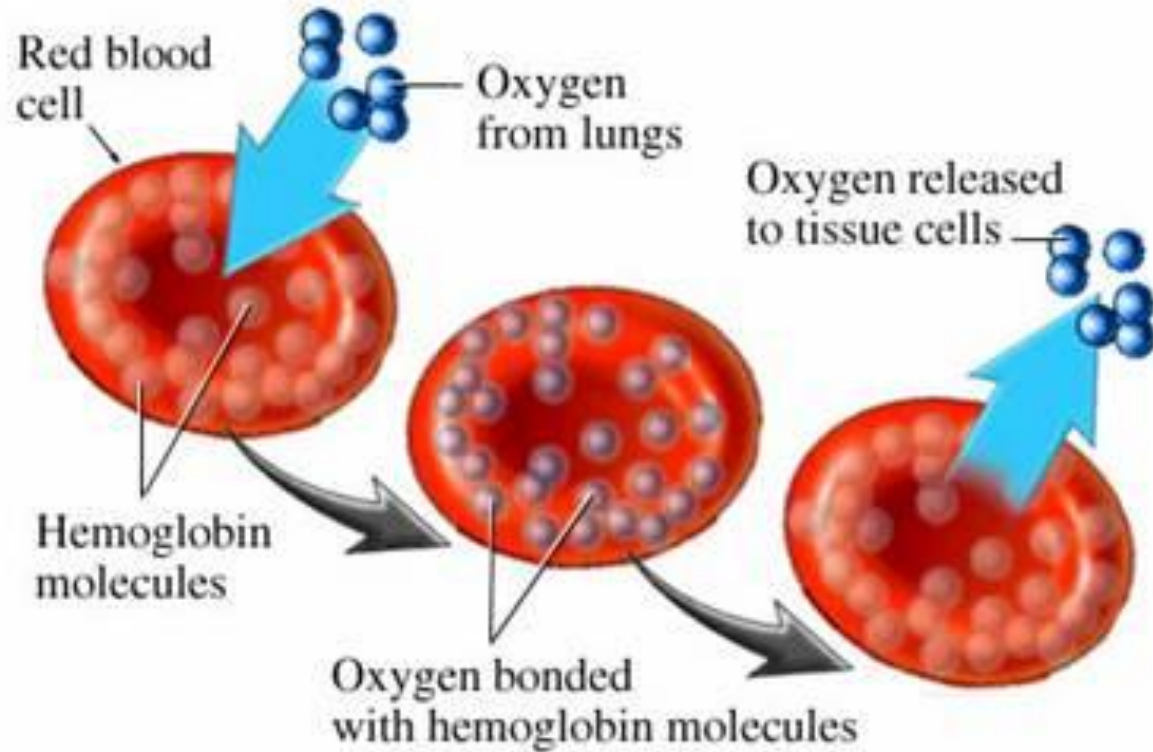
Zaštita



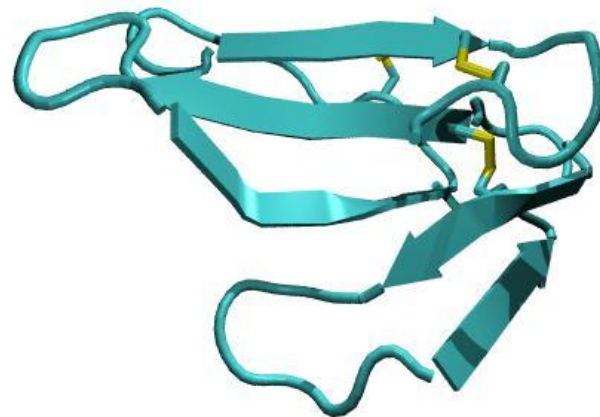
Kataliza (enzimi)



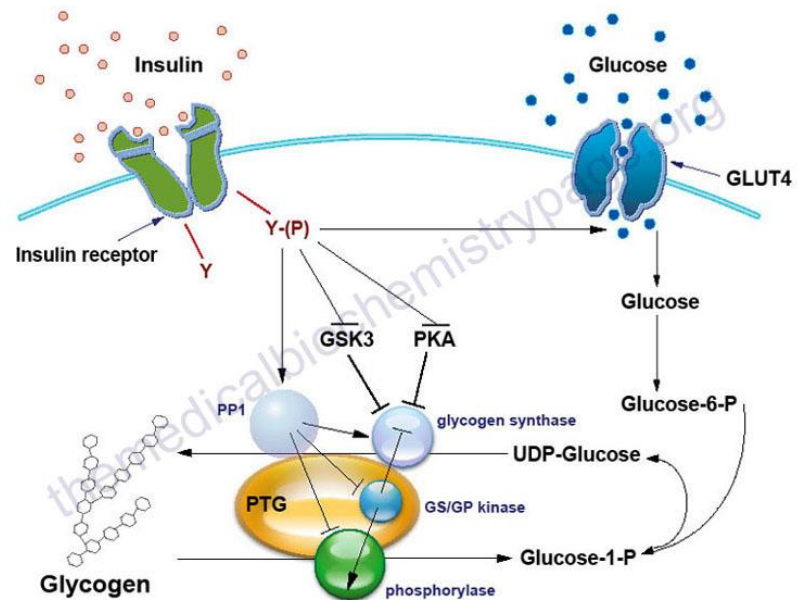
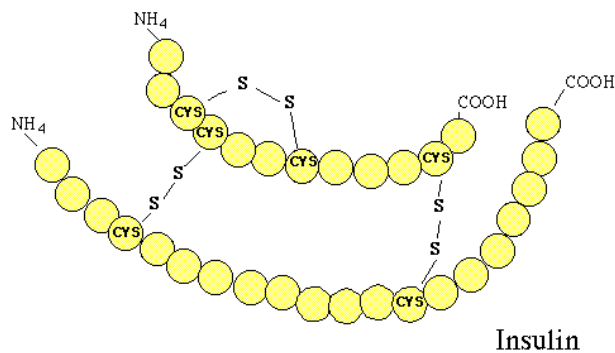
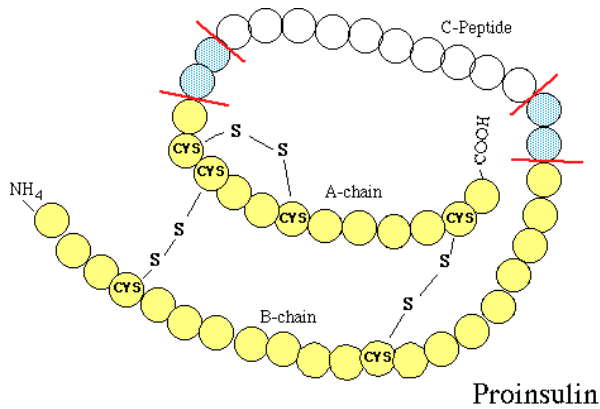
Transport (hemoglobin)



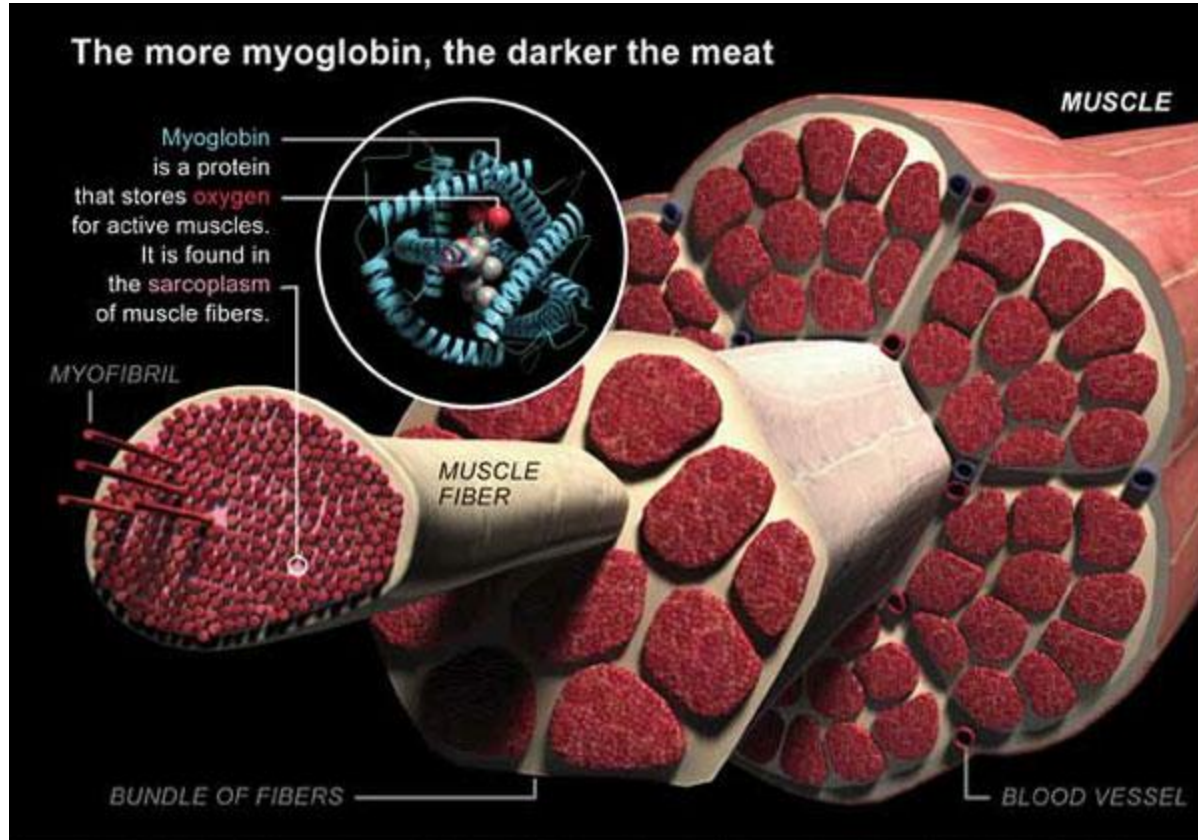
Odbrana (zmijski otrov)



Regulacija (hormoni)



Pokreti (mioglobin)



George Frederick for LiveScience

Sources: Dr. Daniel L. Fletcher, University of Connecticut; University of Montana-Missoula; Indiana State University

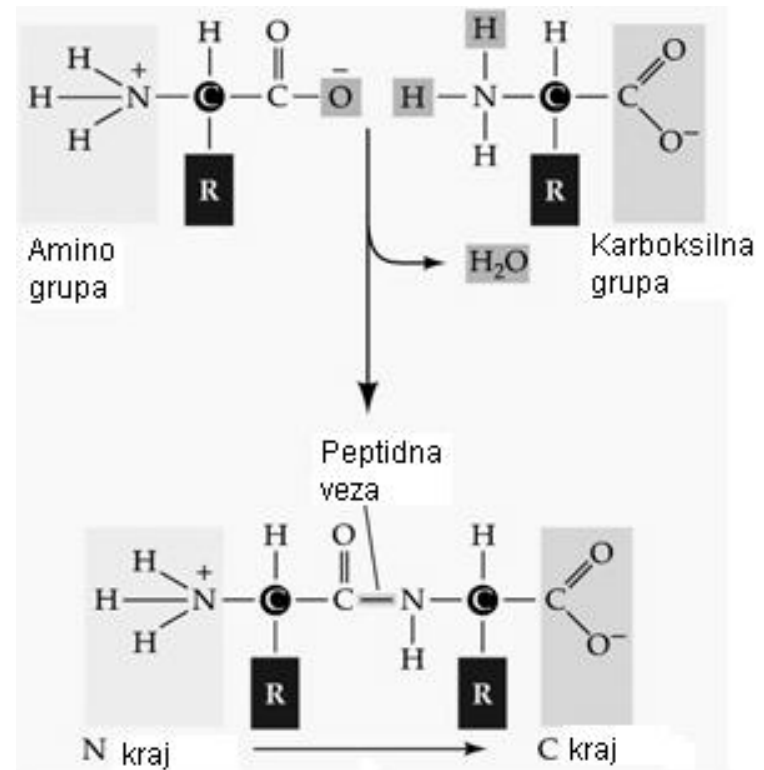
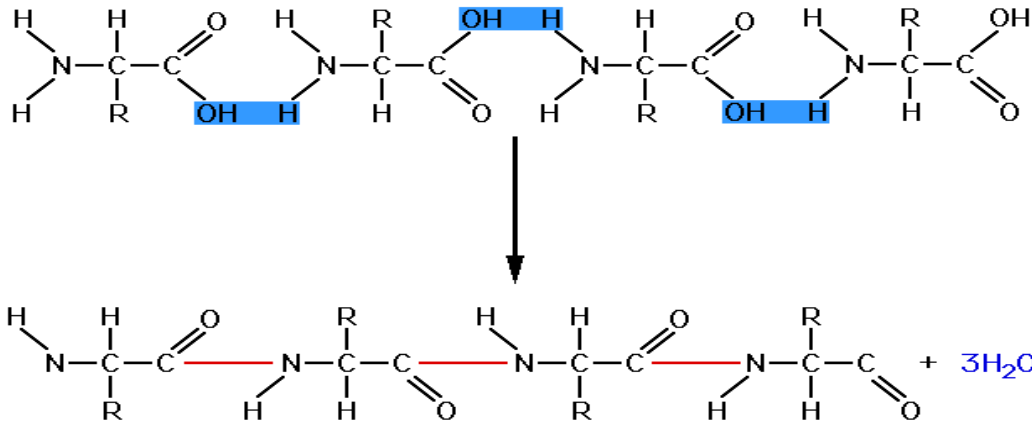


Elementarni sastav proteina

| ELEMENT | MASENI UDEO (%) |
|----------|-----------------|
| Ugljenik | 50 – 55 |
| Vodonik | 6,5 – 7.3 |
| Kiseonik | 19 – 24 |
| Azot | 15 – 18 |
| Sumpor | 0 – 2,4 |

Povezivanje aminokiselina u proteinima

- proteini su proizvod polikondenzacije 2-aminokiselina pri čemu amino grupa jedne aminokiseline reaguje sa karboksilnom grupom druge aminokiseline
- Aminokiseline su povezane peptidnom (amidnom) vezom



ŠTA NASTAJE POVEZIVANJEM AMINOKISELINA

Peptid: Kratak polimer amino kiselina povezanih peptidnim vezama; dele se prema broju amino kiselina u lancu.

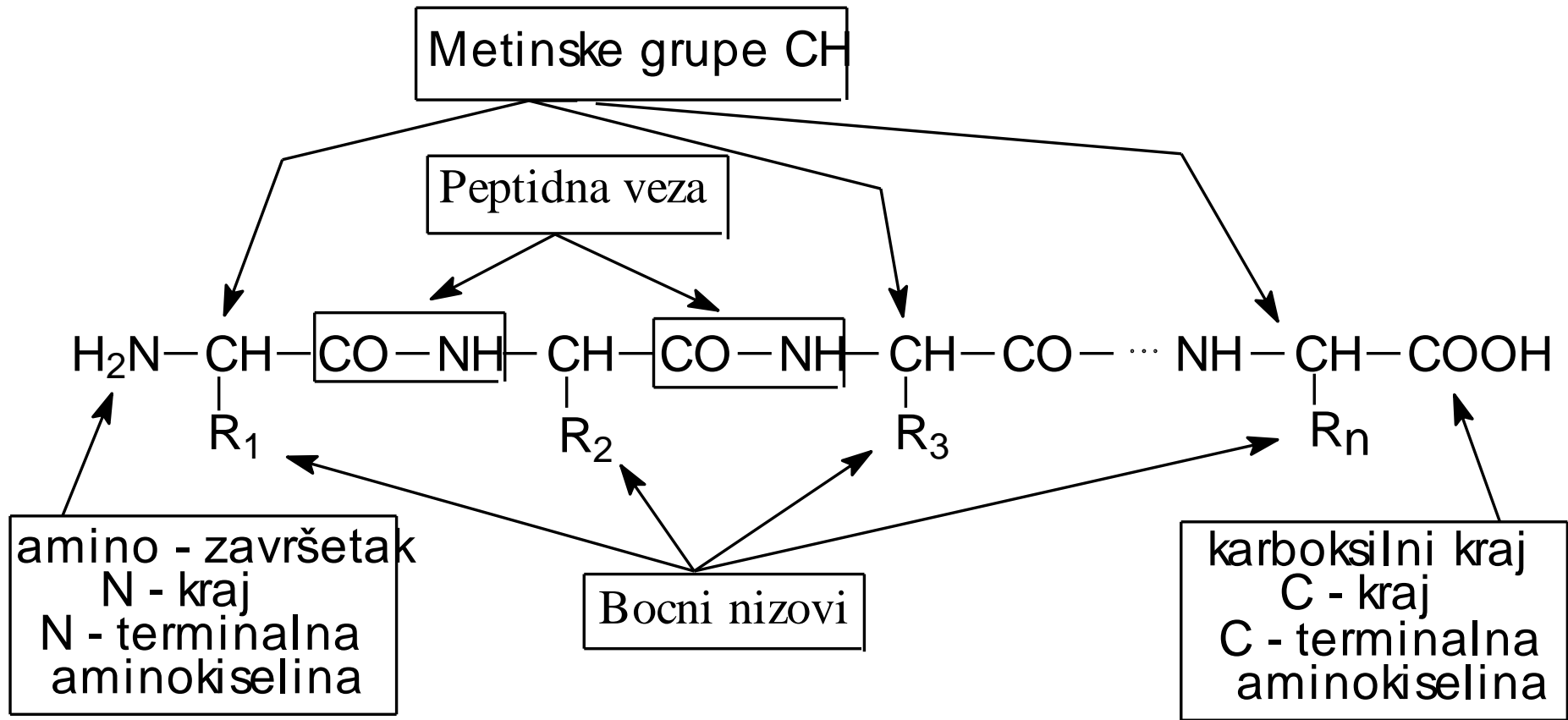
Dipeptid: Molekul koji sadrži dve amino kiseline povezane peptidnom vezom.

Tripeptid: Molekul koji sadrži tri amino kiseline povezane peptidnom vezom.

Polipeptid: Makromolekul koji sadrži mnogo amino kiselina povezanih peptidnim vezama.

Protein: Biološki makromolekul koji sadrži bar 30 do 50 amino kiselina povezanih peptidnim vezama.

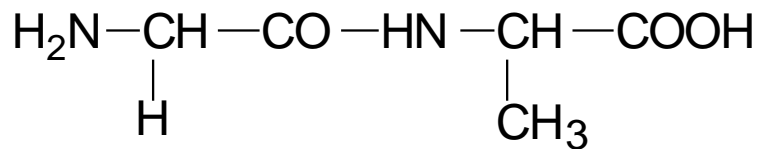
POLIPEPTIDI



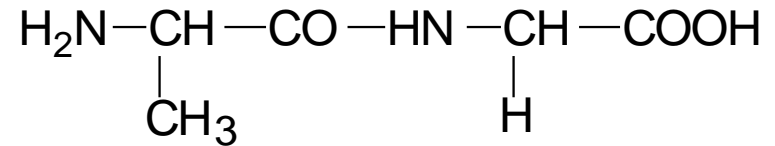
PREDSTAVLJANJE POLIPEPTIDA

N-terminalna aminokiselina se stavlja sa leve strane a C-terminalna aminokiselina sa desne strane

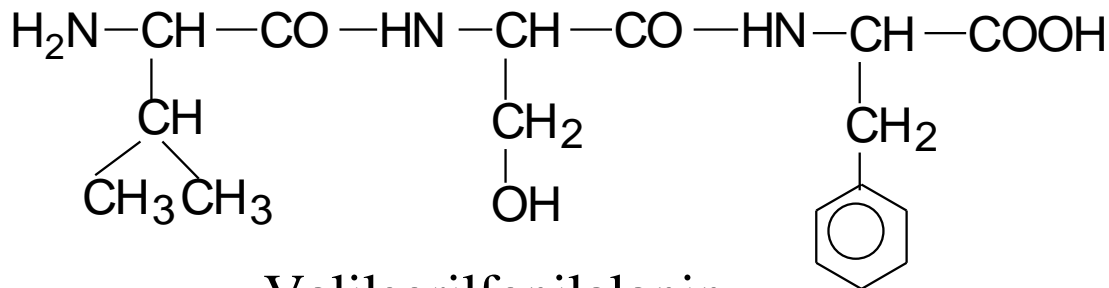
Peptidi se imenuju direktno. Polazeći od N-kraja, imena ostataka se povezuju u niz a svaki se smatra supstuentom sledeće aminokiseline i završava se C-krajem



Glicilalanin
Gly-Ala



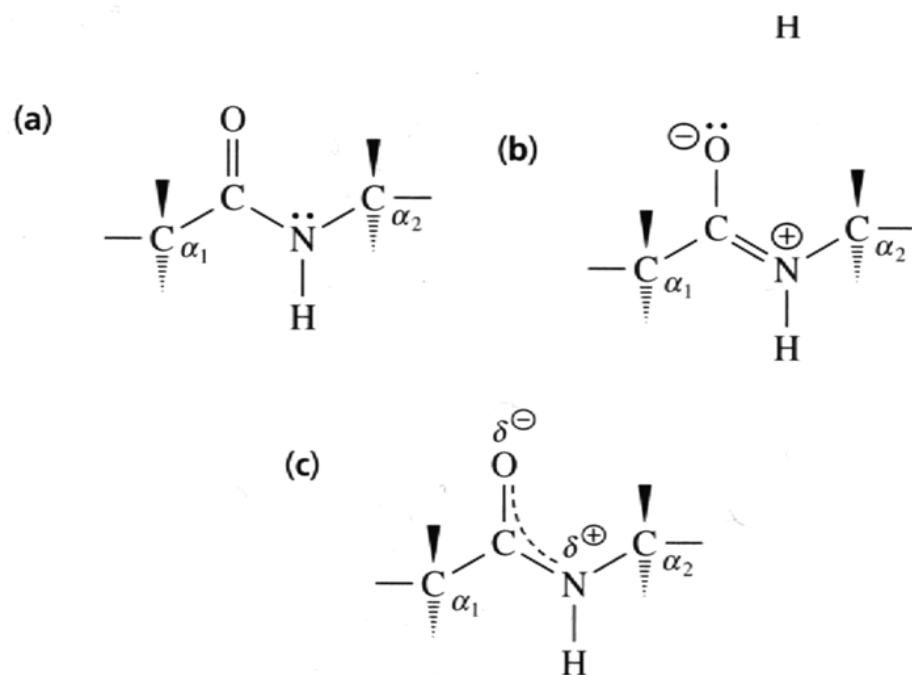
Alanilglicin
Ala-Gly



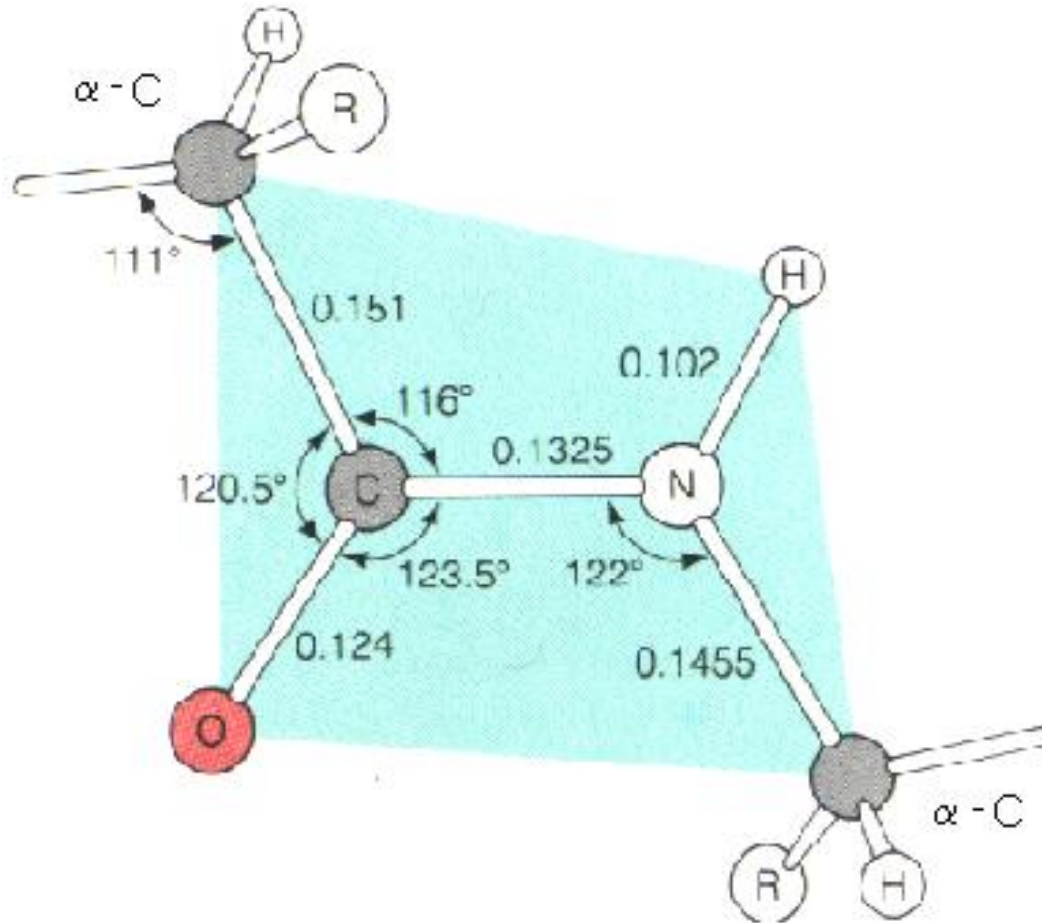
Valilserilfenilalanin
Val-Ser-Phe

STRUKTURA PEPTIDNE VEZE

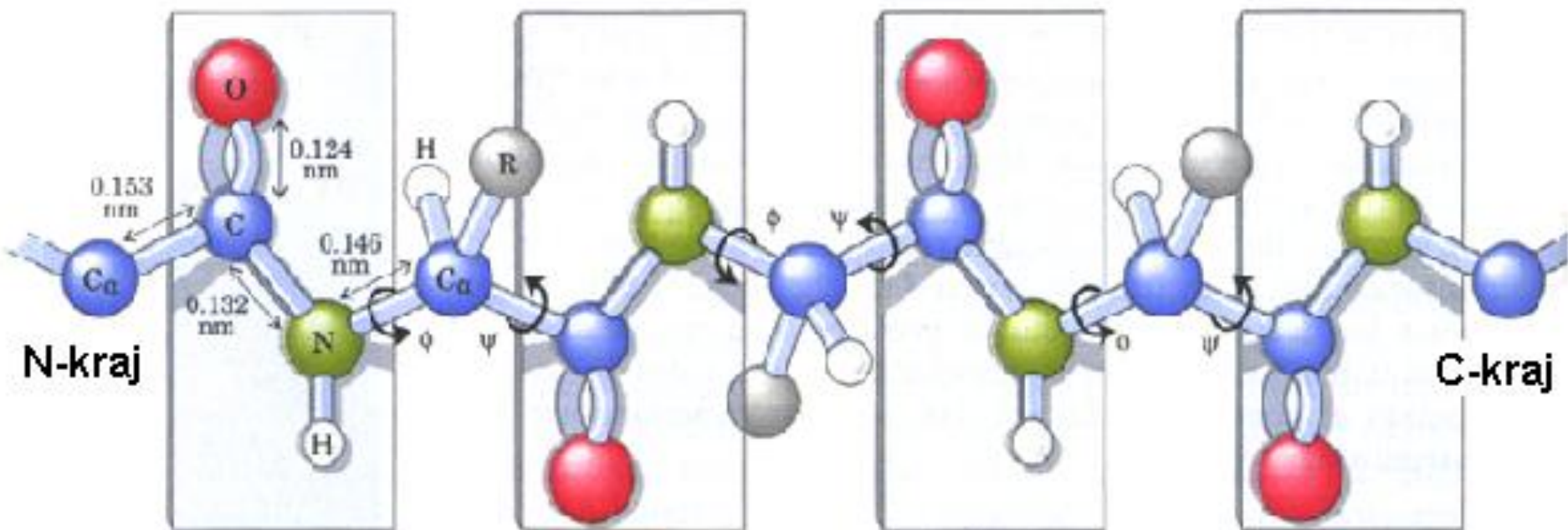
- U okviru peptidne veze – CO-NH- atom ugljenika je sp^2 hibridizovan, a slobodan elektronski par na atomu azota stupa u konjugaciju sa π -elektronima dvostruke veze C=O
- Peptidna veza ima 40% karaktera dvostruke veze
- Usled toga peptidna veza je kruta i ima planarnu strukturu



IZGLED PEPTIDNE VEZE



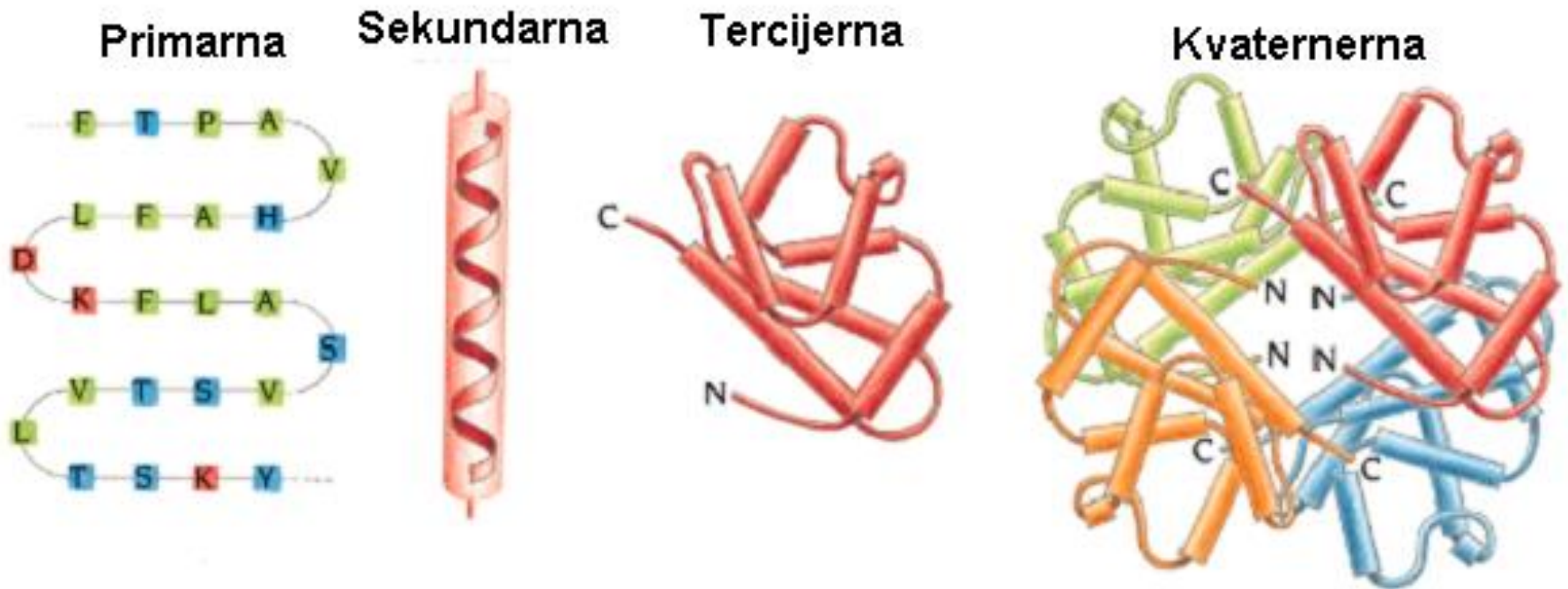
KRUTA I PLANARNA STRUKTURA PEPTIDNE VEZE



POSTOJE RAZLIČITI NIVOI STRUKTURE PROTEINA

- **Primarna struktura** (redosled povezivanja aminokiselina u polipeptidni lanac)
- **Sekundarna struktura** (α -spirala, β -nabrana struktura)
- **Tercijarna struktura** (uvijanje polipeptida u prostoru, najstabilnija konformacija)
- **Kvaternerna struktura** (povezivanje nekoliko polipeptidnih lanaca)

RAZLIČITI NIVOI STRUKTURE PROTEINA



PRIMARNA STRUKTURA

MOGUĆNOSTI VEZIVANJA AMINO KISELINA

Dve amino kiseline npr.
glicin i alanin mogu
dati četiri dipeptida:

Gly-Ala

Ala-Gly

Ala-Ala

Gly-Gly

Broj mogućih peptida se
izračunava:

$$X^n$$

X – broj vrsta amino
kiselina u peptidu

n – broj amino kiselina
koje sačinjavaju
peptid

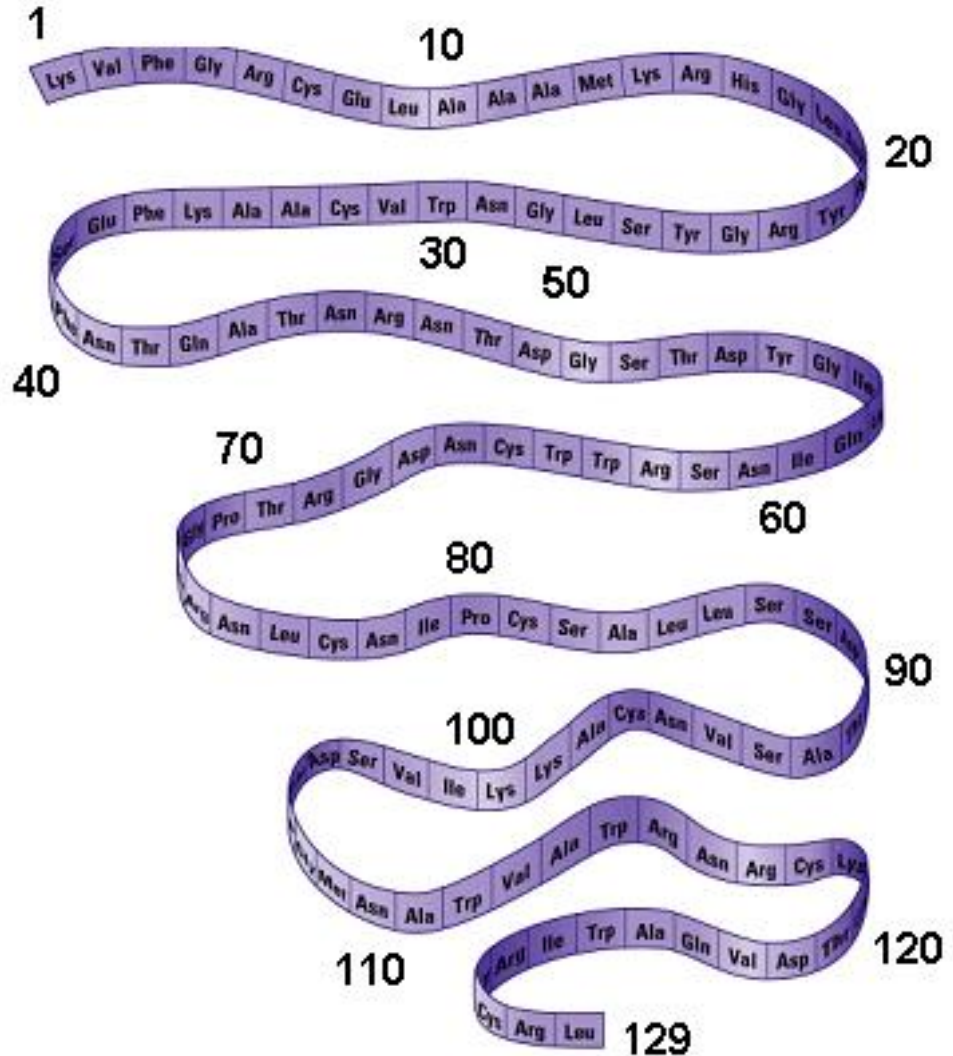
PRIMARNA STRUKTURA

MOGUĆNOSTI VEZIVANJA AMINO KISELINA

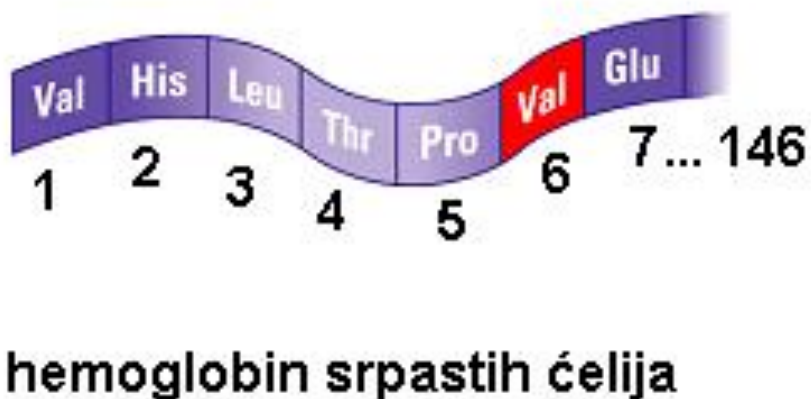
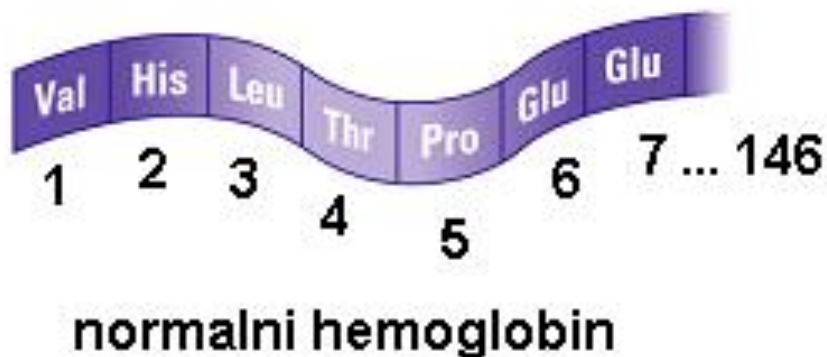
- Broj mogućih peptida za 20 amino kiselina koje sačinjavaju proteine je ogroman.
 - Moguće je $20^2 = 400$ dipeptida.
 - Moguće je $20^3 = 8000$ tripeptida.
 - Za mali protein od 60 amino kiselina, mogući broj proteina je $20^{60} = 10^{78}$

PRIMARNA STRUKTURA

- Redosled vezivanja aminokiselina u polipeptidnom lancu



Male promene u primarnoj strukturi proteina jako se odražavaju na njihovu funkciju



SEKUNDARNA STRUKTURA

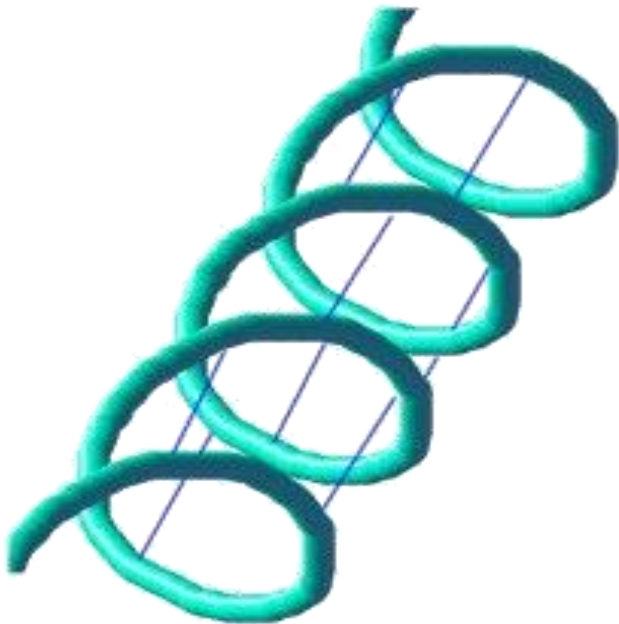
- **Sekundarna struktura:** konformacije amino kiselina u određenom regionu polipeptidnog lanca.
 - Glavni vidovi sekundarne strukture su α -spirala (α -heliks) i β -nabrana struktura.
 - **α -heliks:** tip sekundarne strukture u kojem se deo polipeptidnog lanca uvija u spiralu, najčešće u desnu zavojnicu.
 - **β -nabrana struktura:** tip sekundarne strukture u kojem se dva polipeptidna lanca ili delovi istog polipeptidnog lanca svrstavaju paralelno jedan prema drugom; lanci mogu biti paralelni ili antiparalelni.

SEKUNDARNA STRUKTURA

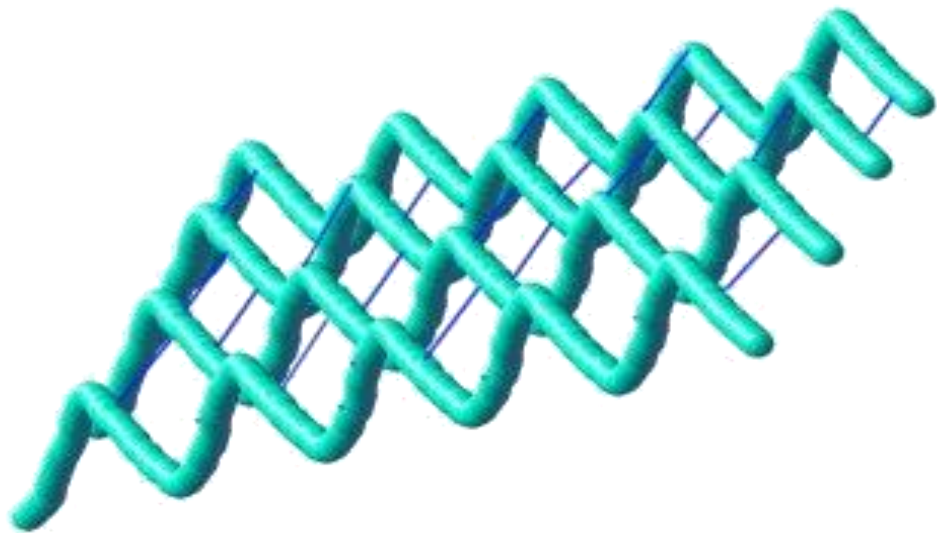
- Obrazuje se uglavnom na bazi stvaranja vodoničnih veza između atoma koji se nalaze u sastavu peptidne veze koji se nalaze relativno blizu u polipeptidnom lancu.
- Vodonične veze se grade između karbonilnog kiseonikovog atoma svakog prvog ostataka aminokiseline u nizu i atoma vodonika iz NH- grupe svakog petog ostataka.

SEKUNDARNA STRUKTURA

Vezivanje vodoničnom vezom duž polipeptidnog lanca



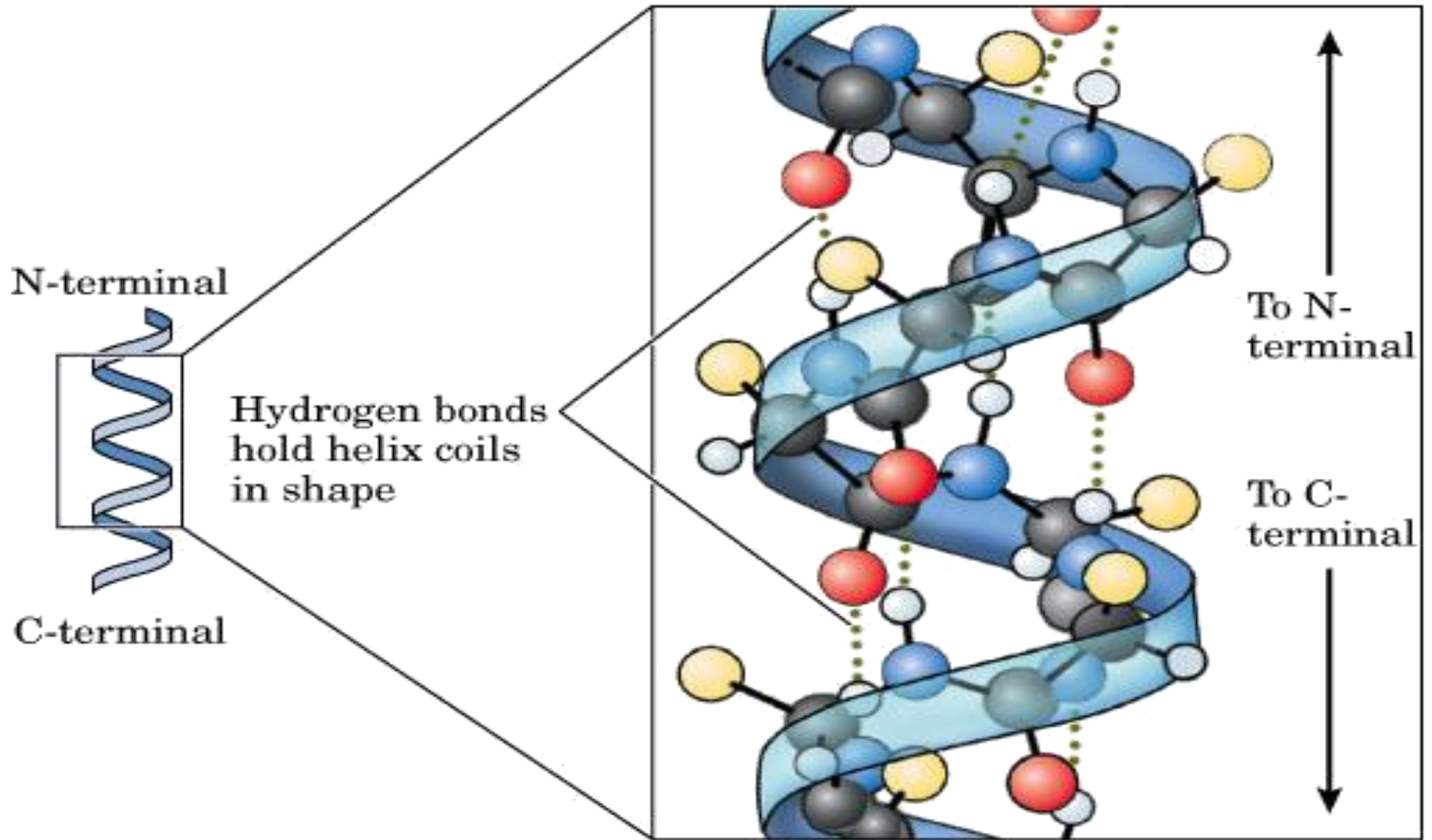
α helix



β pleated sheet

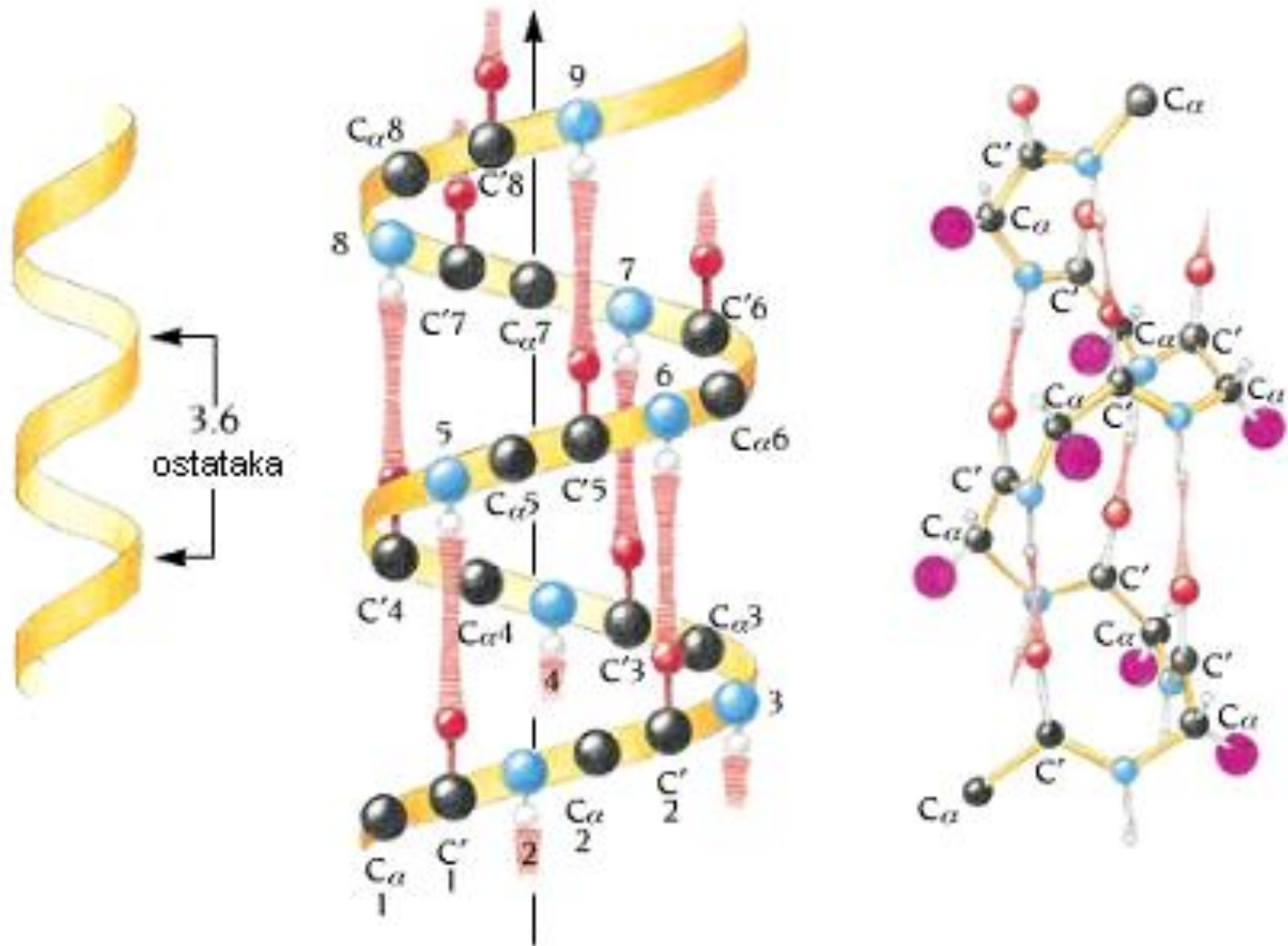
Hydrogen bonds shown in blue

Alfa heliks

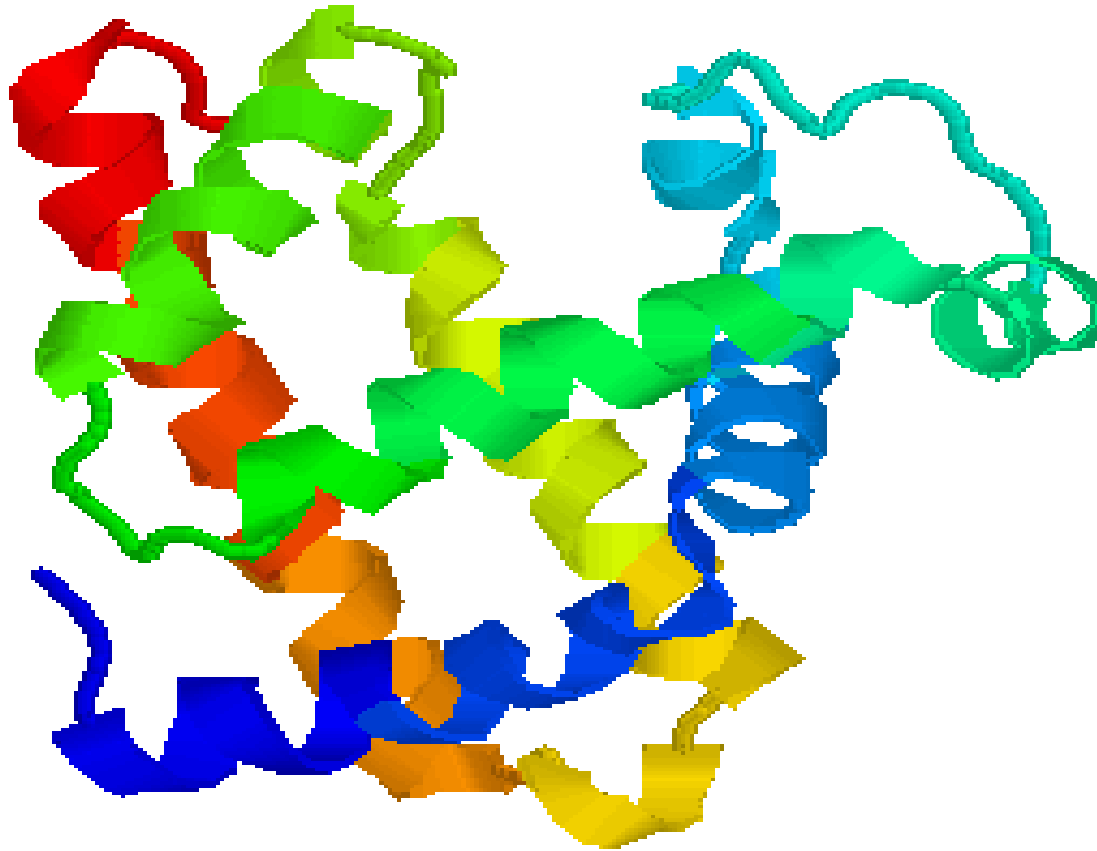


(a)

ALFA SPIRALA

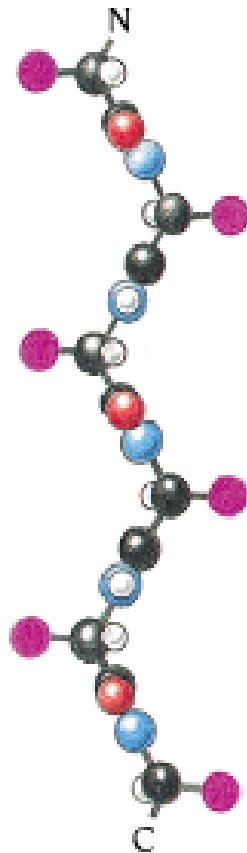
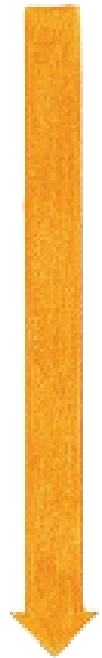


MIOGLOBIN

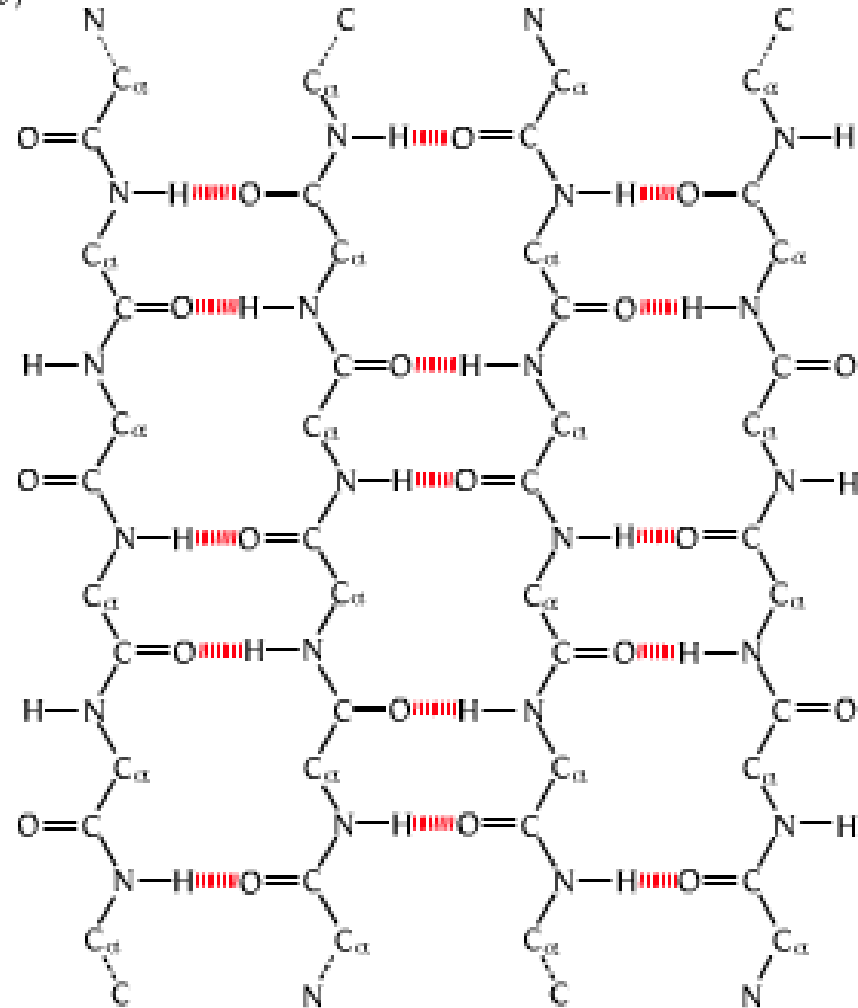


BETA NABRANA STRUKTURA ANTIPARALELNA

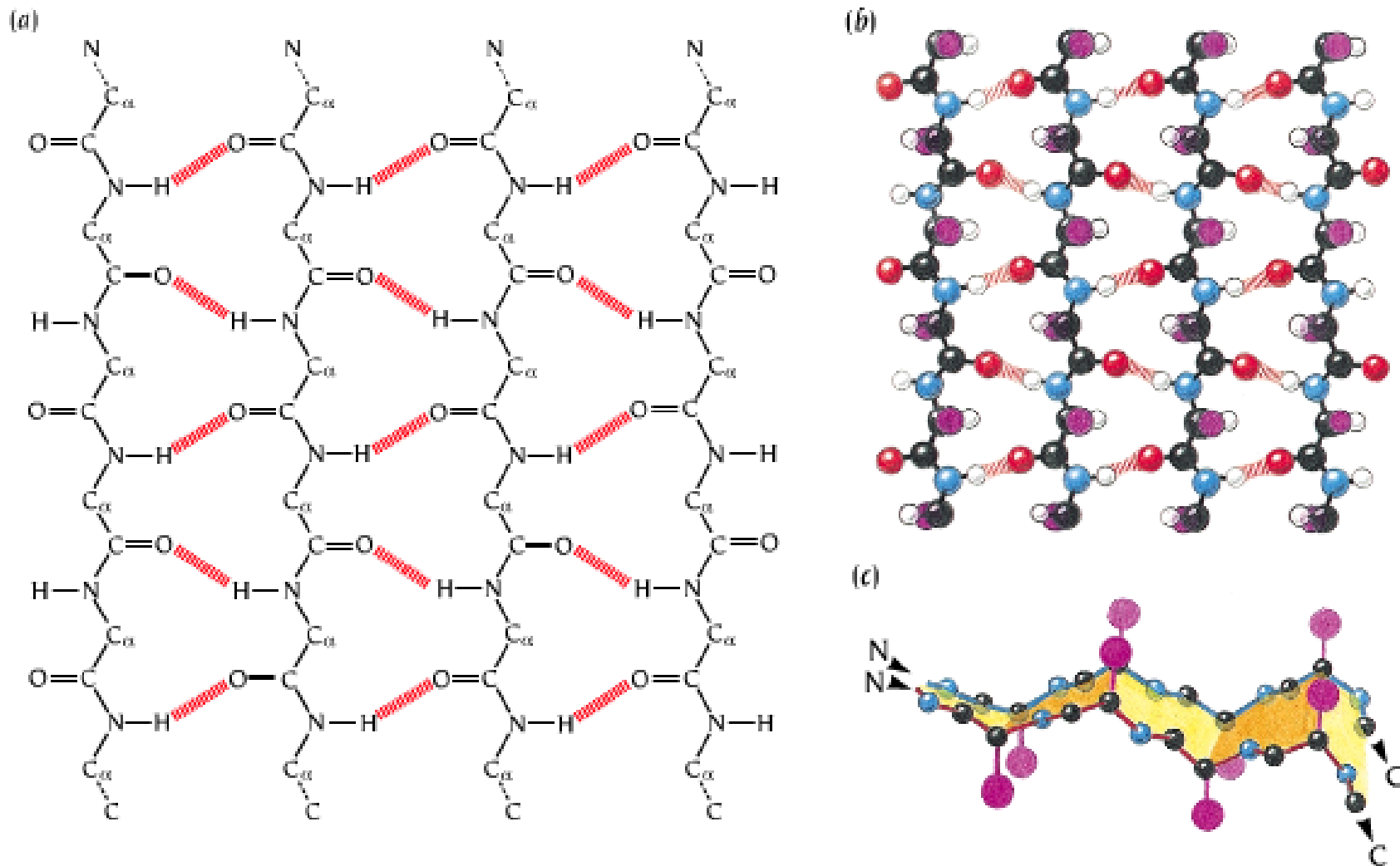
(a)



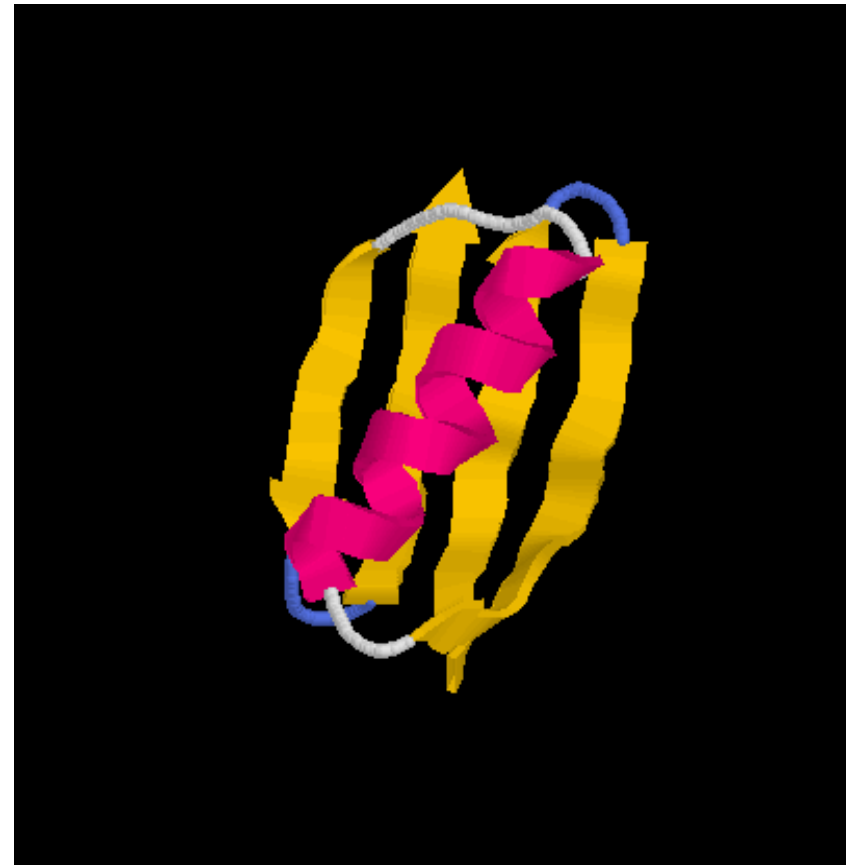
(b)



BETA NABRANA STRUKTURA PARALELNA



3D MODEL PROTEINA

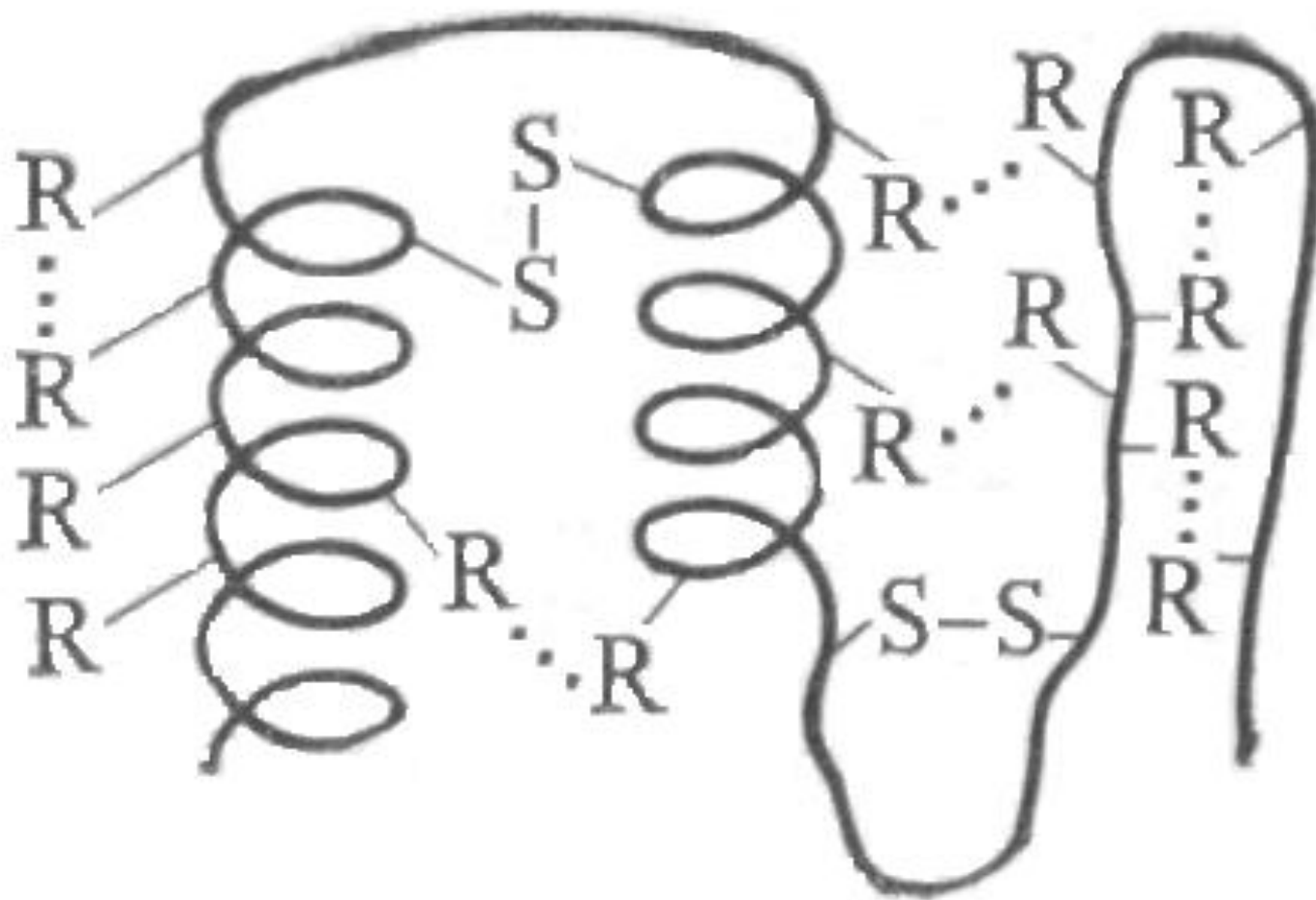


TERCIJERNA STRUKTURA

OPŠTA KONFORMACIJA CELOKUNOG POLIPEPTIDNOG LANCA

- Polipeptidni lanac, koji u sebi već sadrži delove sa sekundarnom strukturom, je sposoban da se u celini izuvija u prostoru i zauzme položaj koji odgovara najstabilnijoj konformaciji, pri datim uslovima, koji se naziva tercijerna struktura.
- u interakciju stupaju bočni nizovi ostataka aminokiselina koji su u polipeptidnom lancu dosta udaljeni jedan od drugoga

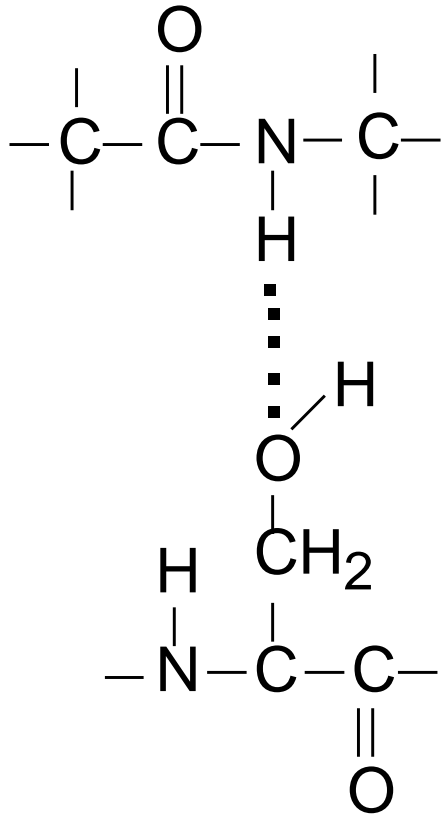
INTERAKCIJE BOČNIH NIZOVA



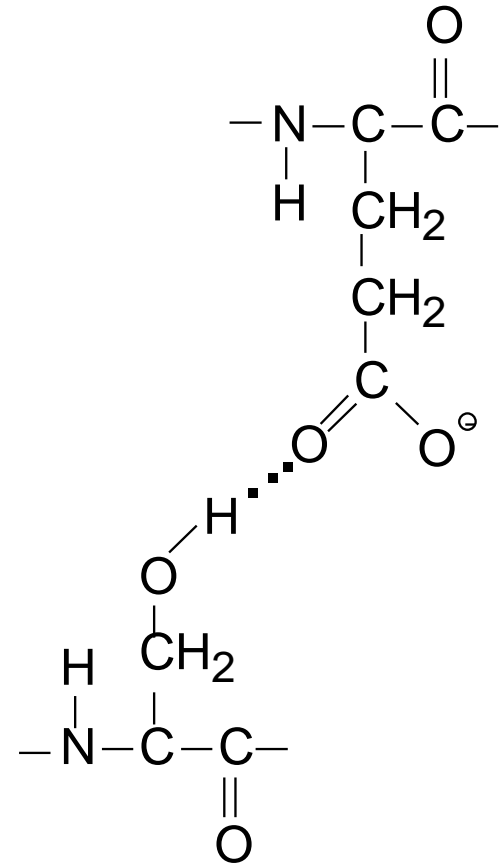
STABILIZACIJA TERCIJERNE STRUKTURE PROTEINA

- KOVALENTNE VEZE (DISULFIDNE VEZE)
- VODONIČNE VEZE
- ELEKTROSTATIČKE INTERAKCIJE
- HIDROFOBNE INTERAKCIJE

VODONIČNE VEZE

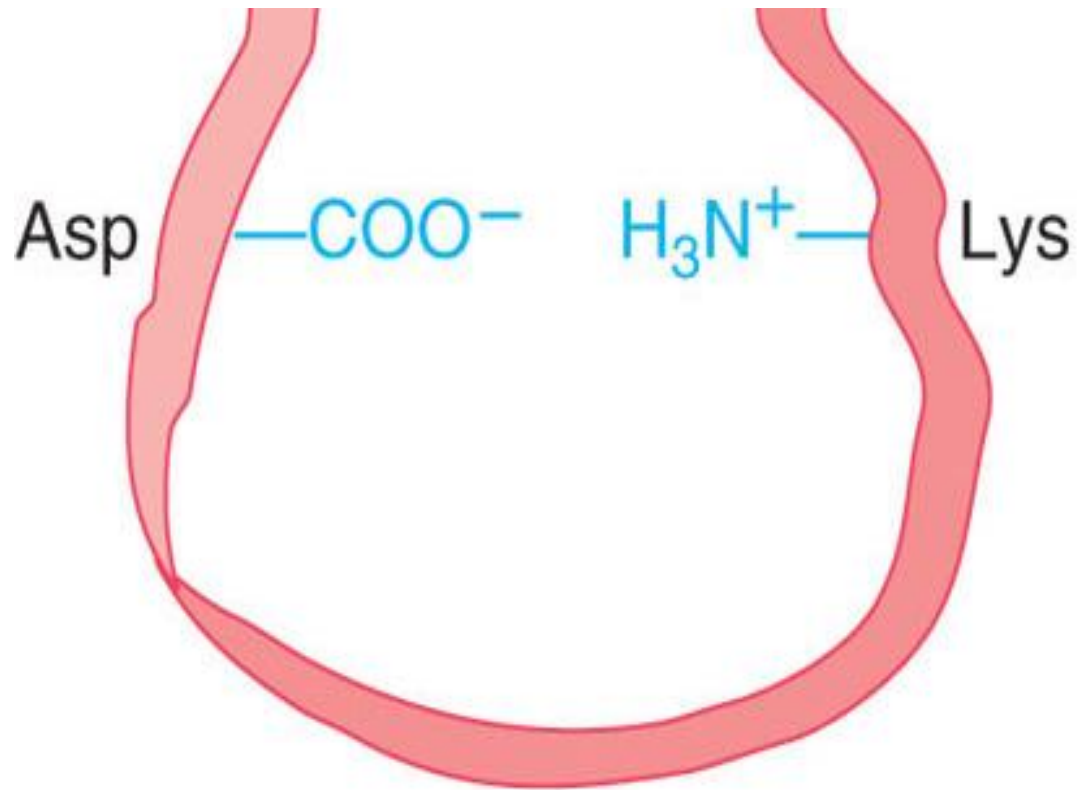


izmedju atoma peptidne veze
i bocnog niza aminokiselina

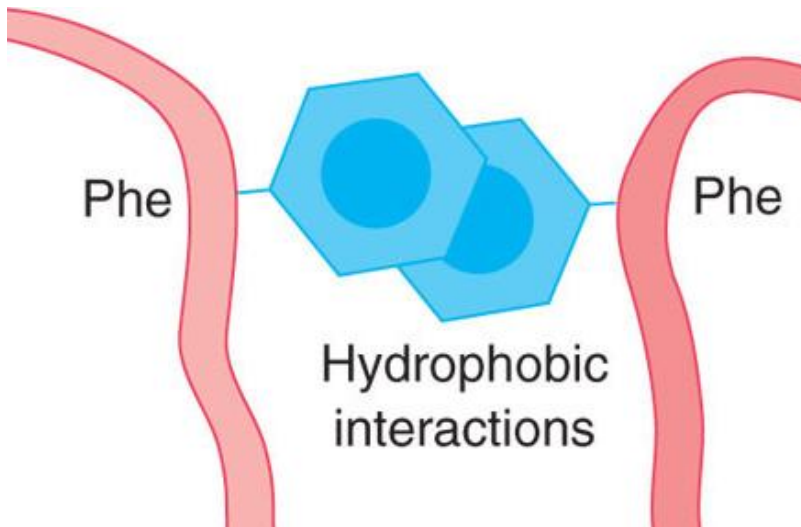


izmedju dva bocna niza
aminokiselina

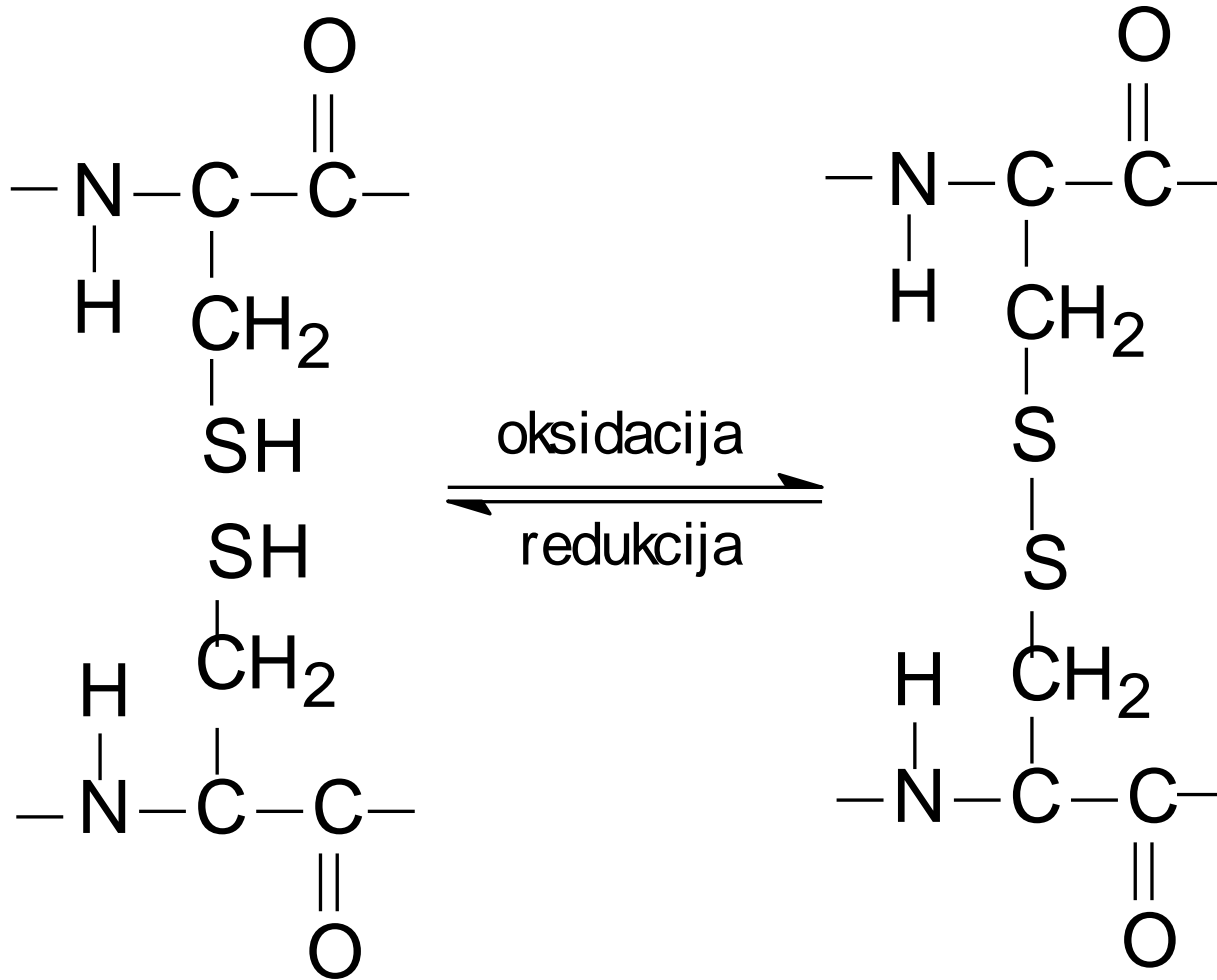
Elektrostatičke interakcije



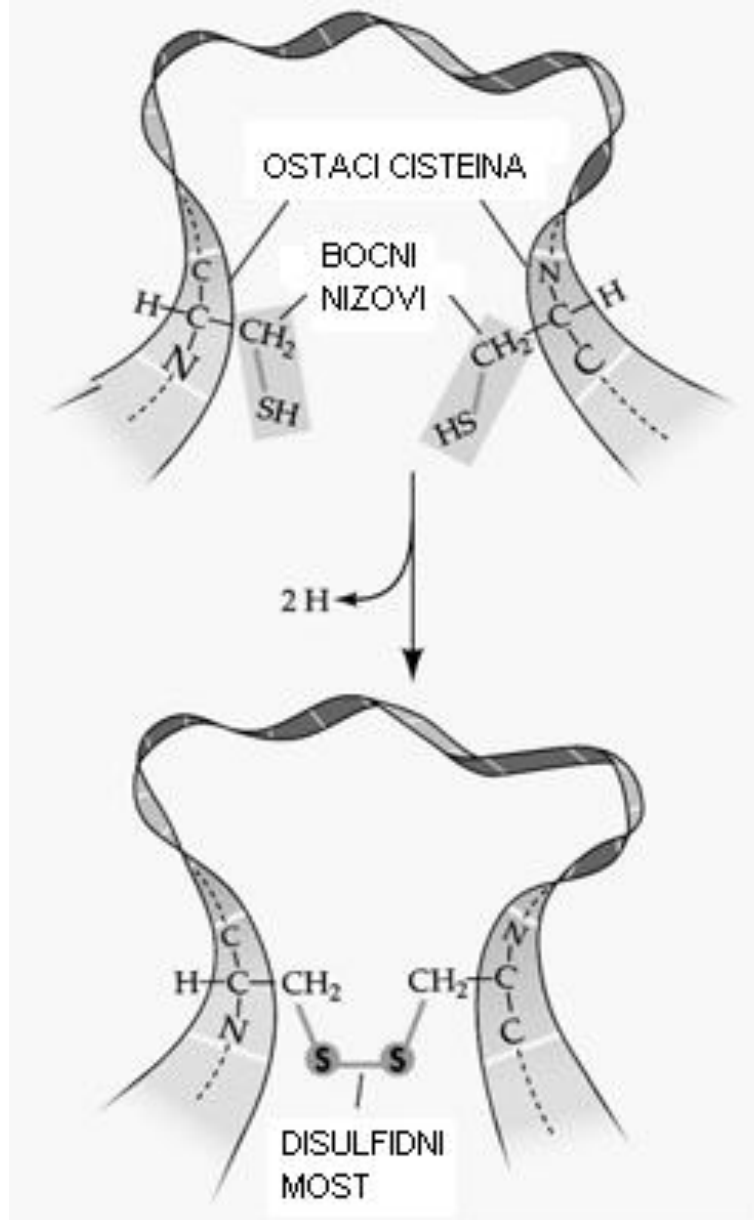
Hidrofobne interakcije



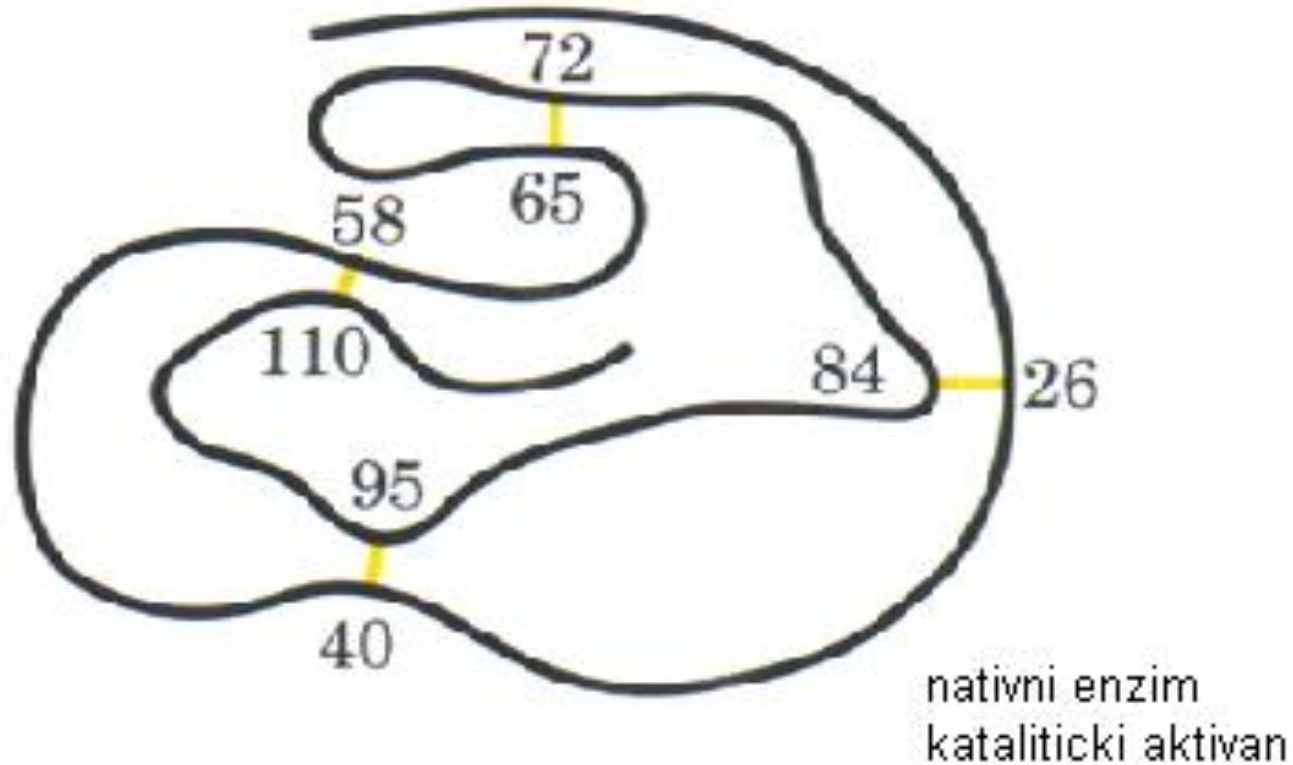
DISULFIDNE VEZE



DISULFIDNI MOST



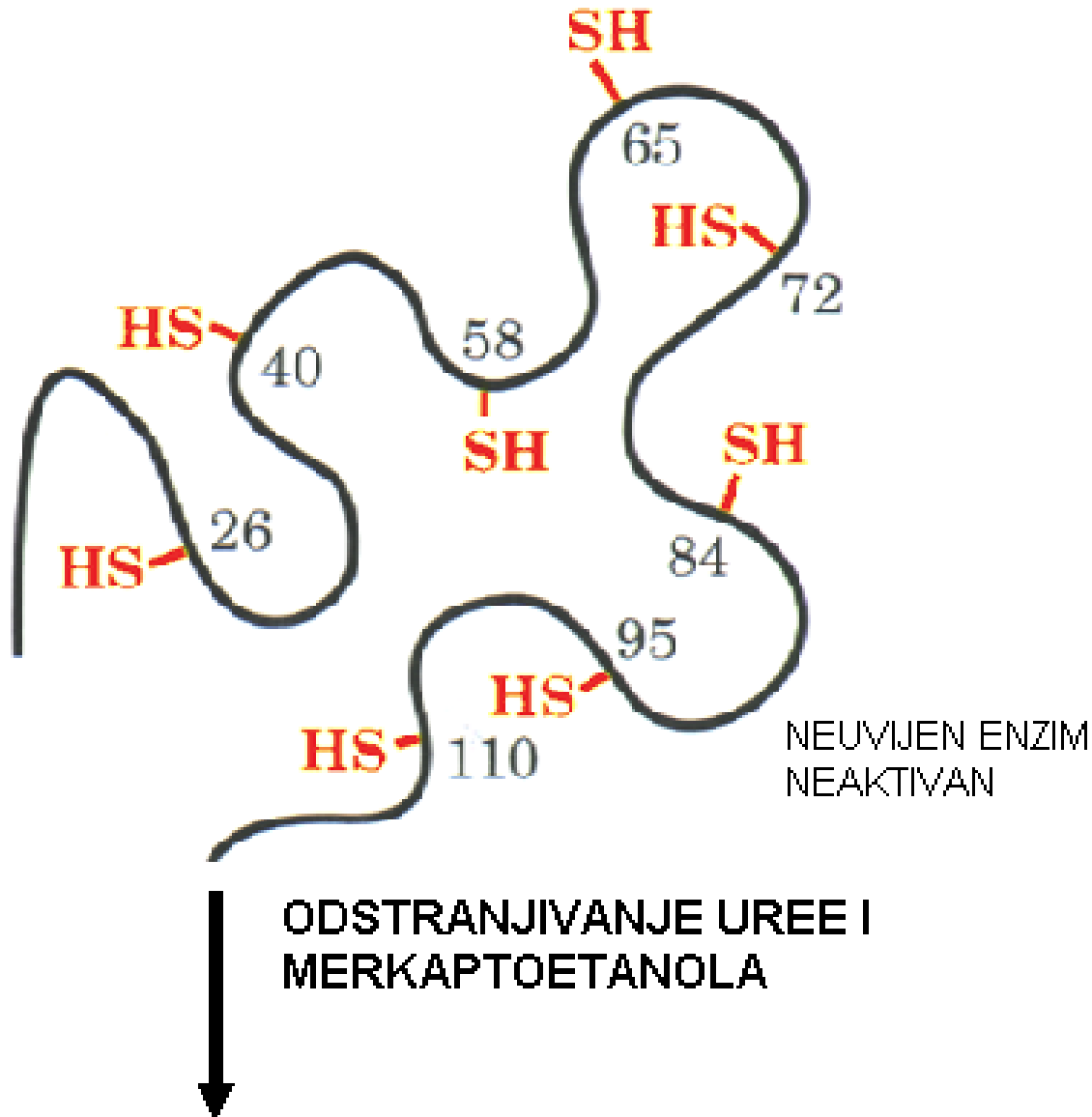
DISULFIDNE VEZE - RIBONUKLEAZA



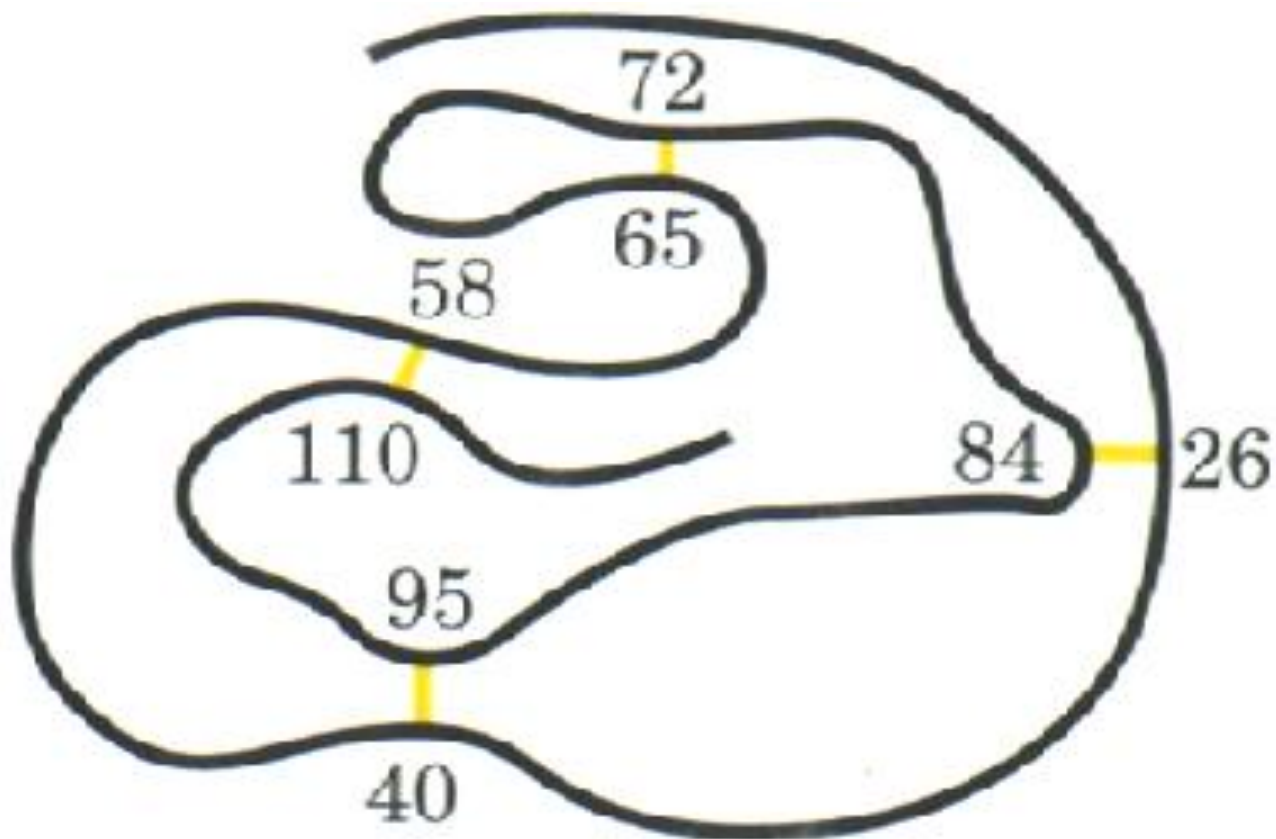
UREA + MERKAPTOETANOL



DENATURISANA RIBONUKLEAZA

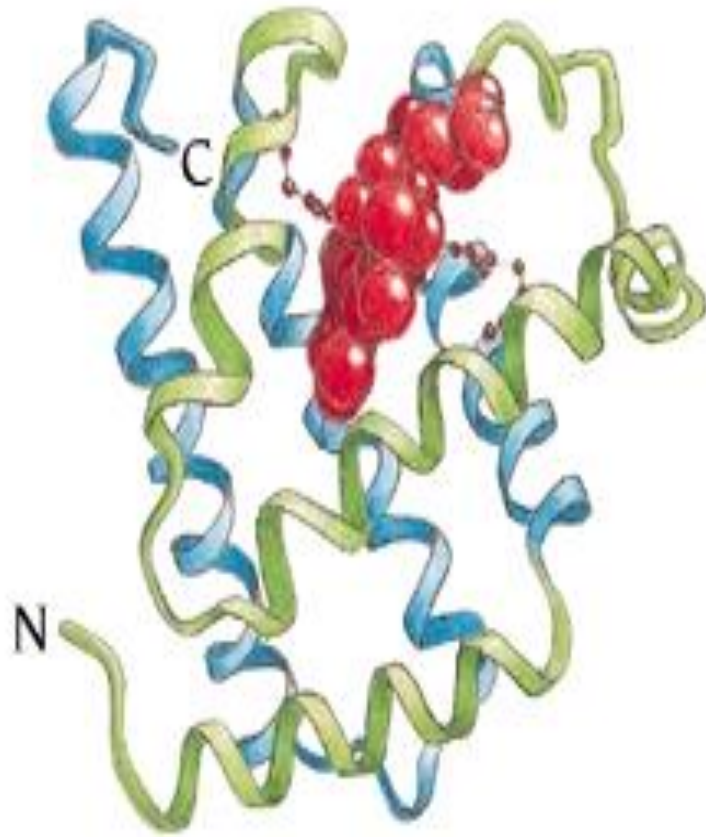


RENATURACIJA RIBONUKLEAZE

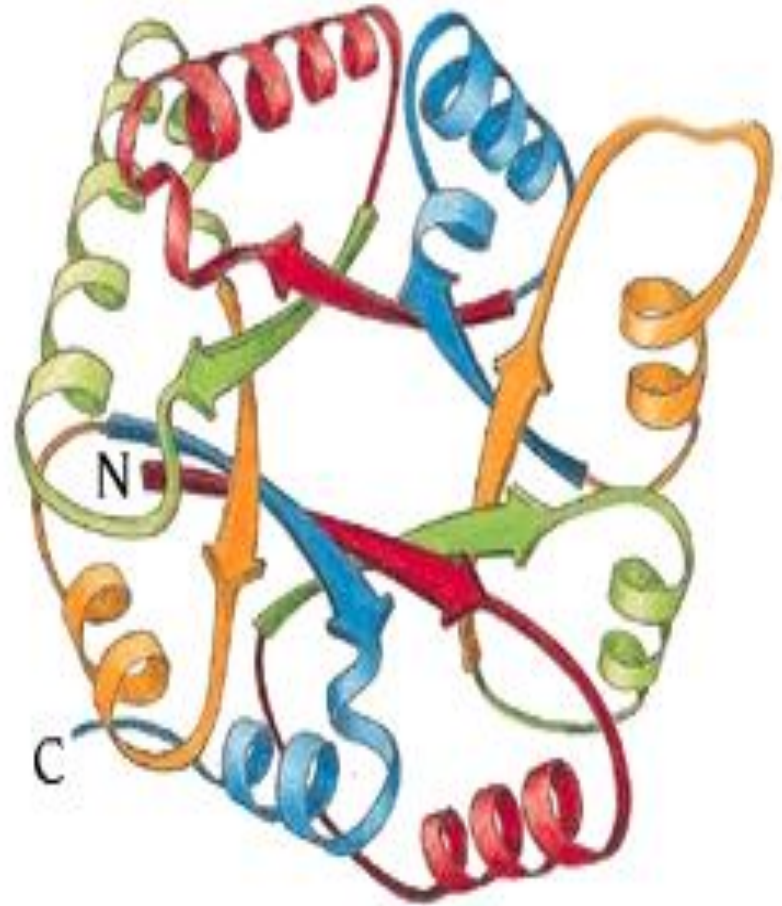


**NATIVNI OBLIK, AKTIVAN
DISULFIDNE VEZE SU SE
ISPRAVNO OBNOVILE**

MIOGLOBIN I TRIOZA FOSFAT IZOMERAZA



(a)

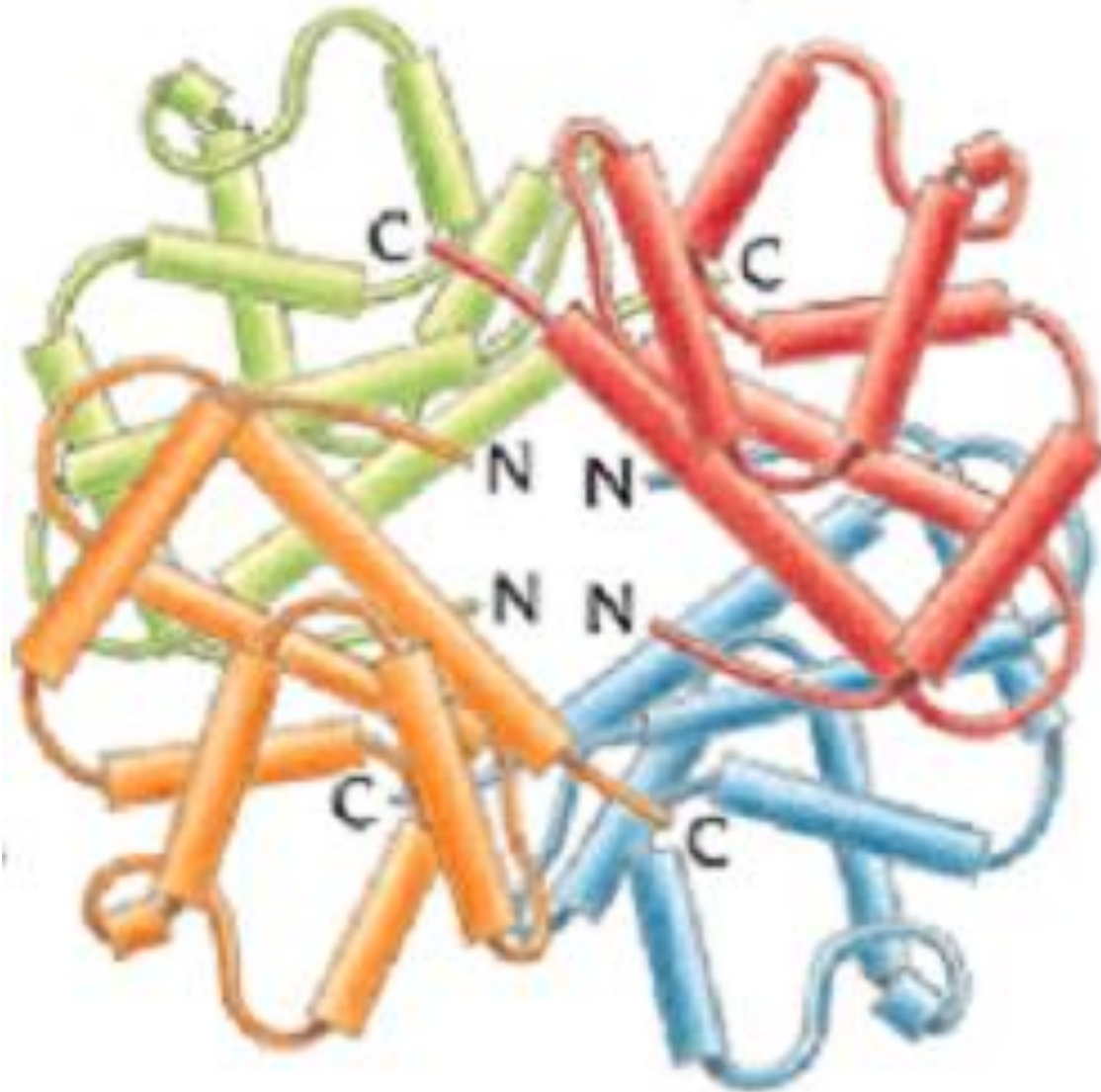


(b)

KVATERNERNA STRUKTURA

- Nekoliko polipeptidnih lanaca se mogu međusobno povezati gradeći pri tome kvatenernu strukturu,
- tako dobijene strukture se nazivaju kompleksi ili agregati
- U okviru tog kompleksa, svaki polipeptidni lanac predstavlja jednu podjedinicu
- podjedinica ima očuvanu primarnu, sekundarnu i tercijernu strukturu
- stabilizovana je uglavnom vodoničnim vezama i hidrofobnim intrakcijama između polipeptidnih lanaca koje predstavljaju podjedinice
- moguće su sve vrste interakcija koje stabilizuju tercijernu strukturu

HEMOGLOBIN



KVATERNERNA STRUKTURA podjedinice

