

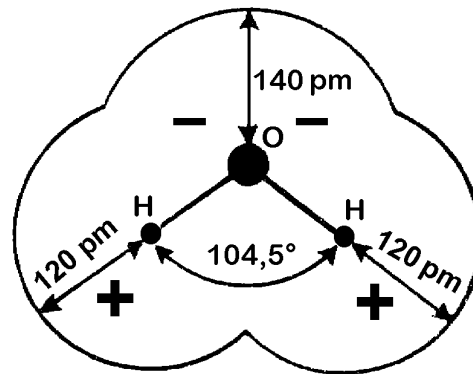
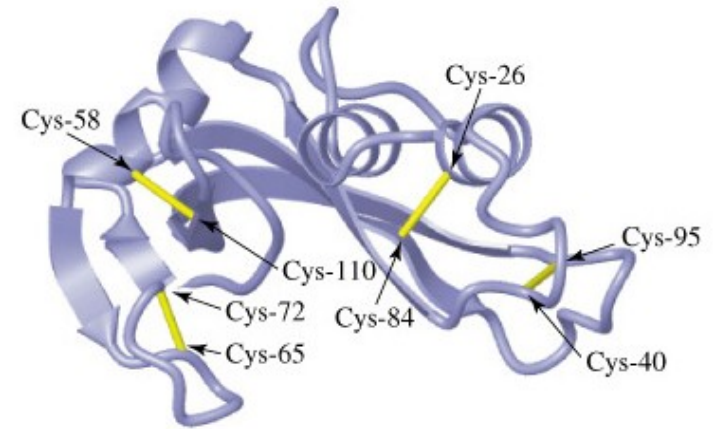
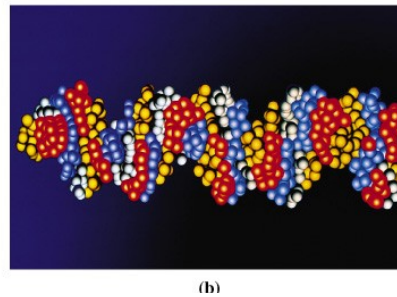
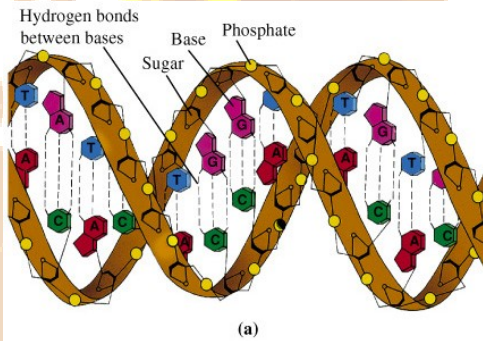
Přednášky z lékařské biofyziky

Biofyzikální ústav Lékařské fakulty
Masarykovy univerzity, Brno



Přednášky z lékařské biofyziky

Biofyzikální ústav Lékařské fakulty
Masarykovy univerzity, Brno



Struktura živé hmoty

Obsah přednášky

Voda

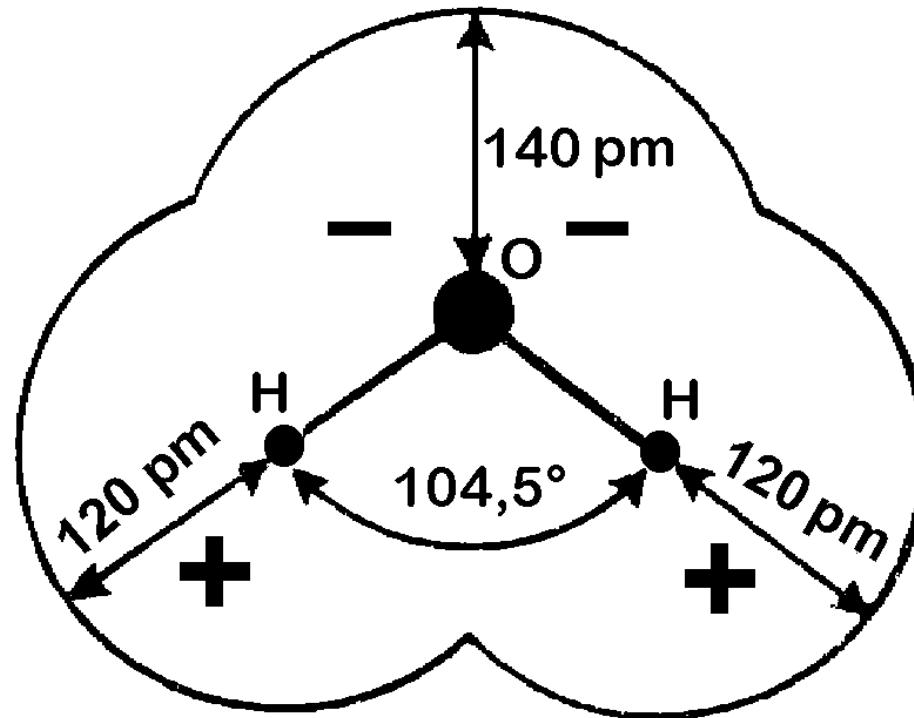
Vlastnosti koloidů

Struktura bílkovin

Struktura nukleových kyselin

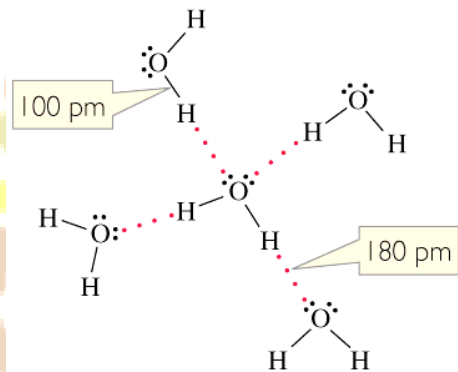
Tato přednáška se zabývá pouze vybranými složkami živé hmoty s význačnými biofyzikálními vlastnostmi. O významu některých elektrolytů je pojednáno podrobněji v přednášce věnované membránovým jevům. Další poučení je třeba hledat v učebnicích biologie a biochemie.

Voda

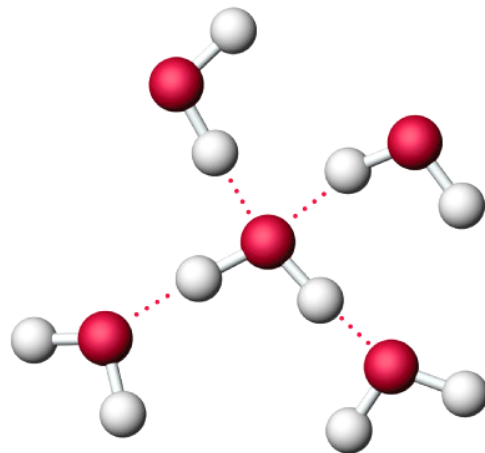


Molekuly vody jsou silně polární. Mezi kyslíkem a vodíkem sousedních molekul vznikají **vodíkové vazby**. Spojují molekuly vody do shluků - klastrů.

Vodíková vazba mezi molekulami vody



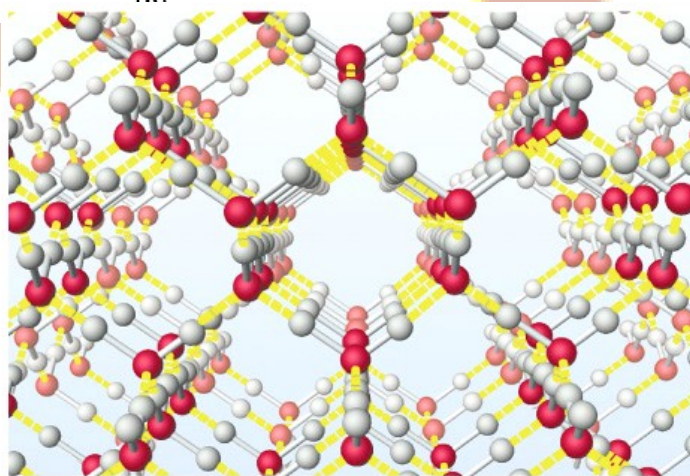
(a)



Kapalná voda

(b)

Led



(a)



(b)

Koloidy

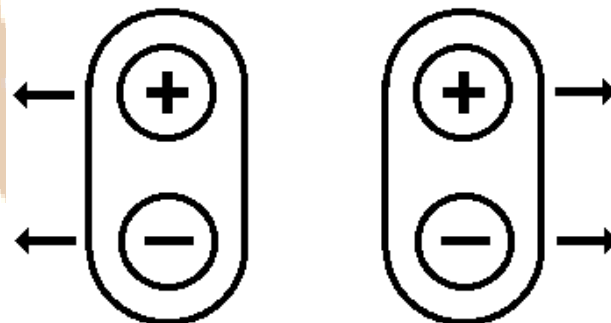
Koloidy – označované též jako nepravé roztoky – jsou tvořené v rozpouštědle dispergovanými částicemi o velikosti 10 – 1000 nm.

Podle druhu vazebných sil můžeme rozlišit dva druhy koloidů:

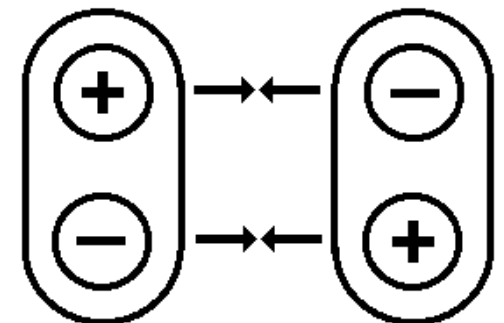
- Micelární (též asociativní, malé částice jsou spojeny do větších *van der Waalsovými vazbami*)
- Molekulární koloidy (částice jsou makromolekulami, jejich podjednotky jsou spojeny *kovalentními vazbami*)

Slabé chemické vazby

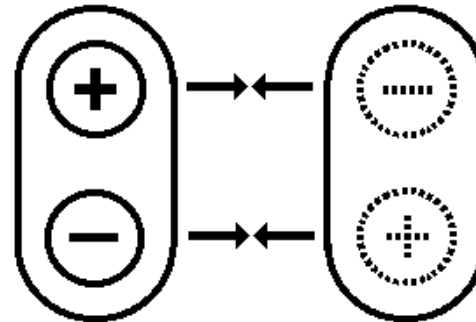
- Vodíková vazba
- Hydrofobní interakce
- van der Waalsovy vazby



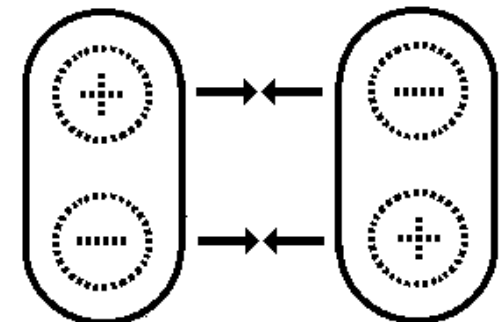
a) dipólové paralelní



b) dipólové antiparalelní



c) indukční



d) disperzní

Vlastnosti koloidů

Mechanické: pevnost, pružnost, viskozita – podmíněny kovalentními i slabými chemickými vazbami

Tyto vlastnosti závisejí na formě koloidu:

sol (tekutý) nebo **gel** (pevný). Tvorba gelu = gelatinizace

Optické:

- Rozptyl světla: Tyndallův jev (opalescence). Světlo se může na koloidních částicích rozptylovat.
 - Stopa světelného paprsku procházejícího koloidem je zviditelněna světlem rozptýleným na koloidních částicích.
 - Ultramikroskopie – před elektronovou mikroskopií bylo možno pozorovat koloidní částice ve světelném mikroskopu jako svítící body na temném pozadí (pozorování v tmavém poli).
- Optická aktivita: Některé koloidy mohou stáčet rovinu procházejícího polarizovaného světla

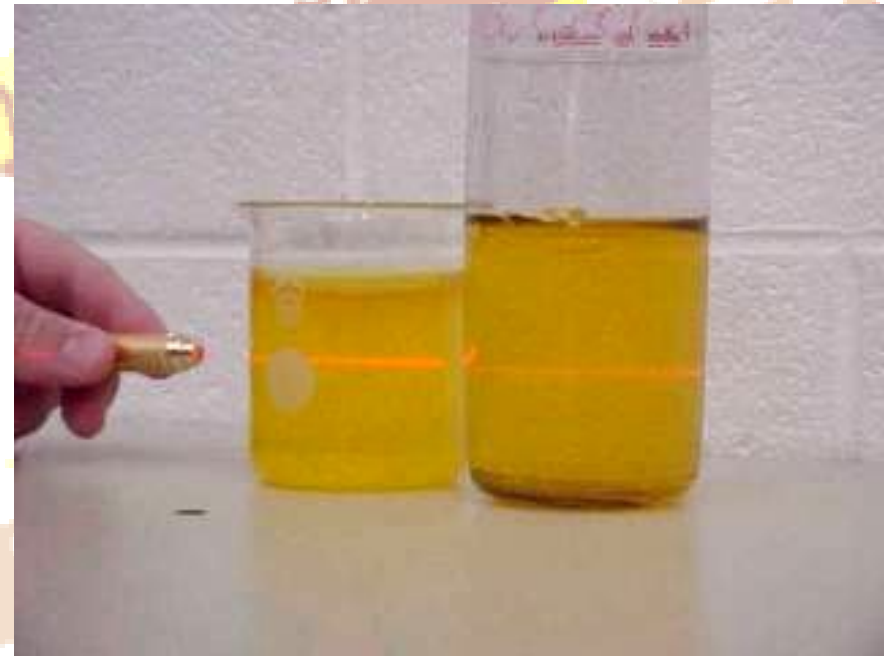
Elektrické: viz přednáška o přístrojových metodách v molekulární biofyzice

Tyndallův jev v micelárním a molekulárním koloиду



- V roztoku koloidního zlata

<http://mrsec.wisc.edu/edetc/cineplex/gold/>



- V roztoku želatiny (bílkovina)

<http://link.springer-ny.com/link/service/journals/00897/papers/0006002/620095mb.htm>

Druhy koloidů - biopolymerů

- Podle afinity biopolymeru k rozpouštědлу (vodě)
 - Lyofilní (hydrofilní) – tvoří stabilní roztoky
 - Lyofobní (hydrofobní) – tvoří nestabilní roztoky
- Podle tvaru biopolymeru (tvar je též ovlivňován rozpouštědlem!)
 - Lineární (fibrilární – DNA, myosin, syntetické polymery..... též skleroproteiny, většinou nerozpustné v čisté vodě)
 - Sférické (globulární – hemoglobin, glykogen ... též sféroproteiny, většinou rozpustné v čisté vodě)

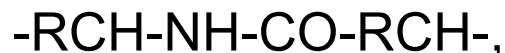
Chemické složení bílkovin

Podle výsledku hydrolýzy:

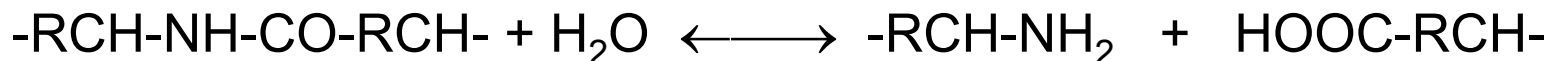
- jednoduché (v hydrolyzátu jen aminokyseliny)
- složené (v hydrolyzátu nejen aminokyseliny)
 - Nukleoproteiny
 - Hemoproteiny
 - Flavoproteiny
 - Metaloproteiny
 - Lipoproteiny
 -

Struktura bílkovin

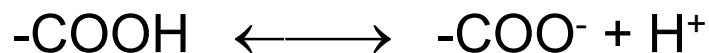
- Strukturální jednotky bílkovin jsou aminokyseliny (AK), spojené peptidovou vazbou:



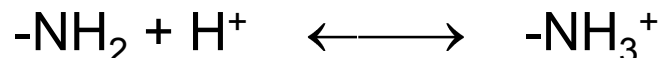
která může hydrolyzovat:



- Karboxylové skupiny a aminoskupiny mohou disociovat nebo protonizovat. Např. kyselina glutamová a asparagová mají volnou karboxylovou skupinu:



- AK lysin a arginin mají volnou aminoskupinu, která může protonizovat:

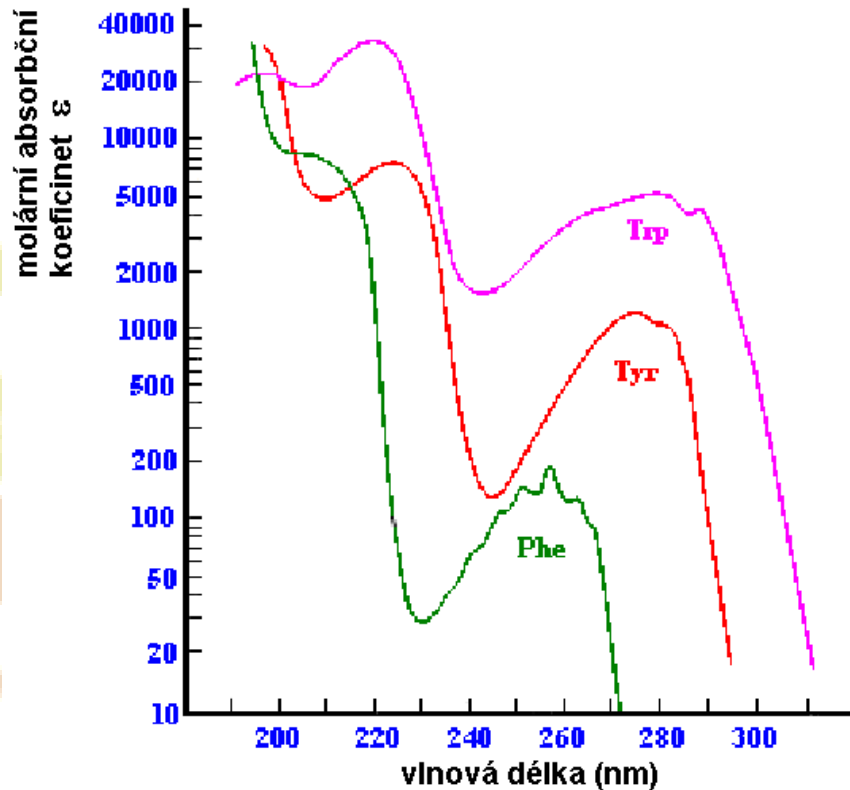


- V bílkovinách nacházíme 20 různých AK, které rozdělujeme na AK s polárním a nepolárním postranním řetězcem.
- AK s aromatickým jádrem nebo heterocyklem (fenylalanin, tyrosin, tryptofan) silně absorbují UV záření kolem 280 nm.
- AK cystein obsahuje sulfhydrylovou skupinu (-SH), která se oxiduje dehydrogenací a spojuje s dehydrogenovanou skupinou jiného cysteinového zbytku kovalentním disulfidickým můstkem (vazba -S-S-).

Struktura bílkovin

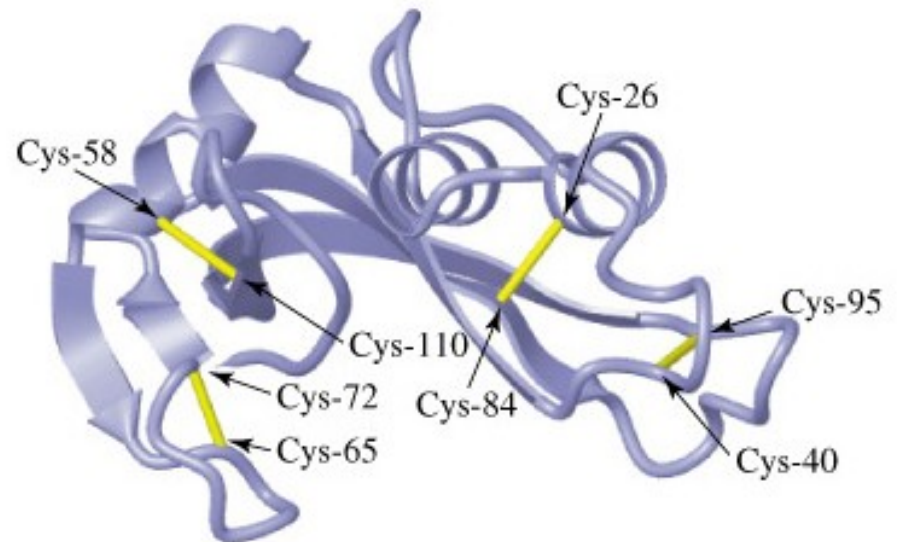
Disulfidické můstky stabilizují strukturu bílkoviny (hovězí ribonukleáza A)

•http://cwx.prenhall.com/horton/medialib/media_portfolio/text_images/FG04_28a-b.JPG



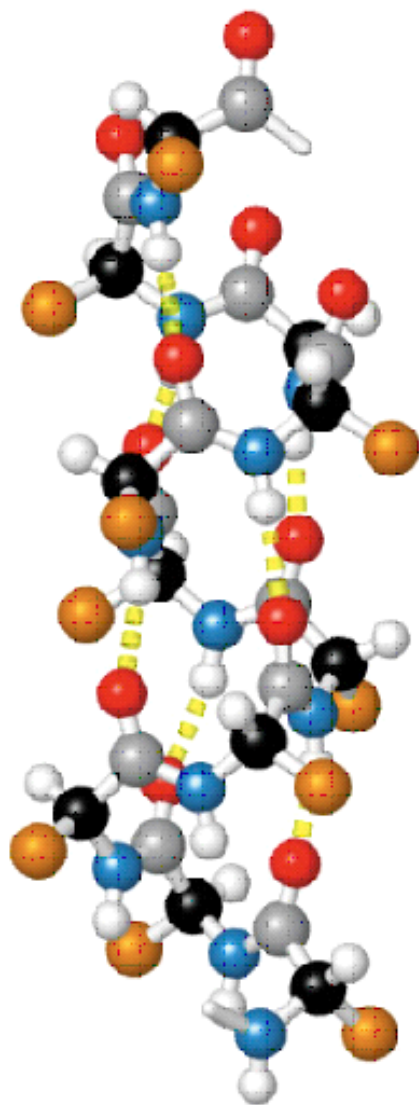
Absorpční spektrum volného fenylalaninu, tyrosinu a tryptofanu v UV oblast

•Podle:<http://www.fst.rdg.ac.uk/courses/fs460/lecture6/lecture6.htm>

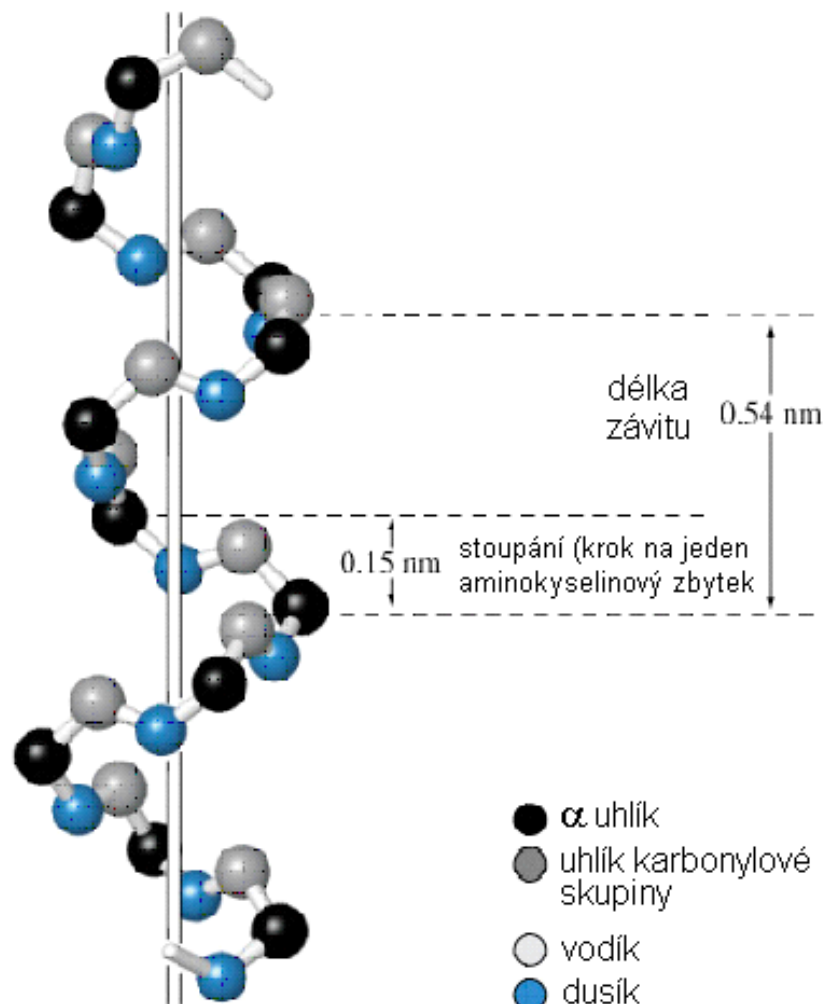


Struktura bílkovin

- **Primární** (sekvence kovalentně vázaných AK zbytků)
- **Sekundární** (vzájemné prostorové uspořádání sousedních článků polypeptidového řetězce – dána především vodíkovými vazbami)
 - α -šroubovice
 - β -struktura (skládaný list)
 - jiná
- **Terciární** (prostorové uspořádání polypeptidového řetězce jako celku – dána hydrofobními a vodíkovými vazbami, stabilizována -S-S- můstky)
- **Kvartérní** (způsob nekovalentního spojování jednotlivých polypeptidových řetězců – podjednotek - do vyšších celků)
 - Homogenní – všechny podjednotky jsou stejné
 - Heterogenní – podjednotky dvou nebo více druhů

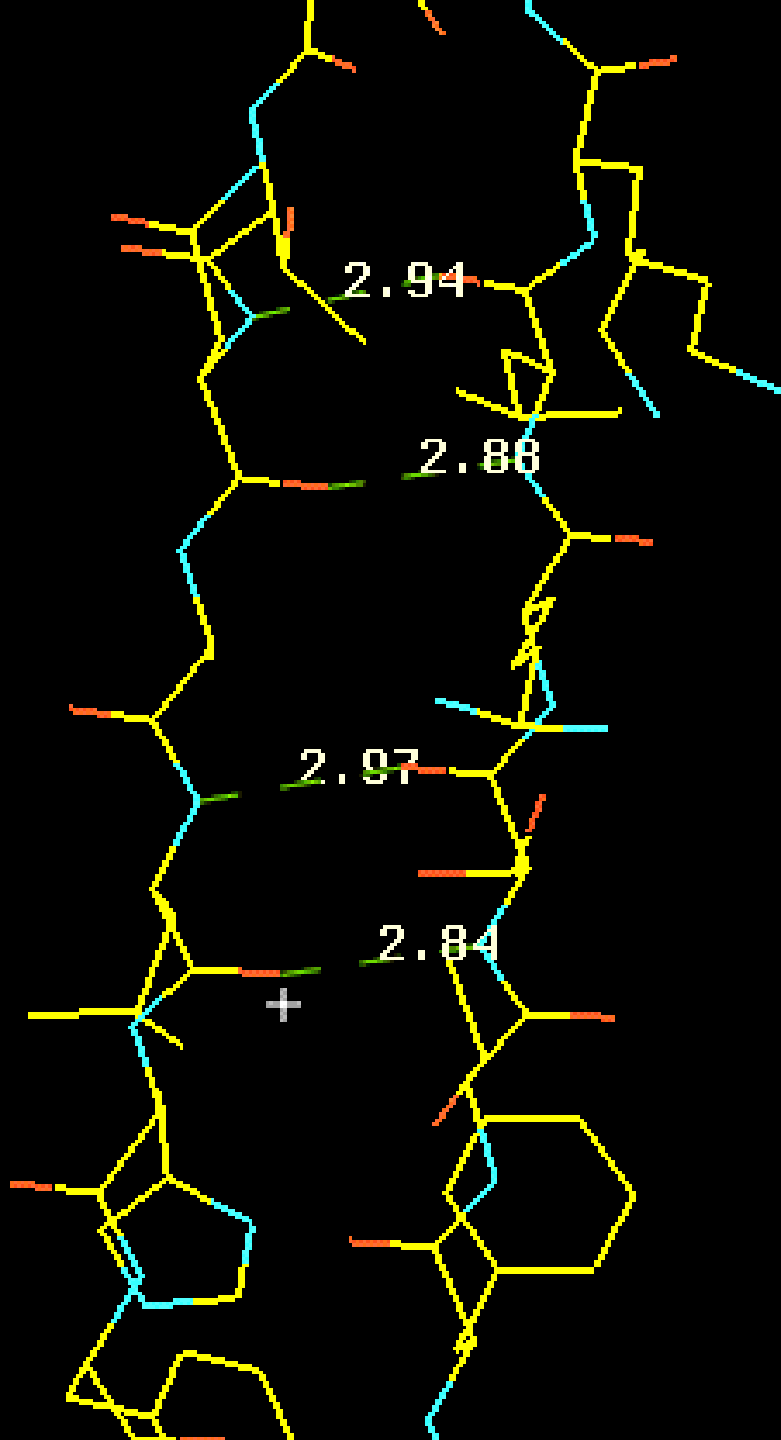


pravotočivá α šroubovice



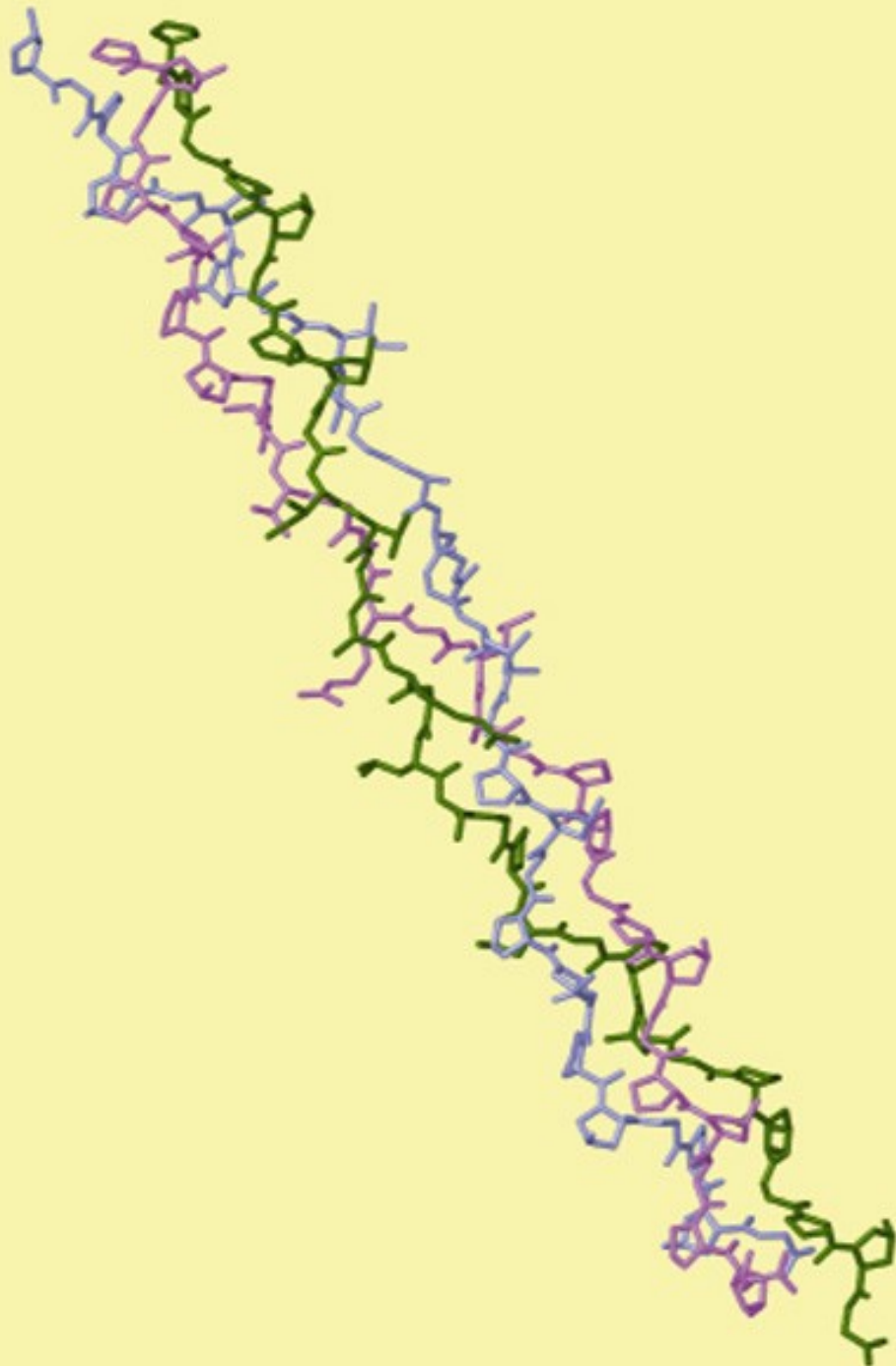
osa

- α uhlík
- uhlík karbonylové skupiny
- vodík
- dusík
- kyslík
- vedlejší řetězec



β -struktura (skládáný list – antiparalelní model)

[http://www-
structure.llnl.gov/Xray/tutorial/prot
ein_structure.htm](http://www-structure.llnl.gov/Xray/tutorial/prot_ein_structure.htm)



Trojité šroubovice kolagenu

http://cwx.prenhall.com/horton/media_portfolio/text_images/FG04_34.JPG

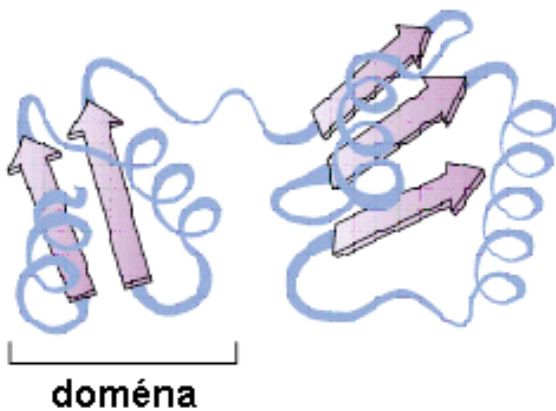
(a) primární struktura

–Ala–Glu–Val–Thr–Asp–Pro–Gly–

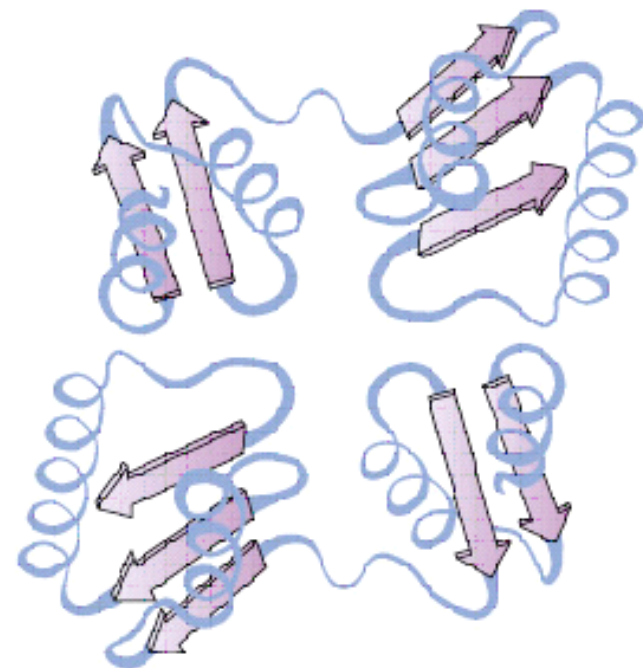
(b) sekundární struktura



(c) terciární struktura

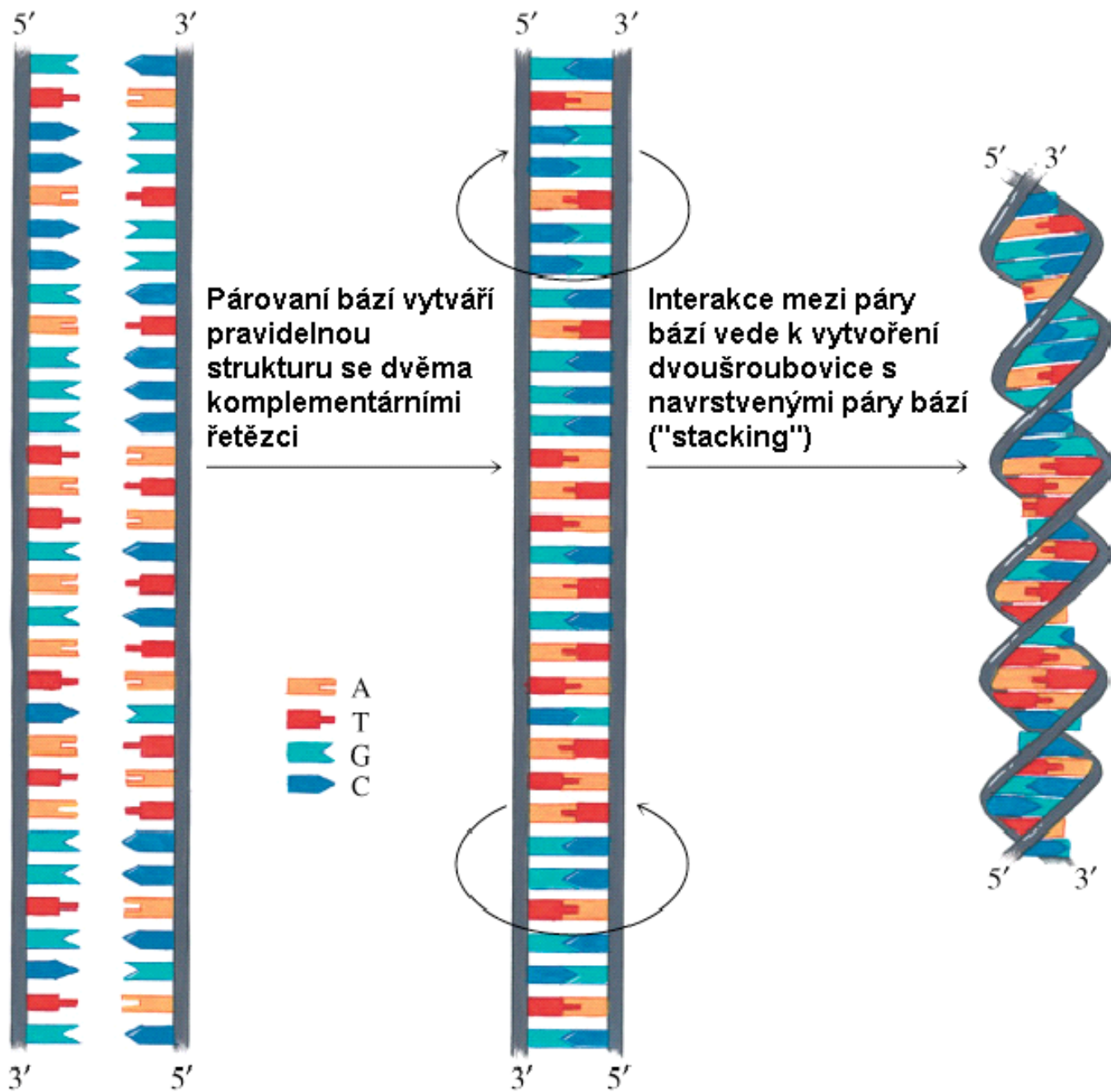


(d) kvartérní struktura



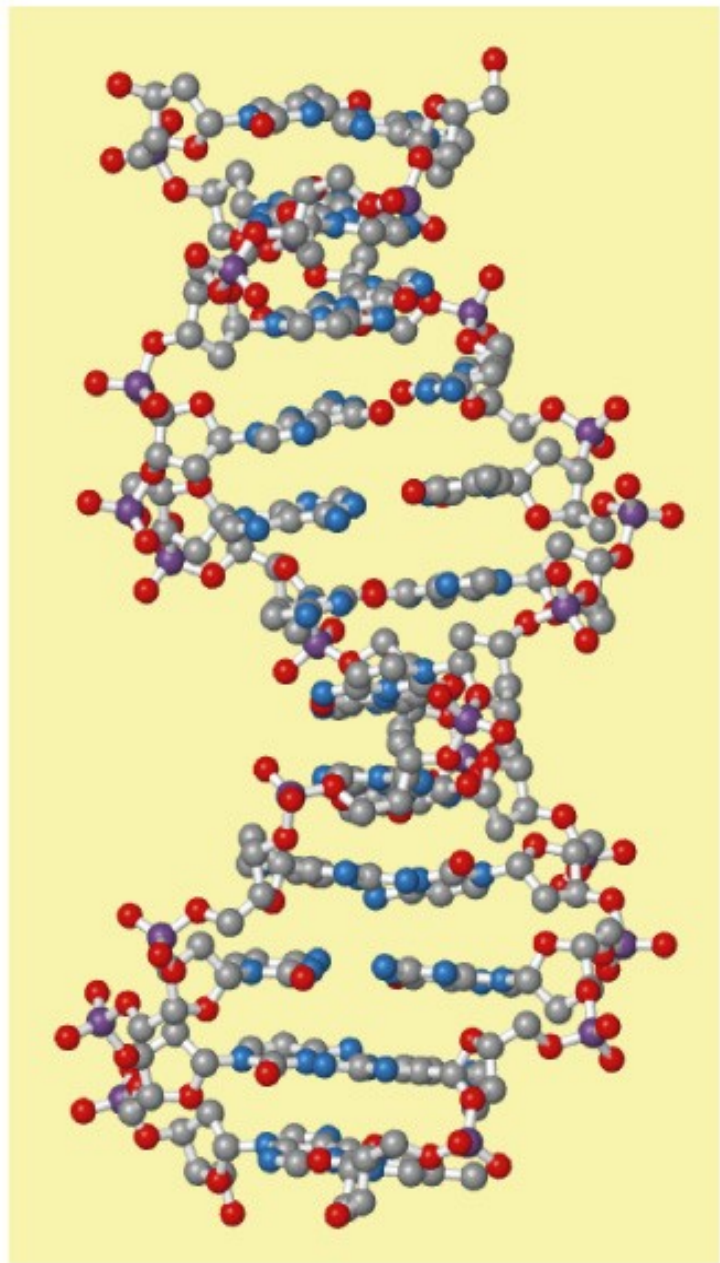
Struktura nukleových kyselin (NA)

- Mononukleotidy (strukturní podjednotky NA) jsou tvořeny:
 - Pyrimidinovými (C, U, T) nebo purinovými (A, G) dusíkatými bázemi
 - Cukrem (ribózou nebo deoxyribózou)
 - Zbytkem kyseliny fosforečné
- DNA: až stovky tisíc podjednotek. M.h. $10^7 - 10^{12}$. Dva řetězce (vlákna) tvoří antiparalelní dvoušroubovici.
- RNA:
 - m-RNA (mediátorová, messenger)
 - t-RNA (transferová)
 - r-RNA (ribosomální)
 - (virová RNA)

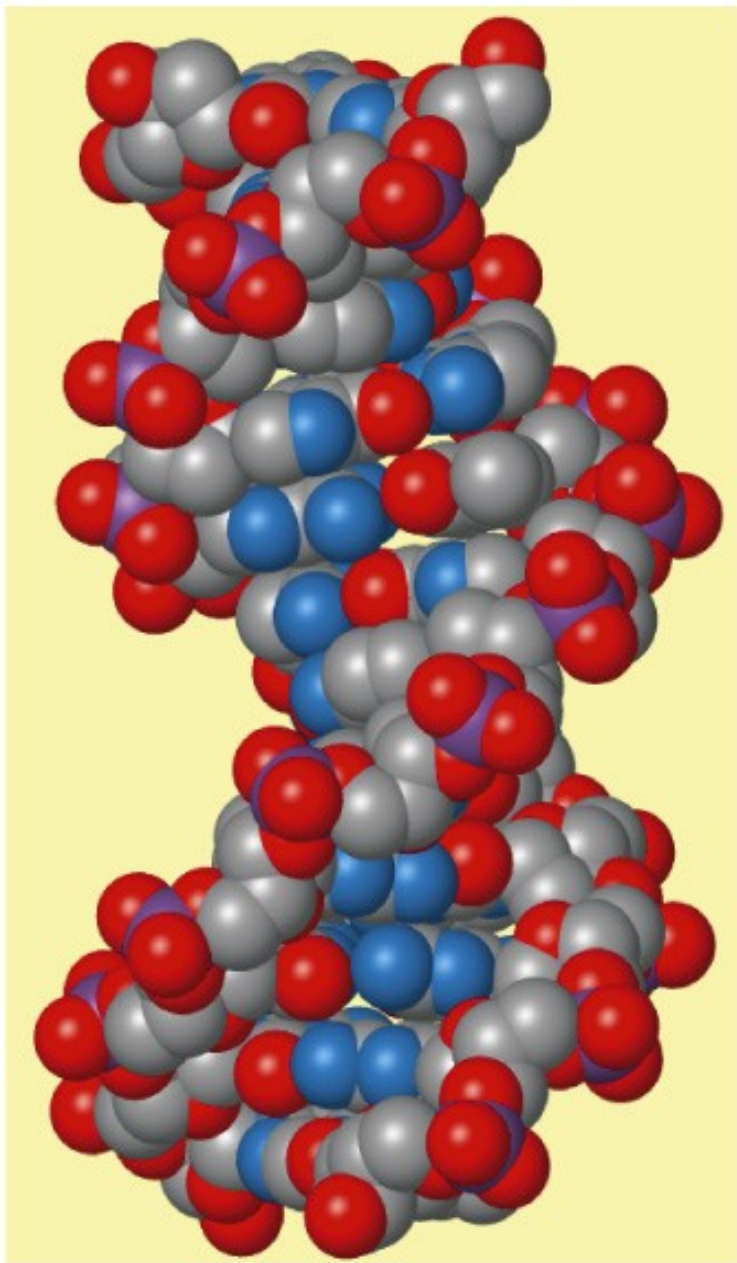


•http://cwx.prenhall.com/horton/media_portfolio/text_images/FG19_13_90035.JPG
G

(a)



(b)

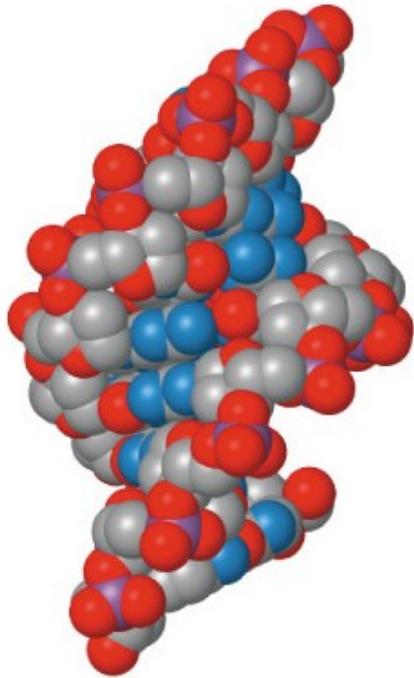


B-DNA

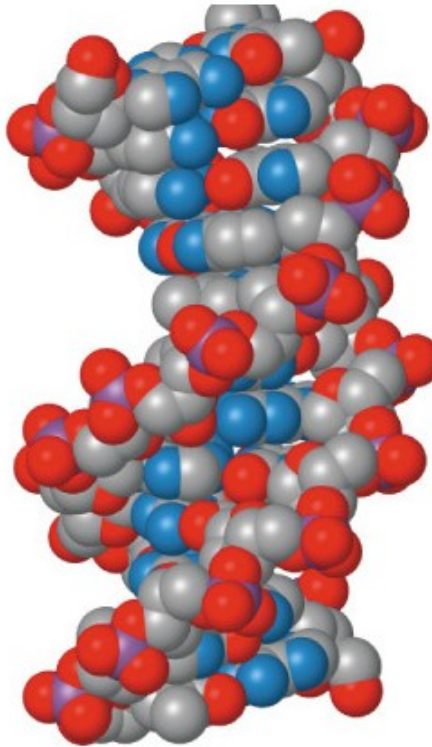
http://cwx.pre.nhall.com/horton/medialib/media_portfolio/text_images/FG19_15aC.JPG
G

A-DNA – dehydratovaná, B-DNA – běžně se vyskytuje za fyziologických podmínek, Z-DNA – v sekvencích bohatých na páry CG

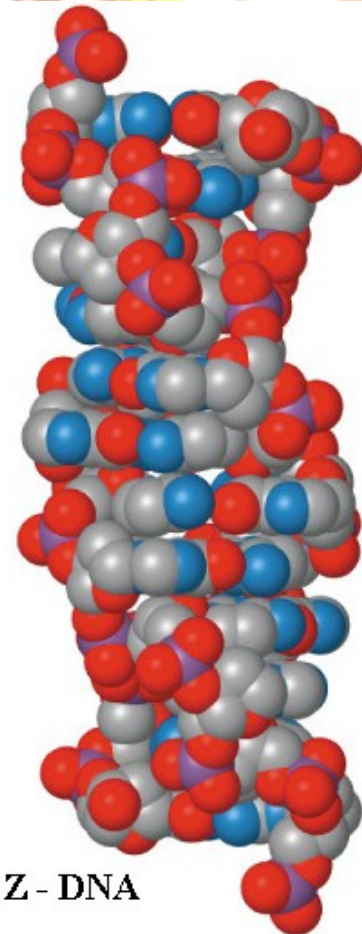
A - DNA



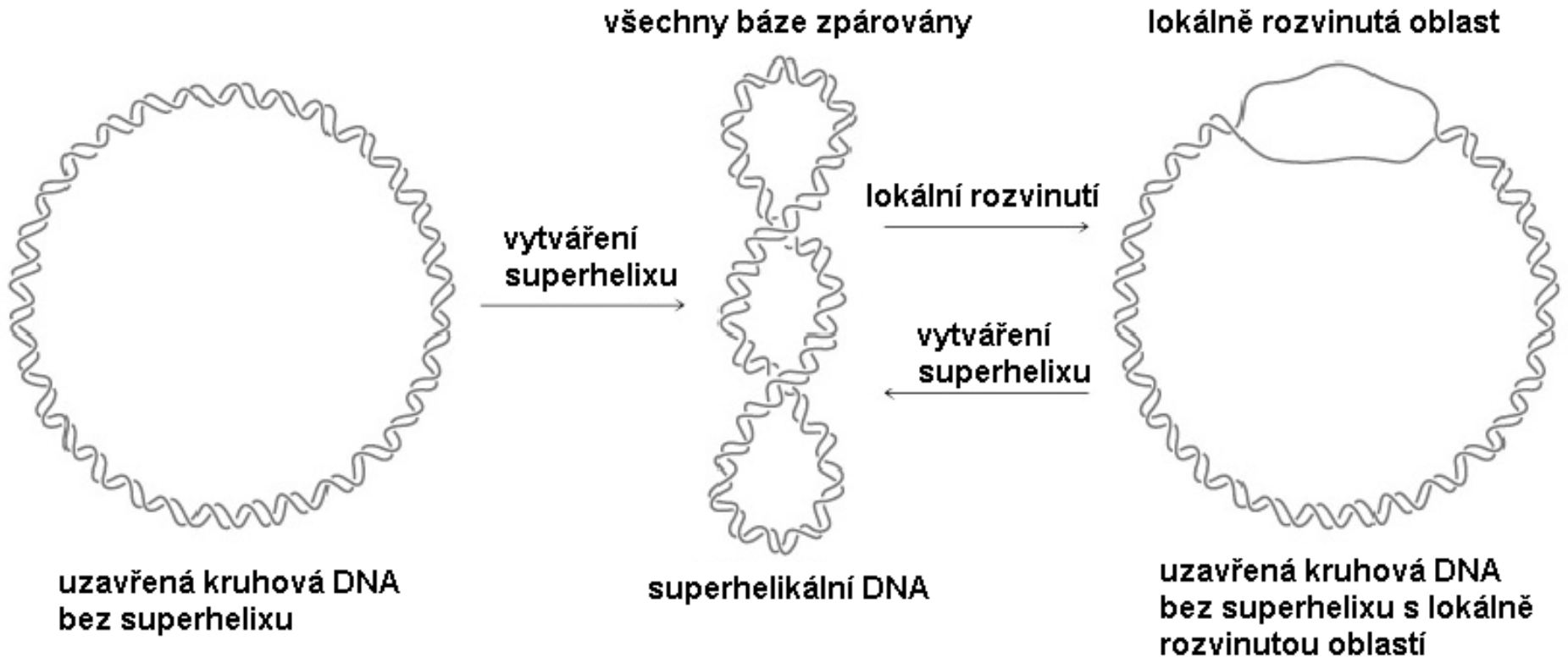
B - DNA



Z - DNA

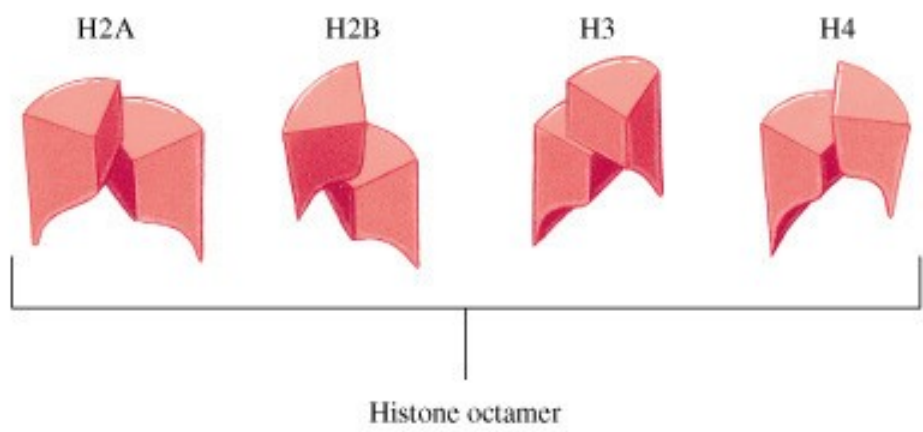


Nadšroubovicová (superhelikální) struktura kruhové DNA



•Podle http://cwx.prenhall.com/horton/medialib/media_portfolio/text_images/FG19_191C.JPG

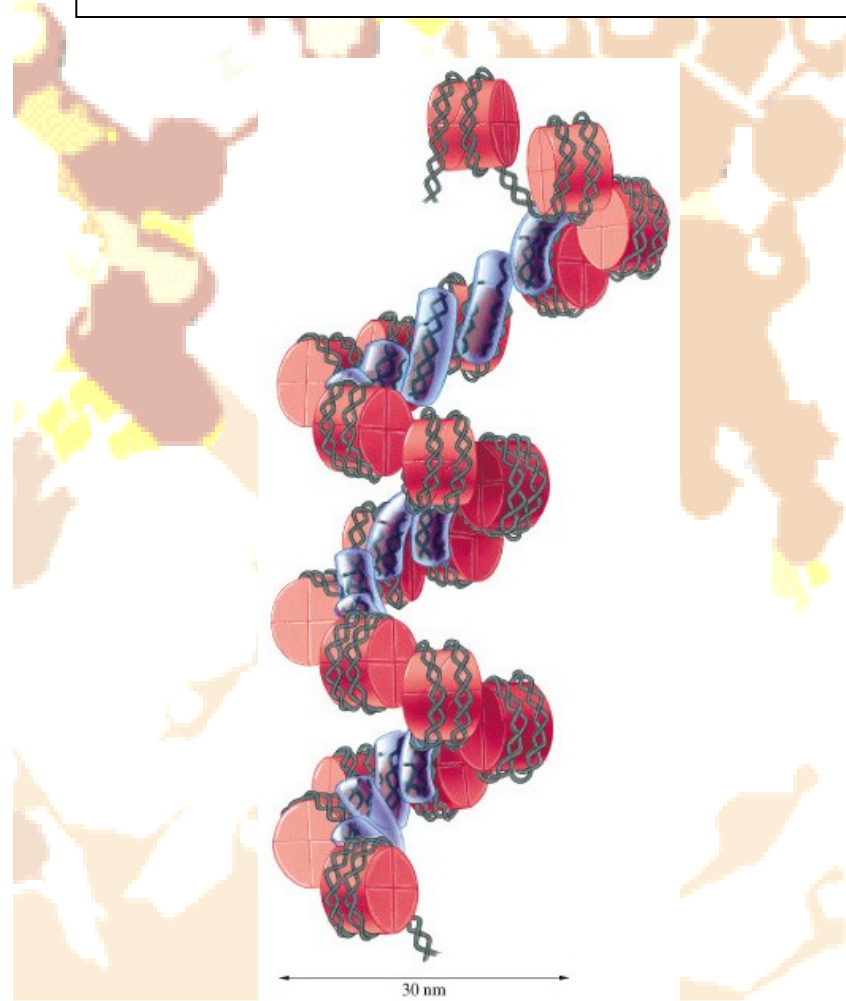
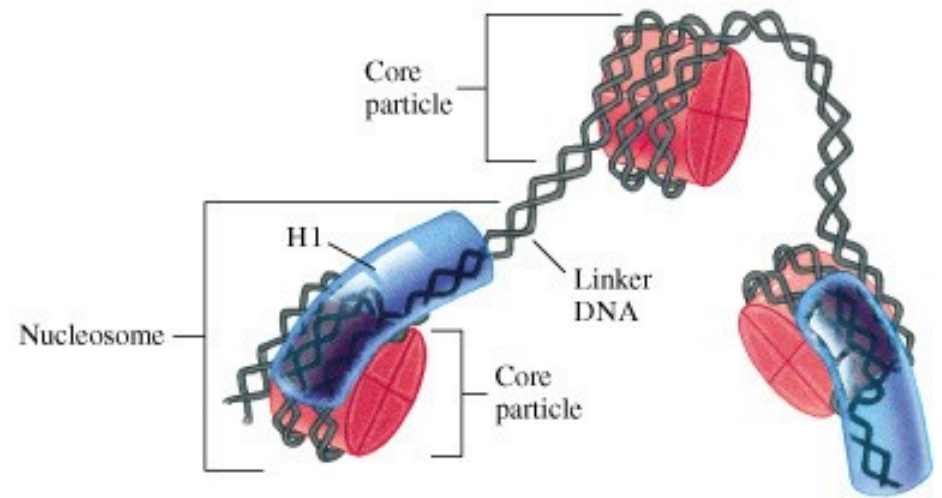
(a)

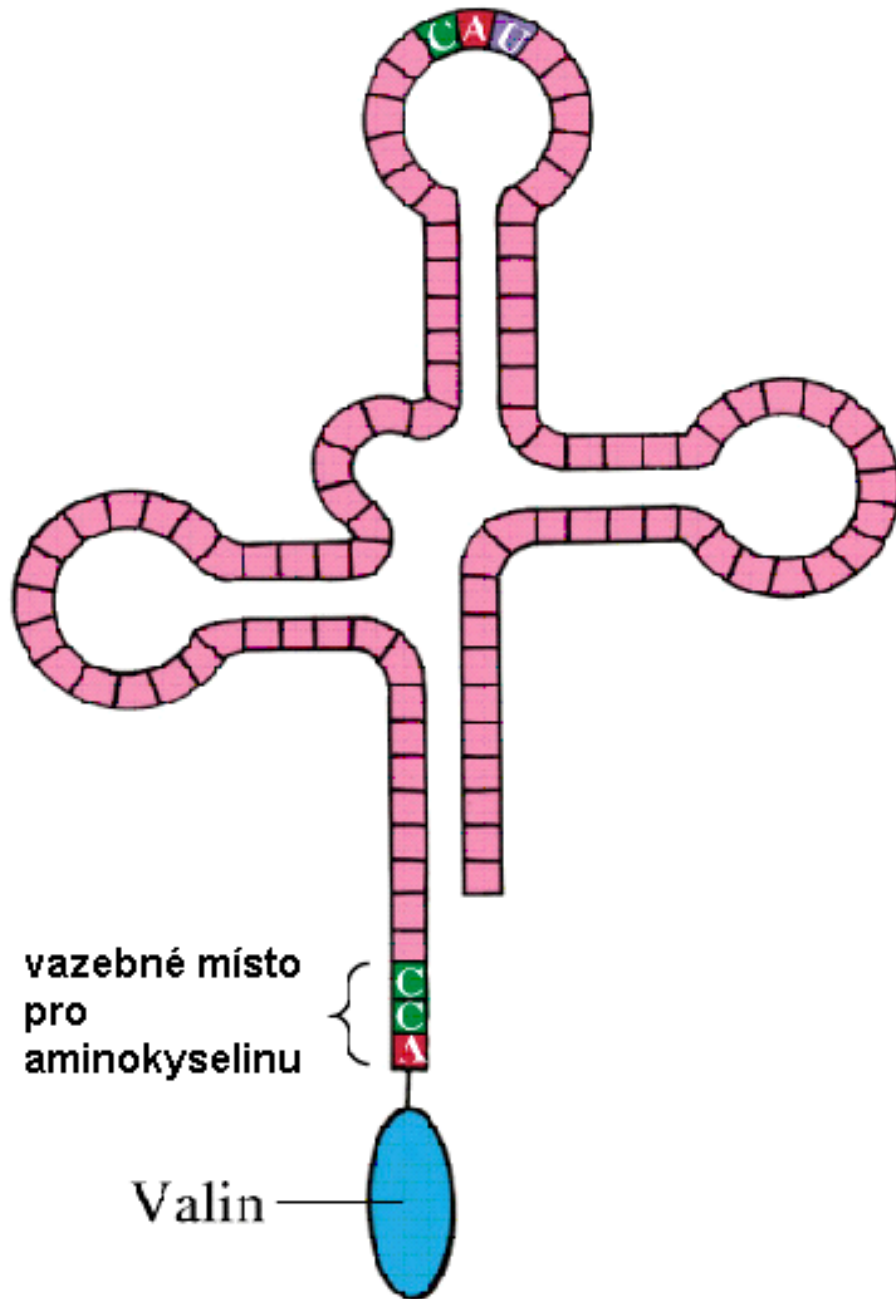


Struktura chromatinu

http://cw.x.prenhall.com/horton/medialib/media_portfolio/text_images/FG19_23_00742.JPG,
http://cw.x.prenhall.com/horton/medialib/media_portfolio/text_images/FG19_25_00744.JPG

(b)

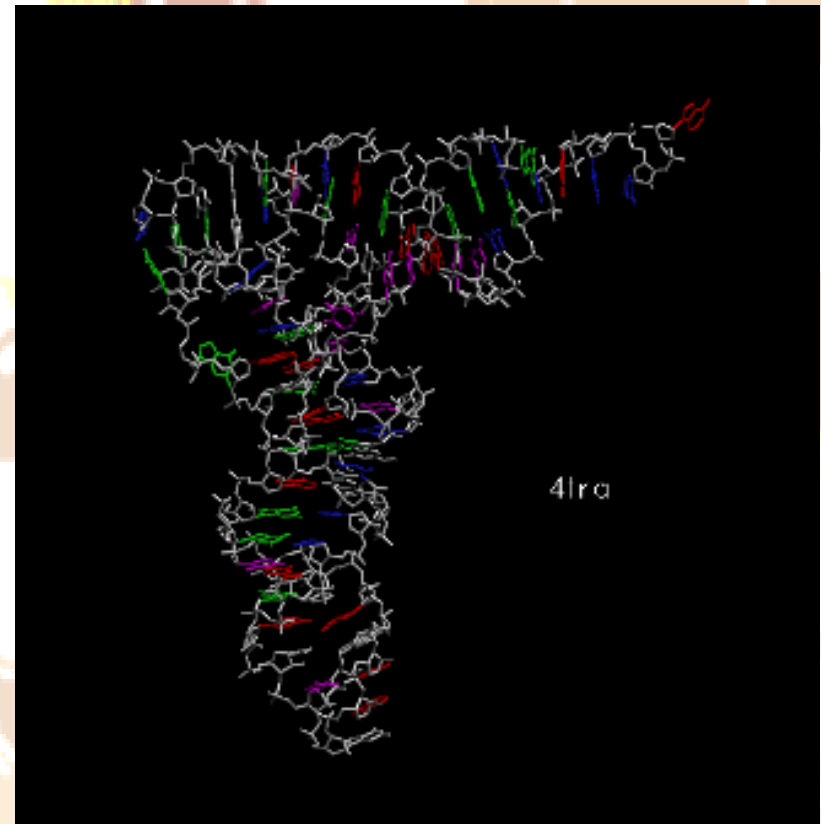


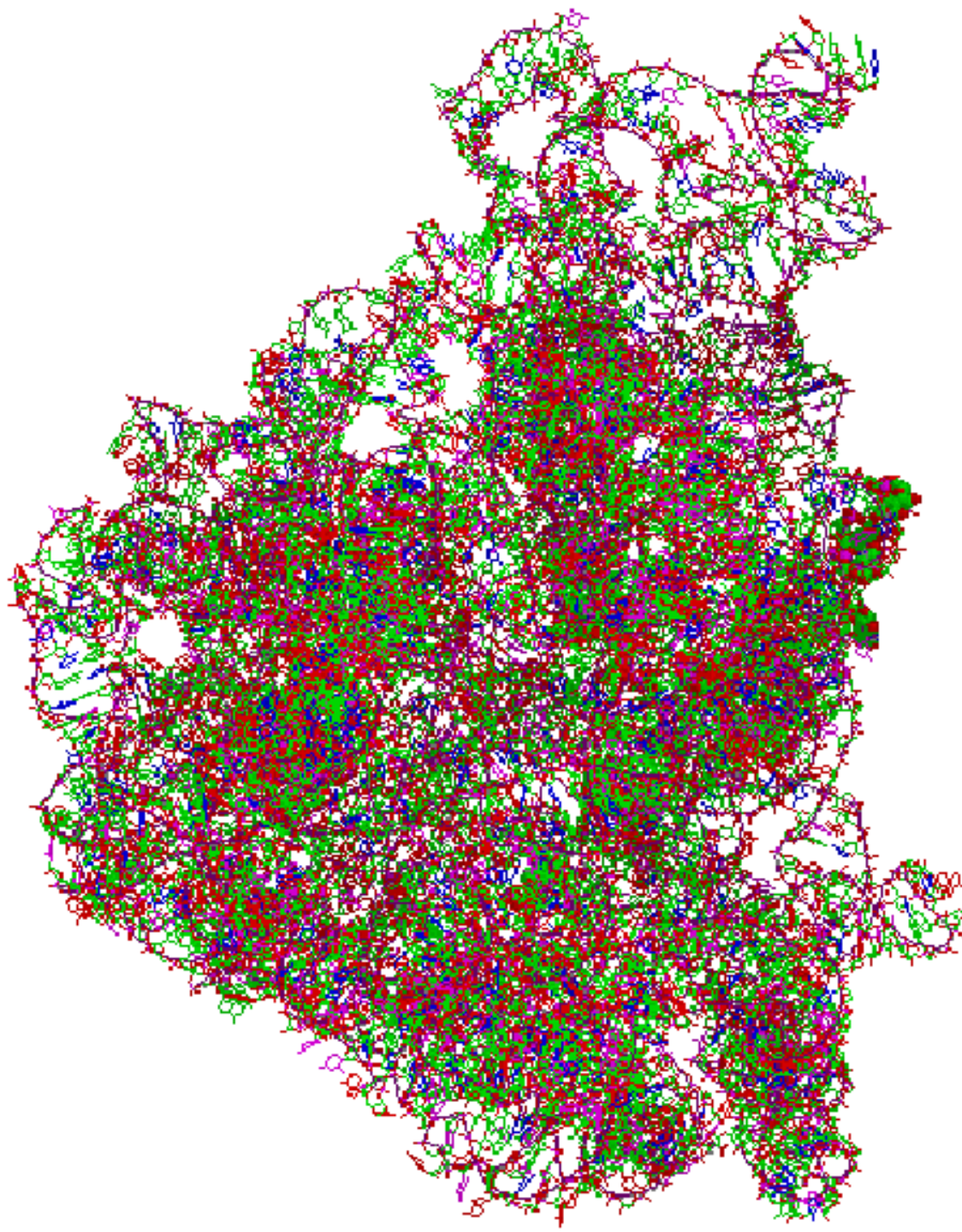


• Transferová RNA pro
valin – schematicky

• t-RNA z kvasnic ↓

http://cwx.prenhall.com/bookbind/pubbooks/hillchem3/medialib/media_portfolio/text_images/CH23/FG23_14.JPG, <http://www.imb-jena.de/cgi-bin/ImgLib.pl?CODE=4tra>





Ribosomální RNA

<http://www.imb-jena.de/cgi-bin/htmlit.pl?color=ffffff&id=GI&src=1c2w.gif&name=Image%20Library%20Thumb%20ONail%201C2W>

Konformační změny a denaturace biopolymerů

- Změny sekundární, terciární a kvartérní struktury biopolymerů označujeme jako **konformační změny**.
- Mohou být jak reverzibilní tak ireverzibilní.
- nativní stav biopolymeru = funkční stav biopolymeru. Jinak se biopolymer nachází v denaturovaném stavu.

Denaturační faktory

- **Fyzikální:**
 - Zvýšená teplota
 - Ionizující záření
 - Ultrazvuk
 -
- **Chemické:**
 - Změny pH
 - Změny v koncentraci elektrolytů
 - Těžké kovy
 - Denaturační činidla rozrušující vodíkové vazby - močovina
 -
- **Kombinace těchto faktorů: ionizující záření nebo ultrazvuk působí přímo a/nebo nepřímo (chemicky prostřednictvím volných radikálů)**

Autor:
Vojtěch Mornstein

Obsahová spolupráce:
Carmel J. Caruana, Viktor Brabec

Grafika:
Lucie Mornsteinová

Poslední revize: Červen 2009