

Úvod do biologie

1.r. PŘ 1/0/0

LÁTKOVÉ SLOŽENÍ ORGANISMŮ

Doc. RNDr. B. Rychnovský, CSc.

Kat. biologie PdF MU

Živá hmota – skladba ze sloučenin odlišného charakteru než hmota neživá. **Shodná prvková podstata**

Prvkové složení

v jednoduché formě, jednoduchých, ale i složitých sloučeninách.

Biogenní prvky – tj. prvky obsažené v živé hmotě – asi 60

A.1. Prvky ve větších množstvích:

O – 65 %, C – 21 %, H – 10 %, N – 3 %, Ca – 2%, P – 1 %

2. P. v malých množstvích: Cl, F, S, K, Na, Mg, (Al)

3. P. v nepatrných množstvích: Fe, Cu, I, Si, Mn, Zn, Br, B, Sr, Ti, Ba, F, Rb, Se, Mo, Hg, Ra)

4. P. ve stopách: As, Li, Pb, Sn, Co, Ni

B. Makroelementy (10^{-1} – 10^{-2}) (po Fe)

Mikroelementy (10^{-3} – 10^{-5}) (po I)

Ultramikroelementy ($<10^{-5}$) (Hg, Ra a další)

C. I. Invariabilní (ve všech živých organismech)

- a) makrobiogenní (1 – 60%) O,C,H,N,Ca,P
- b) oligobiogenní (0,05 – 1%) Mg,S,Cl,Na,K,Fe
- c) mikrobiogenní (<0,05%) Cu,Co,Zn,Mn,F,I,Mo

II. Variabilní (jen u některých skupin)

- a) mikroprvky Br,Si,B
- b) stopové prvky Li,As

D. Stálé prvky prvotní (1 – 60%) O,C,H,P (nepostradatelné)

- " " druhotné K,Na,Mg,Ca,Fe,S,Cl "
- " " mikrosložky (<0,05%) Cu,Mn,B,Si,F,I (ve všech formách)

Nestálé prvky druhotné (jen u některých, i více) Zn,Ti,V,Br

- " " mikrosložky (jen u některých) Li,Rb,Cs,Ag,Be,Sr,Ba,
Cd,Al,Ge,Sn,Pb,As,Cr,Mo,Co,Ni

Kontaminující He,Ar,Hg,Tl,Bi,Se,Au

Tab. 1: Průměrné prvkové složení suchozemských živočichů

Prvek	%	Prvek	%	Prvek	%	Prvek	%
O	70	Ca	$5 \cdot 10^{-1}$	Mn	$7 \cdot 10^{-3}$	F	$8 \cdot 10^{-5}$
C	18	N	3	B	1	Br	8
H	10	K	3	Sr	1	Rb	5
		Si	1,5	Ti	$8 \cdot 10^{-4}$	Se	5
		P	$7 \cdot 10^{-2}$	Zn	3	Ni	3
		Mg	5	Li	1	As	3
		S	4	Cu	1	Mo	2
		Cl	2	Ba	1	Co	1
		Na	2			I	1
		Al	2			Hg	$1 \cdot 10^{-7}$
		Fe	2			Ra	$1 \cdot 10^{-12}$

Tab. 2: Průměrné prvkové složení lidského organismu

Prvek	%	Prvek	%	Prvek	%	Prvek	%
O	65	P	0,8 – 1,1	Mn	$3 \cdot 10^{-4}$	Zn	stopy
C	18	K	$3,5 \cdot 10^{-1}$	Cu	1,5	F	“
H	10	S	2,5	I	$4 \cdot 10^{-5}$	Ni	“
N	3	Cl	1,5	Co	4		
Ca	1,6-2,2	Na	1,5				
		Mg	$5 \cdot 10^{-2}$				
		Fe	$4 \cdot 10^{-3}$				

Funkce:

OCHN – nepostradatelné

O oxidace, C řetězení, H energetické hospodaření, N složka bílkovin

Ca – regulátor enzymatické aktivity, metabolismus kostí

P – přenašeč energie, metabolismus cukrů

Cl – chloridy v tekutinách

F – zpevňující opornou soustavu

S – bílkoviny

K – vnitrobuněčná tekutina

Na – mimobuněčná tekutina

Mg – nervosvalová dráždivost

Fe – oxidační děje – dýchací barvivo

Cu – enzymy, dýchací barvivo

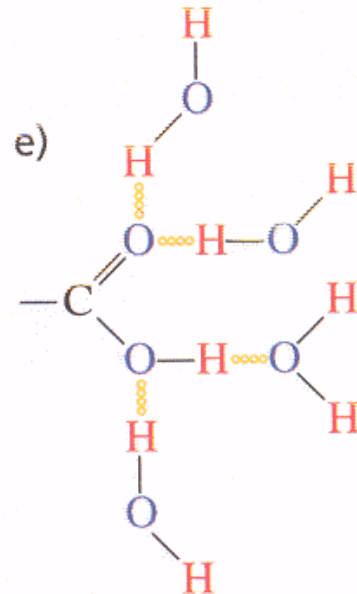
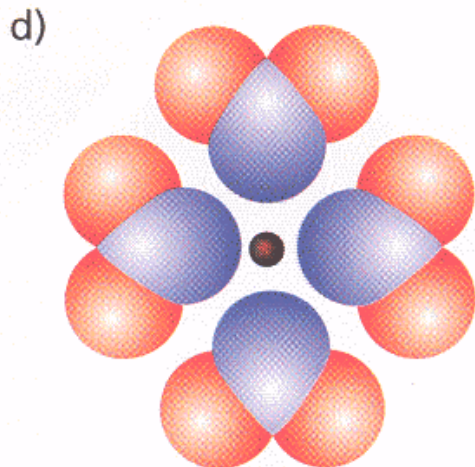
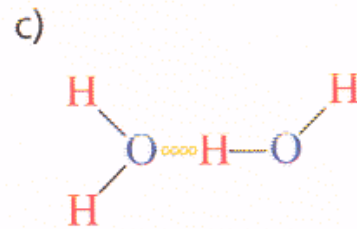
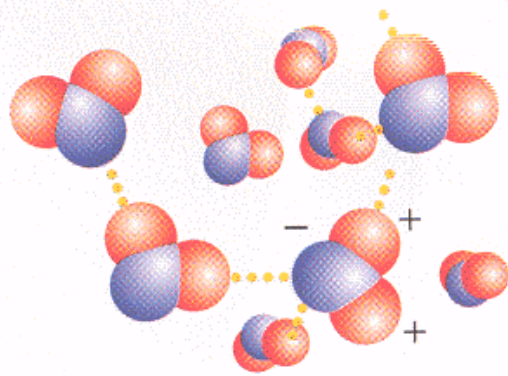
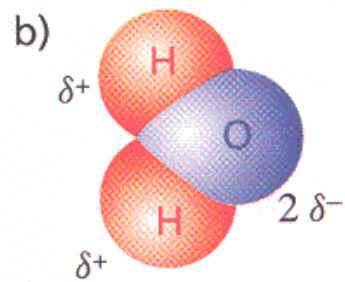
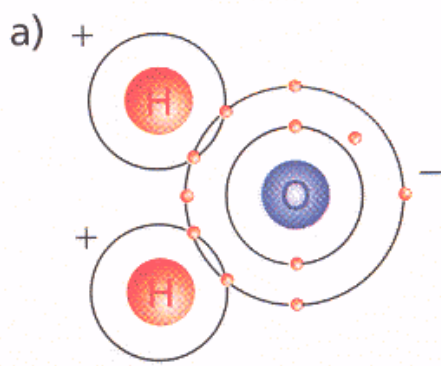
I – jodované tyroziny pro metabolismus

Br – inhibitor nervových procesů

Mn – aktivátor enzymů

Zn – inhibitor nukleotidáz

Co – krvetvorba, B12



Voda

**Základní substrát v živé hmotě.
Největší část těla organismů.**

- a) **Fylogenetickým vývojem se obsah vody snižuje**
- b) **Aktivní tkáně s větším obsahem vody**
- c) **Ontogenetickým vývojem se obsah vody snižuje**

Obr. 2.1 Polarita molekul vody a hydratace polárních částic: (a)(b) elektrická a geometrická asymetrie molekul vody (δ^+ a δ^- jsou přebytky kladného, resp. záporného náboje); (c) vodíková vazba mezi dvěma molekulami vody () a model dynamických agregátů molekul vody v kapalném skupenství; (d) hydratace kationtu Mg^{2+} (uprostřed); (e) hydratace karboxylové skupiny $-COOH$ vznikem vodíkových vazeb s molekulami vody.

Funkce vody:

1. Rozpouštědlo, ionizace solí, zásad, kyselin, osmotické jevy
2. Disperzní fáze pro koloidy (bílkoviny, glykogén)
3. Reakce prostředí (koncentrace H^+ a OH^- iontů)
4. Termoregulace živočichů

Přísun vody x ztráty vody

Tab. 3: Podíl vody v některých živočišných organismech

Organismus	Obsah vody (%)
Chobotnice	Až 99(?)
Trepka, medůza	90
Dešťovka	88
Pstruh	84
Skokan	80
Rak	74
Myš	67
Člověk	60 - 70

Tab. 4: Obsah vody v orgánech, tkáních a tělesných tekutinách dospělého člověka

Orgán, tkáň, tekutina	Obsah vody (%)
Tuk	25 – 30
Kosti	16 – 46
Játra	70
Kůže	72
Mozek – bílá hmota	70
Mozek – šedá hmota	84
Svaly	76
Srdce	79
Vazivo	60 – 80
Plíce	79
Ledviny	82
Krev	83
Krevní plazma	92
Žluč	86
Mléko	89
Moč	95
Slina	99,4
Pot	99,5

Anorganické soli

- a) rozpustné
- b) nerozpustné

Organické látky

Základ: řetězce atomů C (otevřené, cyklické)

Uhlovodíky – C a H, nepolární látky,
nerozpustné ve vodě, rozpustné v organických rozpouštědlech

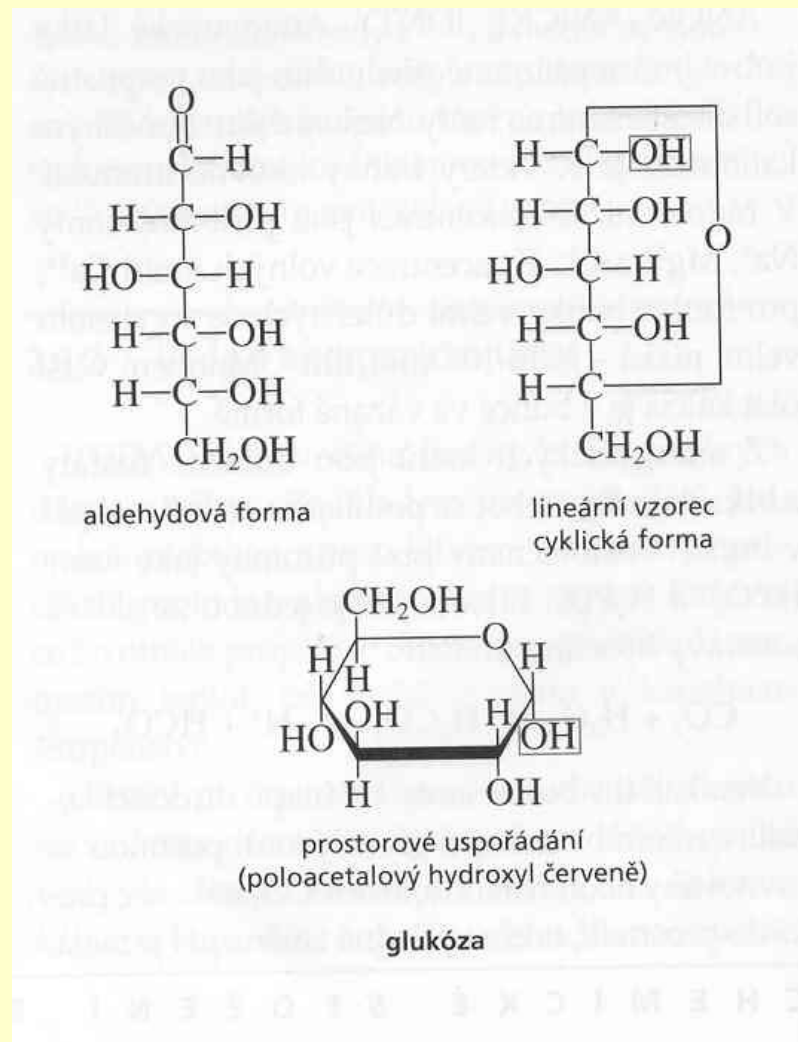
Polarita funkčních skupin – většina organických látek jedna a více funkčních skupin s polárními vlastnostmi (tj. schopnost tvorby vodíkových vazeb) nebo elektrolyticky disociovat.

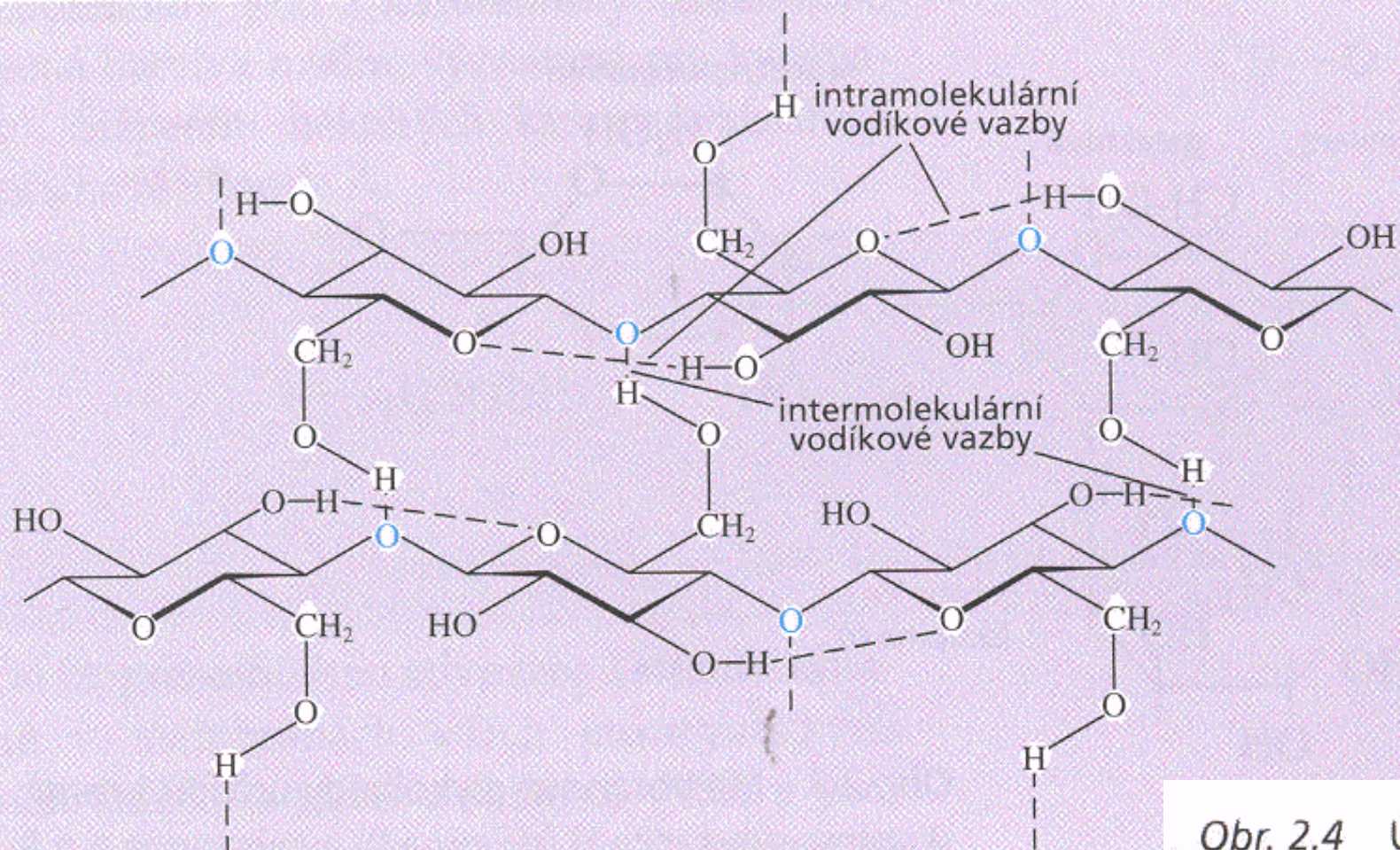
Cukry – sacharidy

Přirozené organické látky, většinou rostlinného původu. Odvozeny z polyalkoholů dehydrogenací jedné alkoholické (hydroxylové –OH) skupiny v karboxylovou (=O). Chemické vlastnosti v důsledku mnoha –OH polárních hydroxylových skupin. Triózy až heptózy, aminocukry.

Monosacharidy, disacharidy, polysacharidy.

Jednoduché cukry (glycidy) – –OH na každém C + aldehydická nebo ketonická skupina. Tato tvoří s –OH na vzdálenějším konci poloacetalovou vazbu – vzniká 5-i (6-i)členný cyklus s O. Místo původní karbox(n)ylové skupiny poloacetalový hydroxyl.





Obr. 2.4 Úseky dvou paralelních molekul celulózy. Intramolekulární vodíkové vazby udržují přímost řetězce, intermolekulární drží řetězce pohromadě.

Složitě cukry – kondenzace minimálně 2 a více molekul prostřednictvím reaktivního hydroxylylu

Složené cukry – s necukernou složkou

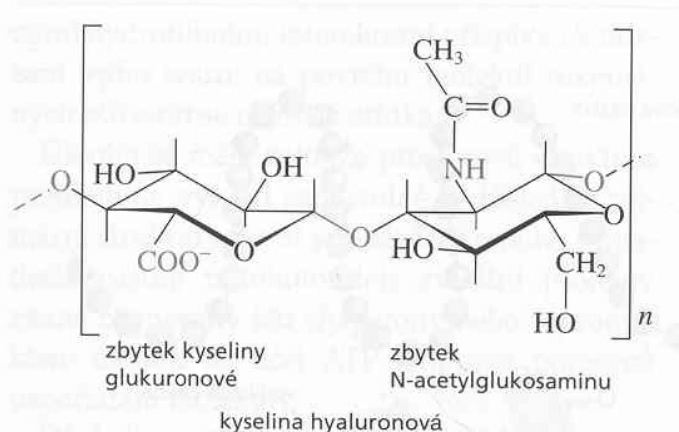
Pohotovostní **zdroj energie**, málo stavební látky. Příklady živočišných cukrů: glukóza, galaktóza (laktóza), glukózamin (► chitin), glykogen, heparin.

Glykosidy – kondenzace s necukernou složkou (aglykanem). Nestálost glykosidické vazby (v kyselém prostředí, enzymatické štěpení ...) i glukázami.

Oxidace na posledním C – karboxylové kyseliny – s vysokou polaritou – **kyselina glukuronová** svojí vazbou na málo polární látky zvyšuje jejich rozpustnost ve vodě a tím vylučovatelnost.

-COOH.

Monokarboxylové kyseliny – slabé, soli hydrolyzovány, malé rovnovážné množství nedisociovaných molekul. Di- a trikarboxylové kyseliny polárnější, v neutrálním roztoku se jako nedisociované nevyskytují.

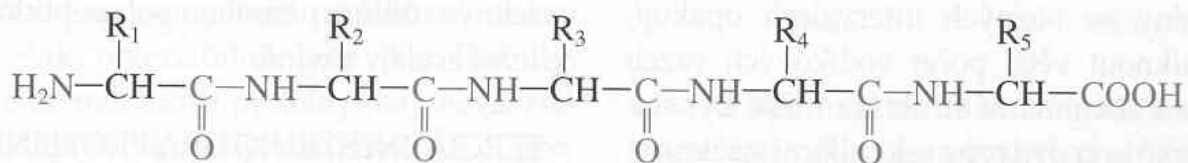
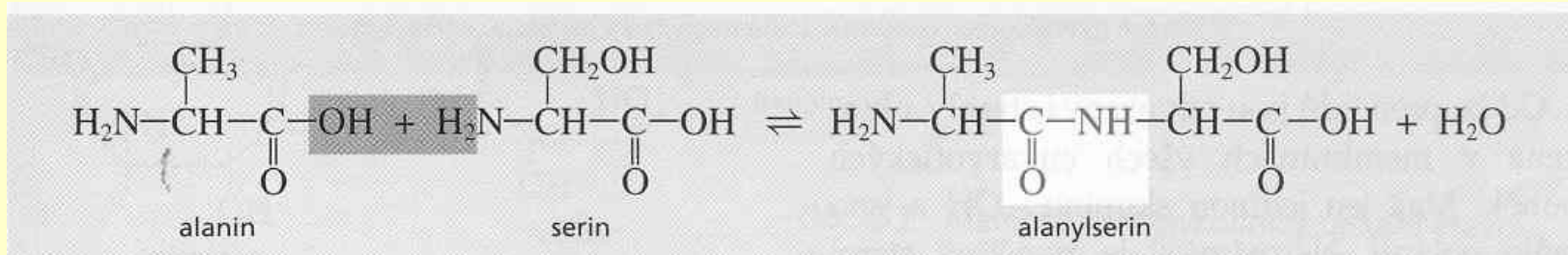


Aminokyseliny – proteiny – bílkoviny

jsou peptidy ze zbytků aminokyselin (Ak). Jejich vazba (peptidická v.) je spojení aminoskupiny (NH₂) a karboxylové skupiny (COOH) tj. (–NH – COO–).

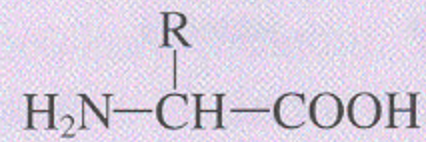
Řetěžením ztrácí tyto funkční skupiny význam a uplatňují se postranní řetězce s různými funkčními skupinami.

1 Ak (20) → **oligopeptidy** (<10 Ak-zbytků) → **polypeptidy** (10 – 100 Ak-zbytků) → **makropeptidy** = bílkoviny (>100 Ak-zbytků). Stejně jako u polysacharidů jsou bílkoviny nepolární.

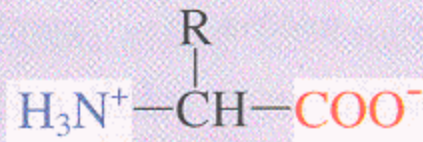


Protaminy (bazické polypeptidy s mnoho argininem v mlíčí).

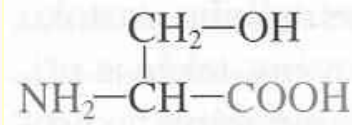
Peptidové hormony hypofýzy (ocytocin a vasopresin), slinivky břišní (insulin, glukagon). Antibiotika a jedy (penicilin aj., faloidin, amanitin)



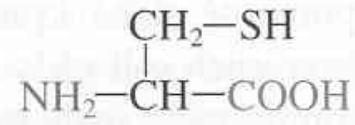
základní tvar



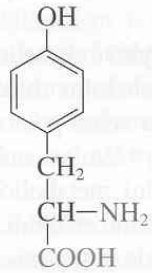
obojetný ion



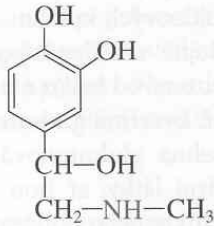
serin



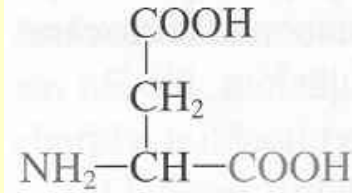
cystein



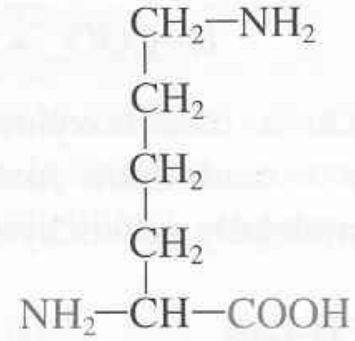
tyrozin



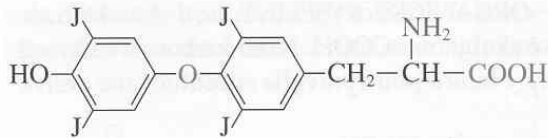
adrenalin



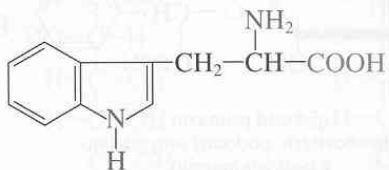
kyselina asparagová



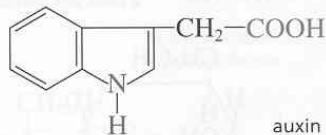
lyzin



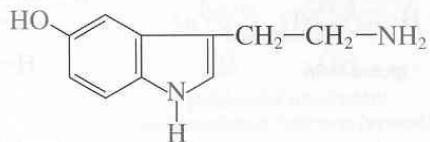
tyroxin (hormon štítné žlázy)



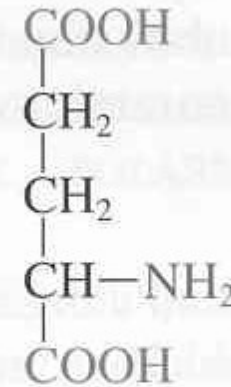
tryptofan



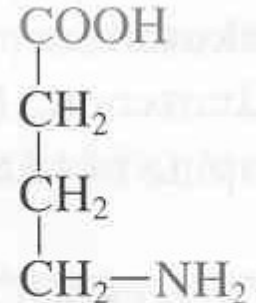
auxin



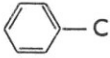
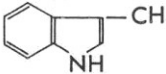

serotonin

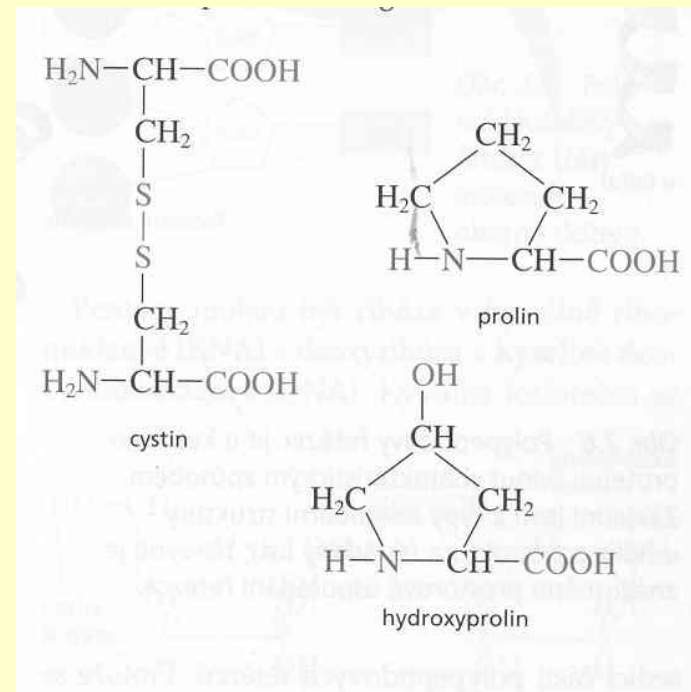


kyselina
glutamová



kyselina
 γ -aminomáselná

Název	Zkratka	R-	Typ
alanin	Ala	CH ₃ -	hydrofobní
leucin	Leu	$\begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{array} \text{CH}-\text{CH}_2-$	
isoleucin	Ile	$\begin{array}{l} \text{CH}_3-\text{CH}_2 \\ \text{CH}_3 \end{array} \text{CH}-$	
valin	Val	$\begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{array} \text{CH}-$	
prolin	Pro	$\begin{array}{l} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \quad \quad \text{NH} \end{array}$	
fenylalanin	Phe	 -CH ₂ -	
tryptofan	Trp	 -CH ₂ -	
methionin	Met	CH ₃ -S-CH ₂ -CH ₂ -	polární
glycin	Gly	H-	
serin	Ser	HO-CH ₂ -	
threonin	Thr	$\begin{array}{l} \text{CH}_3-\text{CH}- \\ \quad \quad \quad \text{OH} \end{array}$	
tyrosin	Tyr	HO-  -CH ₂ -	
asparagin	Asn	$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{N} \\ \quad \quad \quad \diagdown \\ \quad \quad \quad \text{C}-\text{CH}_2- \\ \quad \quad \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{O} \end{array}$	
glutamin	Gln	$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{N} \\ \quad \quad \quad \diagdown \\ \quad \quad \quad \text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \\ \quad \quad \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{O} \end{array}$	
cystein	Cys	HS-CH ₂ -	bazický
lysin	Lys	H ₂ N-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -	
arginin	Arg	$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \\ \quad \quad \quad \parallel \\ \quad \quad \quad \text{NH} \end{array}$	
histidin	His	$\begin{array}{l} \text{CH}=\text{C}-\text{CH}_2- \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{N} \quad \quad \text{NH} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \quad \quad \quad \text{CH} \end{array}$	kyselé
kyselina asparagová	Asp	HOOC-CH ₂ -	
kyselina glutamová	Glu	HOOC-CH ₂ -CH ₂ -	

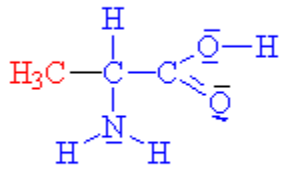


Esenciální (nepostradatelné) „lidské“ aminokyseliny:

Valin, leucin izo-, treonin, metionin, lyzin, arginin, tyrozin a tryptofan

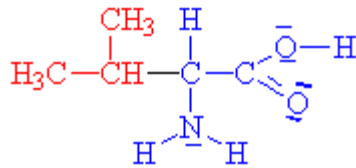
Aminokyseliny nepolární

alanin



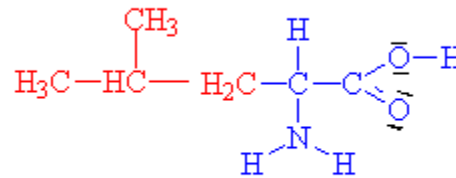
Ala A

valin



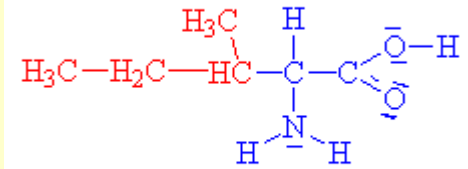
Val V

leucin



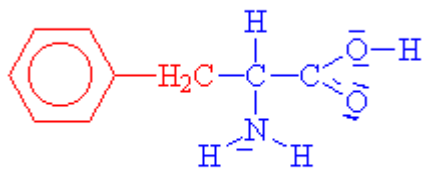
LEU L

isoleucin



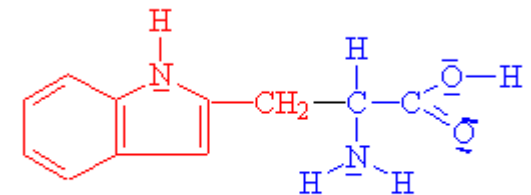
Ile I

fenylalanin



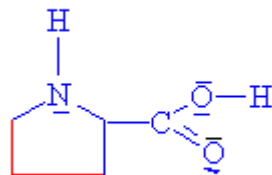
Phe F

tryptofan



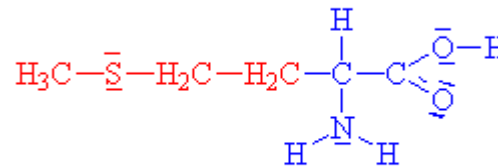
Trp W

prolin



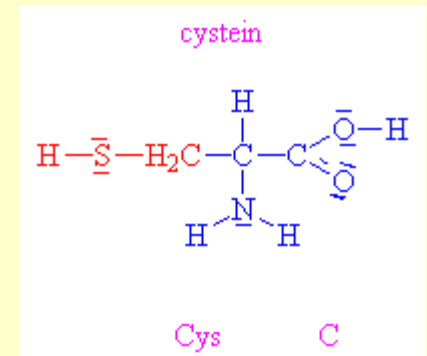
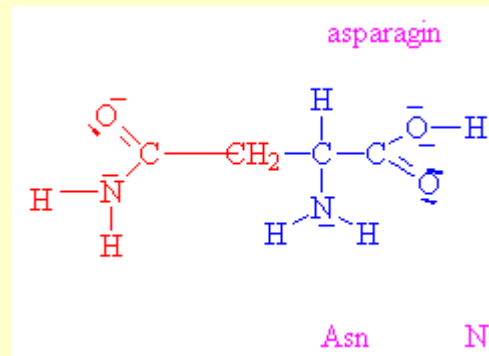
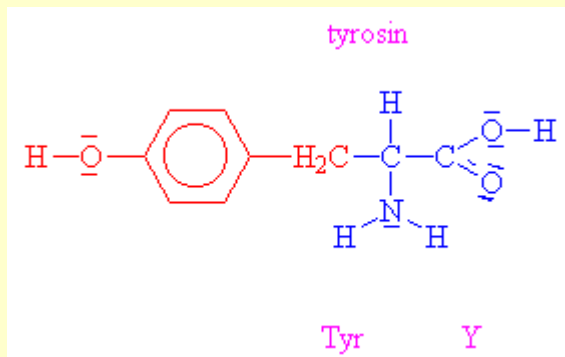
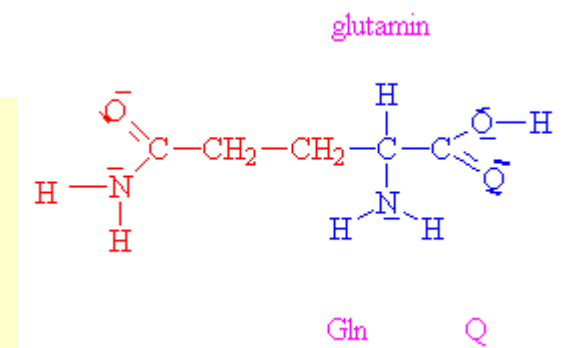
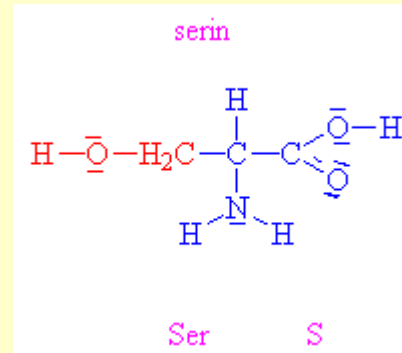
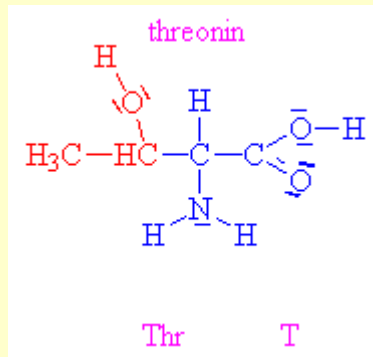
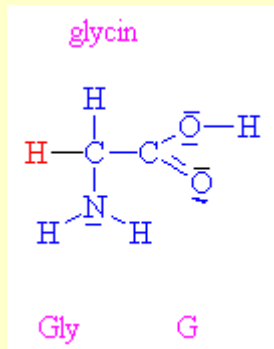
Pro P

methionin



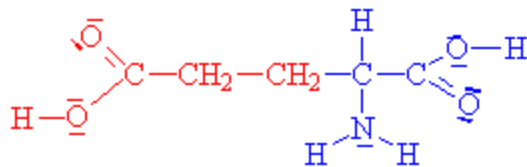
Met M

Aminokyseliny polární



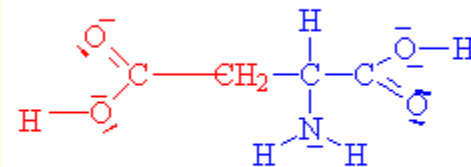
Aminokyseliny kyselé

kyselina glutamová



Glu E

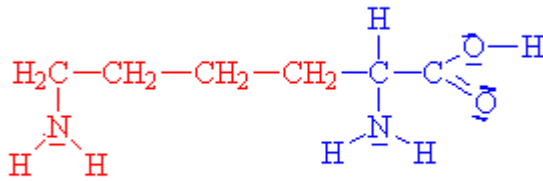
kyselina asparagová



Asp D

Aminokyseliny bazické

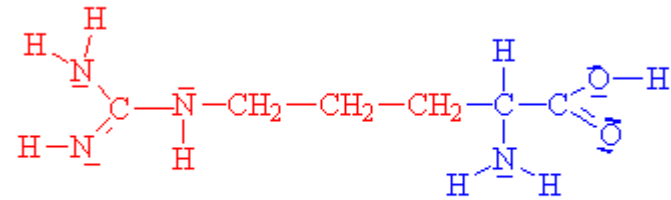
lysin



Lys

K

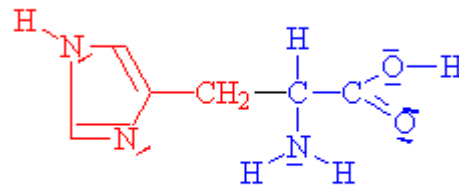
arginin



Arg

R

histidin



His

H

Primární struktura proteinů – posloupnost aminokyselin (kódovaných Ak, tj. určených genetickým kódem) v polypeptidovém řetězci.

Nekódované (nestandardní) Ak vznikají dodatečnou změnou kódovaných, např. dva zbytky cysteinu se spojují disulfidickou vazbou na cystin, hydroxylace

Sekundární struktura proteinu – prostorové uspořádání peptidického řetězce udržované vodíkovými můstky mezi karboxylovou a amino-skupinou

&-helix šroubovice

B-struktura skládaného listu

Terciární struktura – prostorové uspořádání dílčích úseků udržovaná vodíkovými můstky, elektrostatickými silami postranních skupin, disulfidickými vazbami.

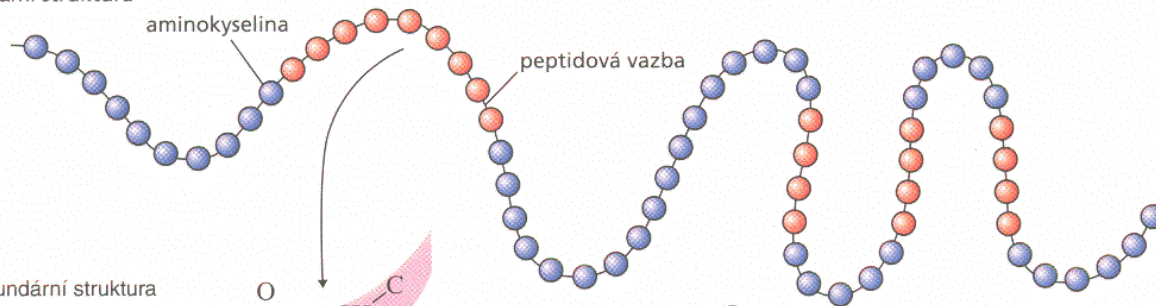
Význam: postranní řetězce nabývají jiné prostorové vztahy a vytváří ligandy, vazebná místa.

Denaturace proteinů – změna prostorové struktury se ztrátou vazebných případně katalytických vlastností tj. ztráta biologické aktivity). Vratná (mírná) versus nevratná denaturace. Přejít z vysoce uspořádaného stavu do stavu „náhodného“ klubka (snadnější štěpení)

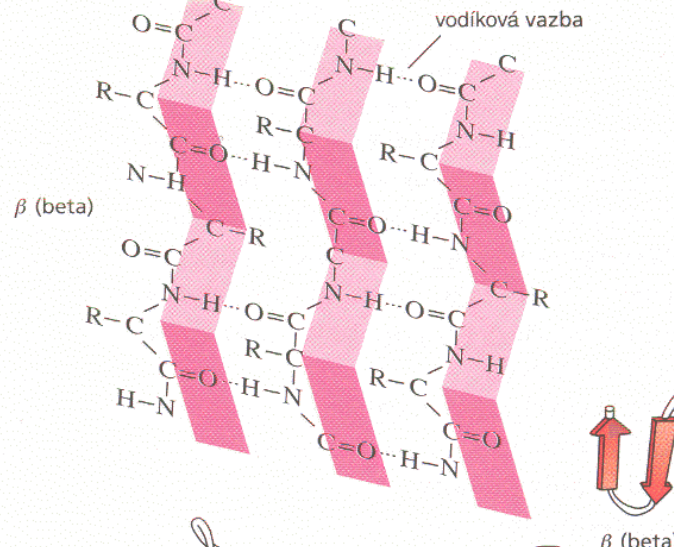
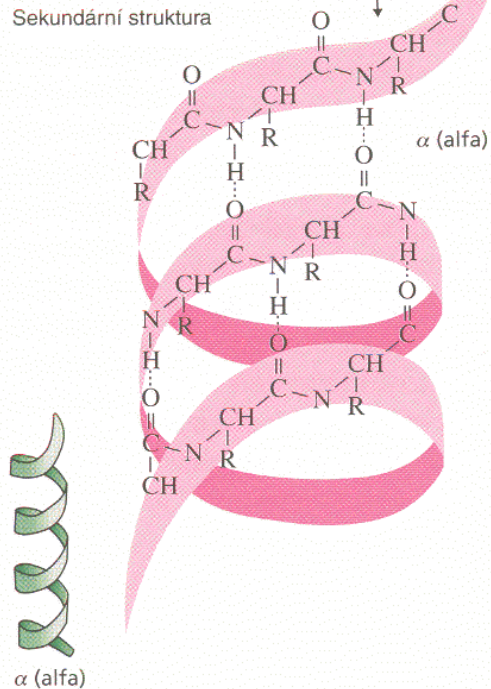
Globulární bílkoviny (sféropoteiny) – rozpustné koloidní látky s polárními skupinami. Protáhlé molekuly koloidu – značná viskozita“ stav **sol** – tekutý → stav **gel** polotuhý. Nerozpustné bílkoviny (skleropoteiny – fibrin, β -keratin, &-keratin, myosin, fibrinogen a kolageny).

Funkce bílkovin: **strukturální a stavební**, energetická, mechanicko-chemická, informační a regulační, obranná.

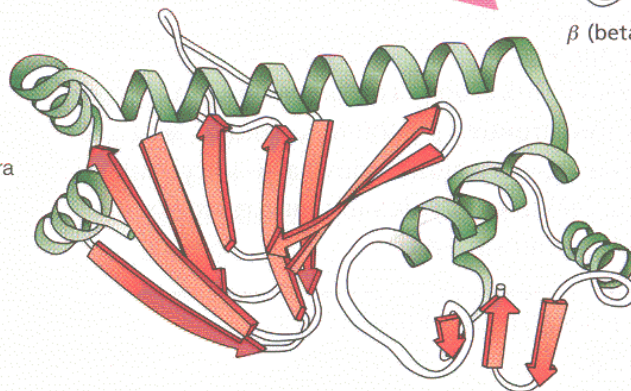
Primární struktura



Sekundární struktura



Terciární struktura



Obr. 2.6 Polypeptidový řetězec je u každého proteinu svinut charakteristickým způsobem. Základní jsou 2 typy sekundární struktury – α-helix a β-struktura (skládaný list); barevně je znázorněno prostorové uspořádání řetězce.

Obr. 2.7 Prostorové uspořádání, tzv. terciární struktura proteinů (červeně části s β-strukturou, zeleně části s α-strukturou).

Další dusíkaté látky

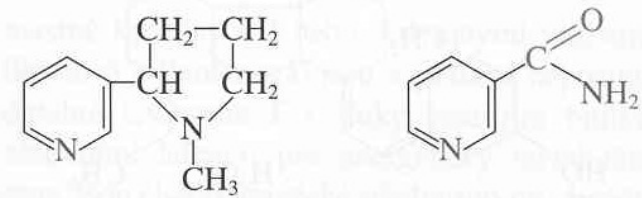
Alkaloidy – dusíkaté rostlinné sloučeniny většinou toxické pro živočichy.

Meziprodukt vzniku nikotinu tabáku amid kyseliny nikotinové (vitamin řady B) je složkou koenzymů NAD (nikotinamid-adenin-dinukleotid) a NADP (n...fosfát) pro přenos vodíku v buňce

Nukleotidy – trojsložková makroergní sloučenina (viz dál):

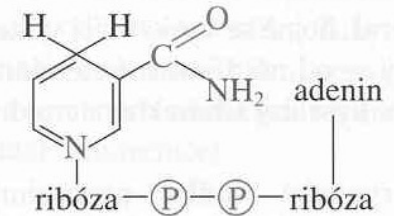
N-cyklická báze

- **pentóza** (ribóza nebo deoxyribóza)
- **kyselina hydrofosforečná** (mono až tri)

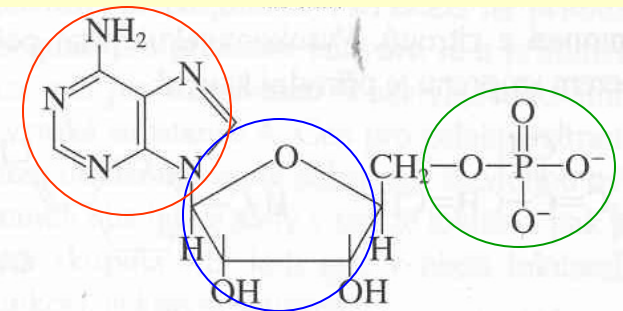


nikotin

nikotinamid



nikotinamid-adenin-dinukleotid
(redukováná forma)

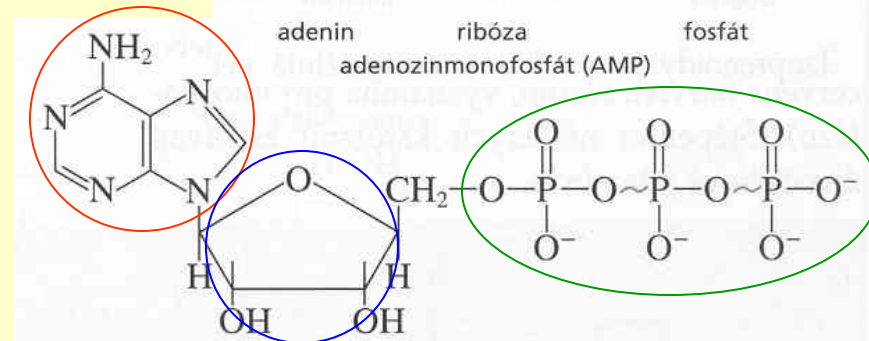


adenin

ribóza

fosfát

adenozinmonofosfát (AMP)

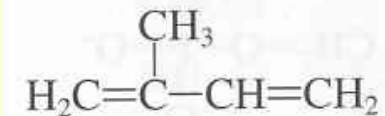


ná

adenozintrifosfát ATP

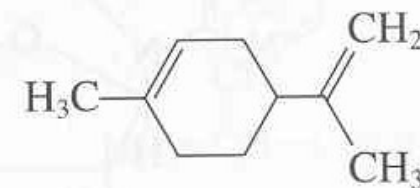
Další nepolární látky

Zmíněné **uhlovodíky** – hlavně rostlinného původu.
Odvozeny od **izoprenu** (2-metylbutadienu)



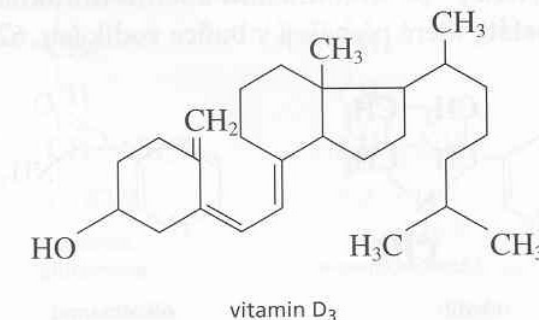
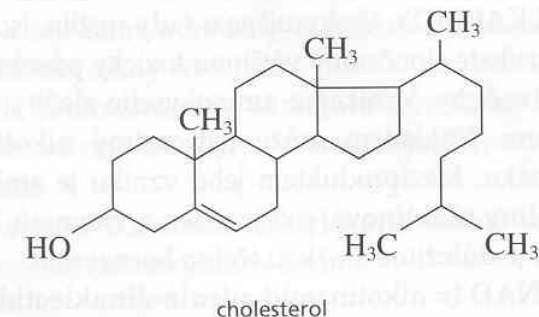
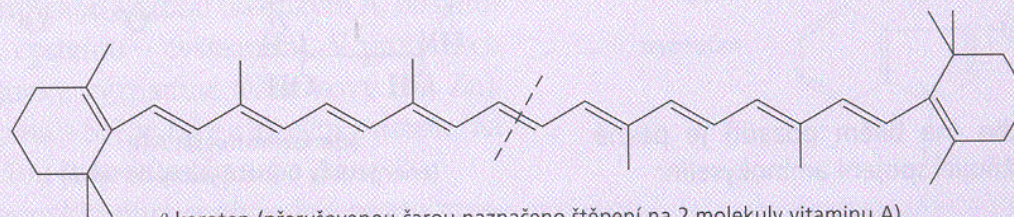
izopren

Izoprenoidy vznikají kondenzací nejméně dvou pětiuhlíkatých jednotek – viz limonen z citrusů.
Patří sem i karotenoidy (žlutá a červená barviva rostlin), významné i pro živočichy jako vitamin A.



limonen

Od izoprenoidů odvozujeme i málo polární **steroly**.
Živočišný **cholesterol** se vyskytuje v membránách.
Odvozují se od něj živočišné steroidní hormony, žlučové kyseliny i vitamin D.



LIPIDY

obecně jsou estery vyšších karboxylových kyselin (tuky, vosky, a složené lipidy jako fosfolipidy, lecitiny, kefaliny, sulf(on)amidy, steroly, glykolipidy, lipoproteidy aj.

Tuky jsou estery vyšších mastných kyselin (MK) a glycerolu. Nerozpustné ve vodě, nezbytná součást výživy živočichů, dlouhodobý a zásobní zdroj energie. Nasycené a nenasycené MK (s dvojnými vazbami). Nízký obsah kyslíku v molekule tuku.

Vosky – estery jednosytných víceuhlíkatých alkoholů a MK. Stálejší než tuky. Rostlinné i živočišné vosky (včelí v. – myricin – ester k palmitové s myricialkoholem $C_{30}H_{61}OH$).

Mastné kyseliny MK:

Nasyčené:

Másečná	4C		máslo (3-4 %)
Kapronová	6C		máslo, kozí mléko, kokosový olej, palmový olej
Kaprylová	8C		dtto
Kaprynová	10C		dtto
Laurová	12C		tuk: vavřínový (35), kokosový (<50), palmový ořech
Myristová	14C		palmový olej (<47), kokos (<18), vorvaní tuk (16)
Palmitová	16C		palmový tuk (<47), bavlněný olej (<23), kostní tuk (20), máslo(<29), sádlo (vepř. <32, hovězí <33)
Stearová	18C		lůj (<29), kost.t. (20), sádlo(<16), máslo(<11), palmový o.(<8)
Arachová	20C		olej podzemnicový (<4), řepkový olej
behenová, lignocerová, feritová			

Nenasycené:

Palmitoolejová	16C	II	rybí olej, máslo (4)
Olejová	18C	II	všechny oleje (80), tuky (30-50)
Eruková	22C	II	olej řepkový (45-55), hořčičný(>30)
Linolová	18C	II.II	o.(±50): lněný, mak., slunečnic.
Linolenová	18C	II.II.II	o. vysýchavé: (lněný, konopný)
Eleostearová	18C	II.II.II.II.	dtto (čín.dřev.)
Arachidonová	20C	II.II.II.II.	jaterní tuky, fosfolipidy
Klupanodonová	22C	II.II.II.II.II	rybí olej, fosfolipidy

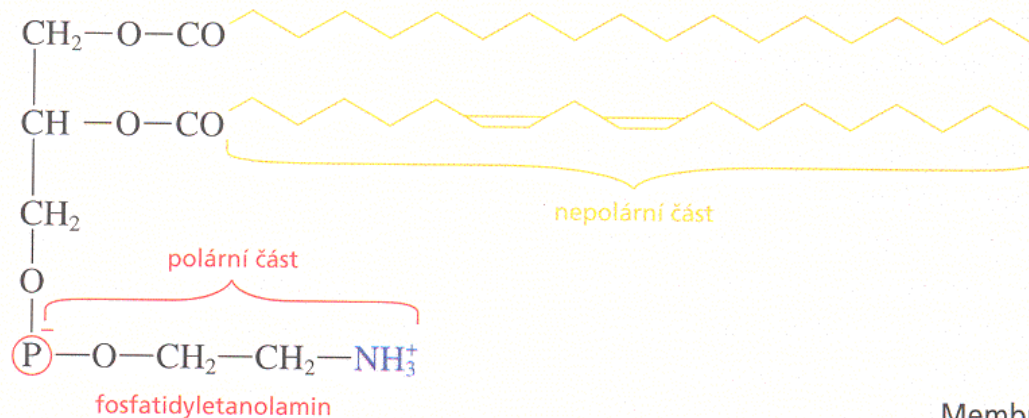
K. linolová, linoleová a arachidonová nepostradatelné (esenciální) – vitamín „F“

Membránové lipidy – stavbou podobné tukům: dva dlouhé nepolární řetězce a silně polární skupina.

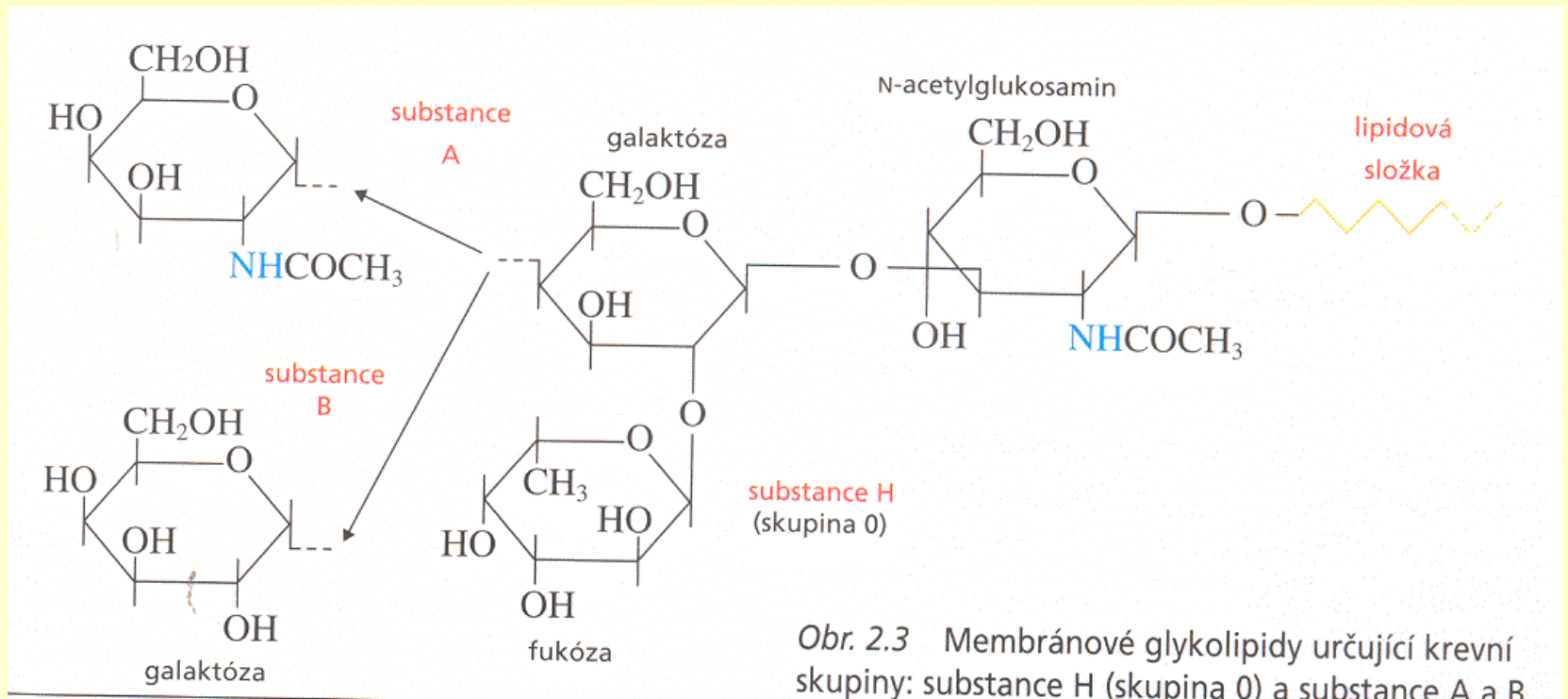
Fosfolipidy – zbytek kyseliny trihydrofosforečné s malou polární organickou molekulou (třeba cholin)

Glykolipidy – hexóza nebo polysacharid, s trisacharidem

N-acetylglukosamin-galaktoza-fukóza (0) jsou součástí krevních skupin



Membránový fosfolipid.



Nukleové kyseliny

mají také nerozvětvený řetězec z **nukleotidů**.

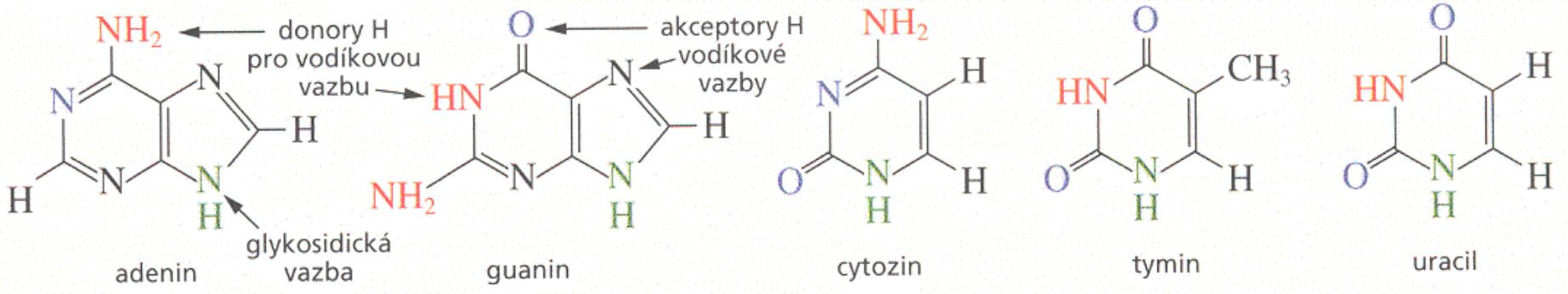
Základ nukleotidu tvoří cukr – **pentóza** (ribóza pro RNA nebo deoxyribóza pro DNA), **fosfát** (zbytek kyseliny fosforečné) a postranní (komplementární) **dusíkaté báze**

Purinové:	adenin A	guanin G
Pyrimidinové:	tymin T	cytozin C
	(uracyl U)	

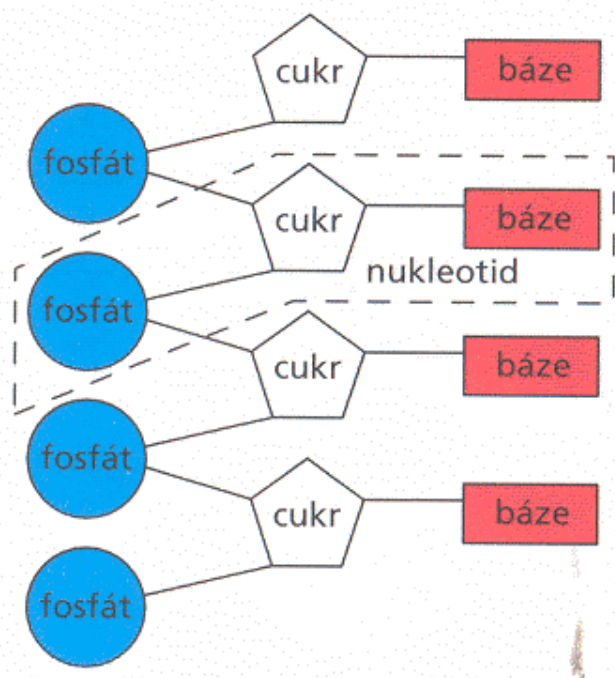
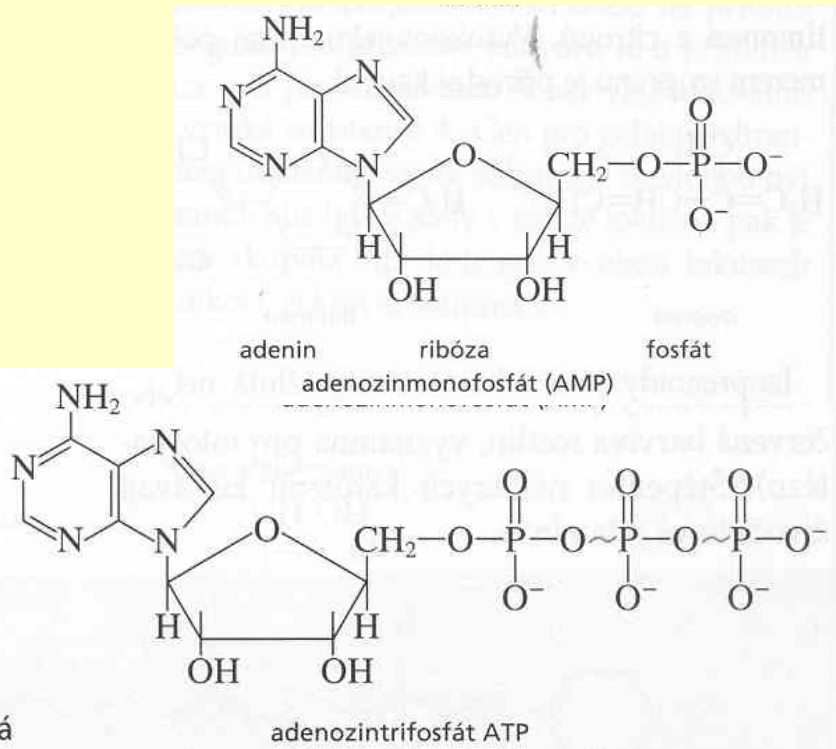
Dvouřetězcový útvar mezi komplementárními řetězci s vazbami komplementárních bází je stočený do **dvoušroubovice**. Řetězce jsou **antiparalelní**. Stabilní. Denaturací se oba řetězce oddělí (tají).

RNA: většinou jednořetězcová (někdy intramolekulární komplementární sekvence), méně dvouřetězcová

DNA: jedno – čtyřřetězcová. Viry: jedno- a dvouřetězcová, buňky dvouřetězcová v podobě **dvoušroubovice**



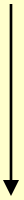
Makroergní nukleotidy (pro srovnání)



Obr. 2.8 Polynukleotidový řetězec (část molekuly) – obecné složení.

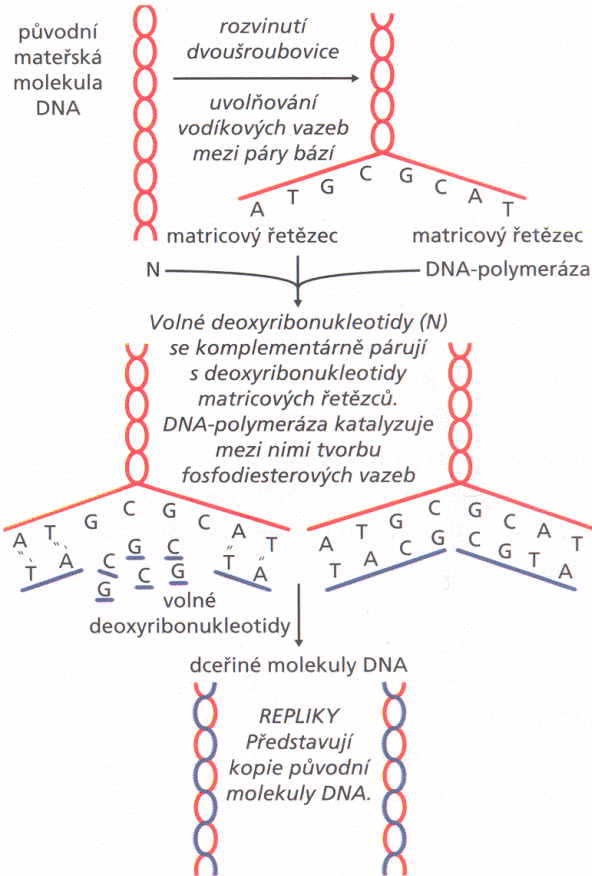
K čemu?

Replikace

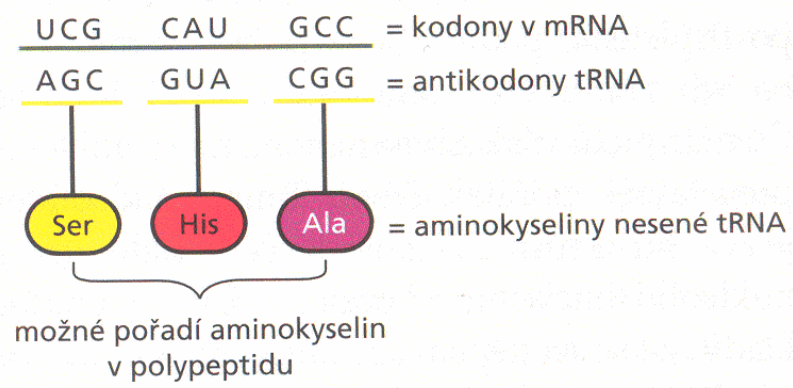
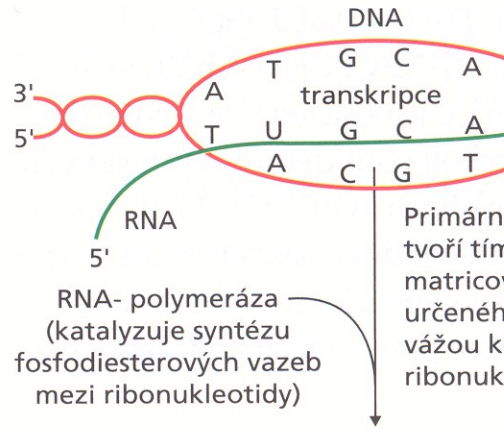


transkripce →

Obr. 2.72 Schéma semikonzervativní replikace DNA.

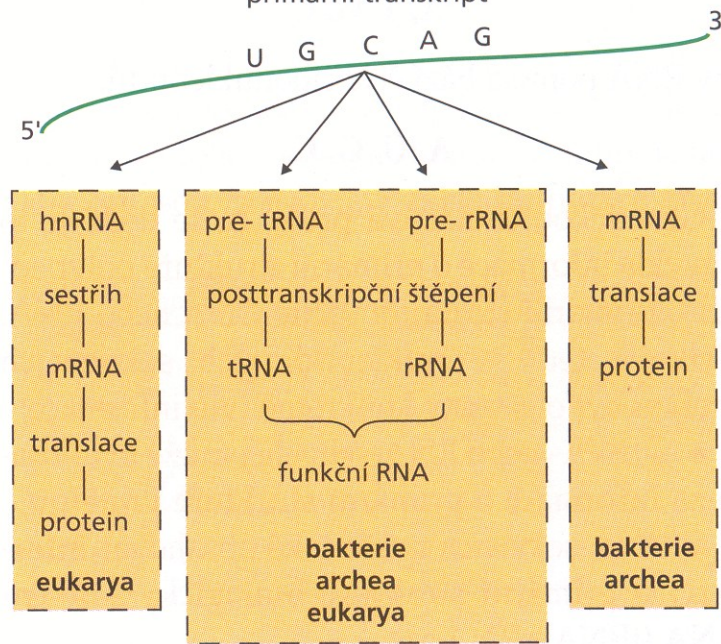


Obr. 2.73 Primární transkripty.



Transferová RNA rozeznává svým antikodonem v mRNA kodon pro aminokyselinu, kterou nese. Jinými slovy čte genetickou informaci v mRNA a překládá ji do pořadí aminokyselin v polypeptidovém řetězci.

výsledná translace



Primární transkript působí jako mRNA jen u bakterií a archeí. U eukaryot se mRNA většinou vytvoří sestřihem primárního transkriptu.

Všechny funkční RNA, které nepodléhají translaci, vznikají štěpením primárního transkriptu na segmenty.