

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 form.)

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

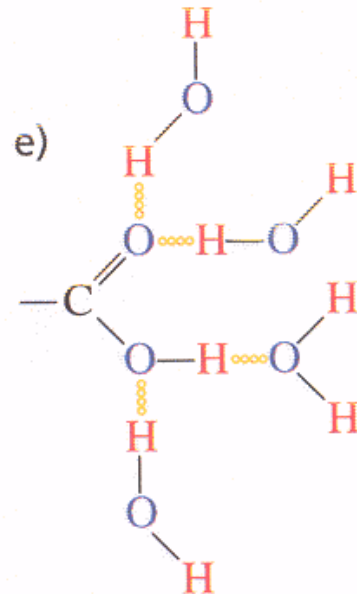
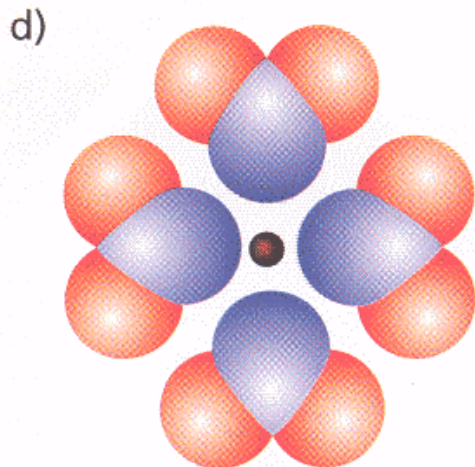
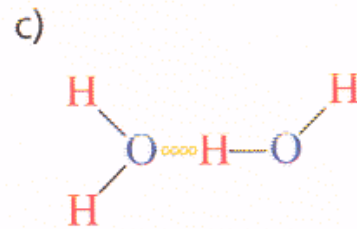
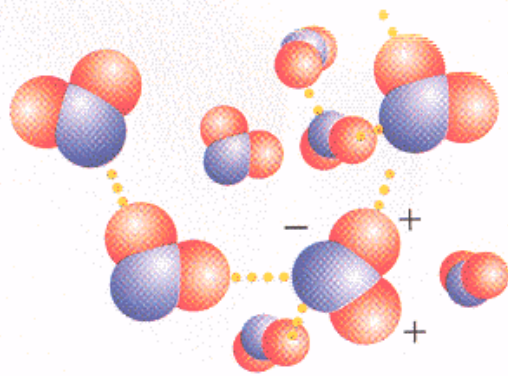
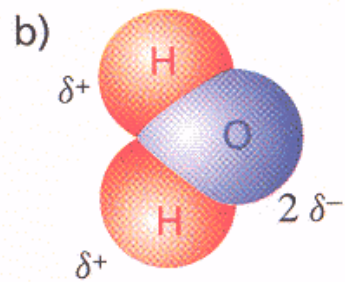
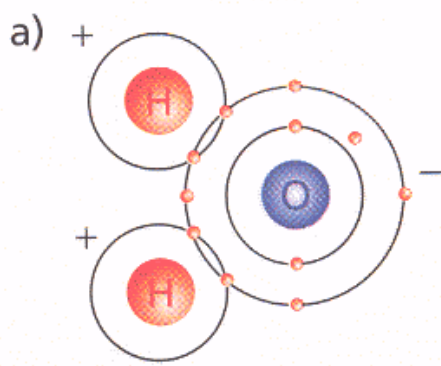
I – jodované tyroziny pro metabolismus

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, medúza	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

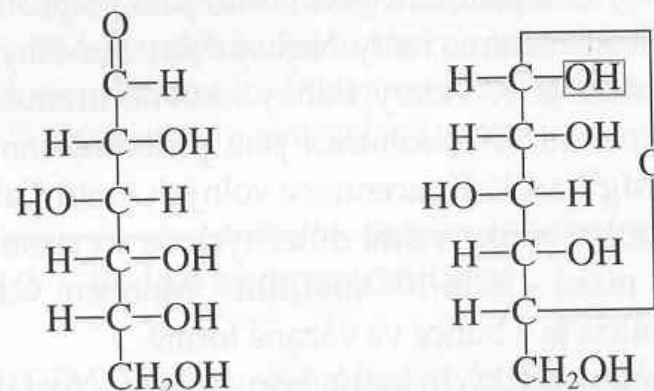
Polarita funkčních skupin – většina organických látek jedna a více funkčních skupin s polárními vlastnostmi (tj. schopnost tvorby vodíkových vazeb) nebo elektrolyticky disociovat.

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.

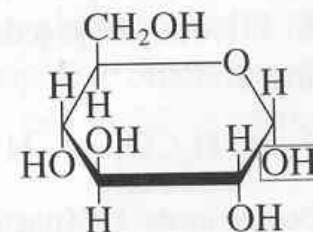
Monosacharidy, disacharidy, polysacharidy.

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.



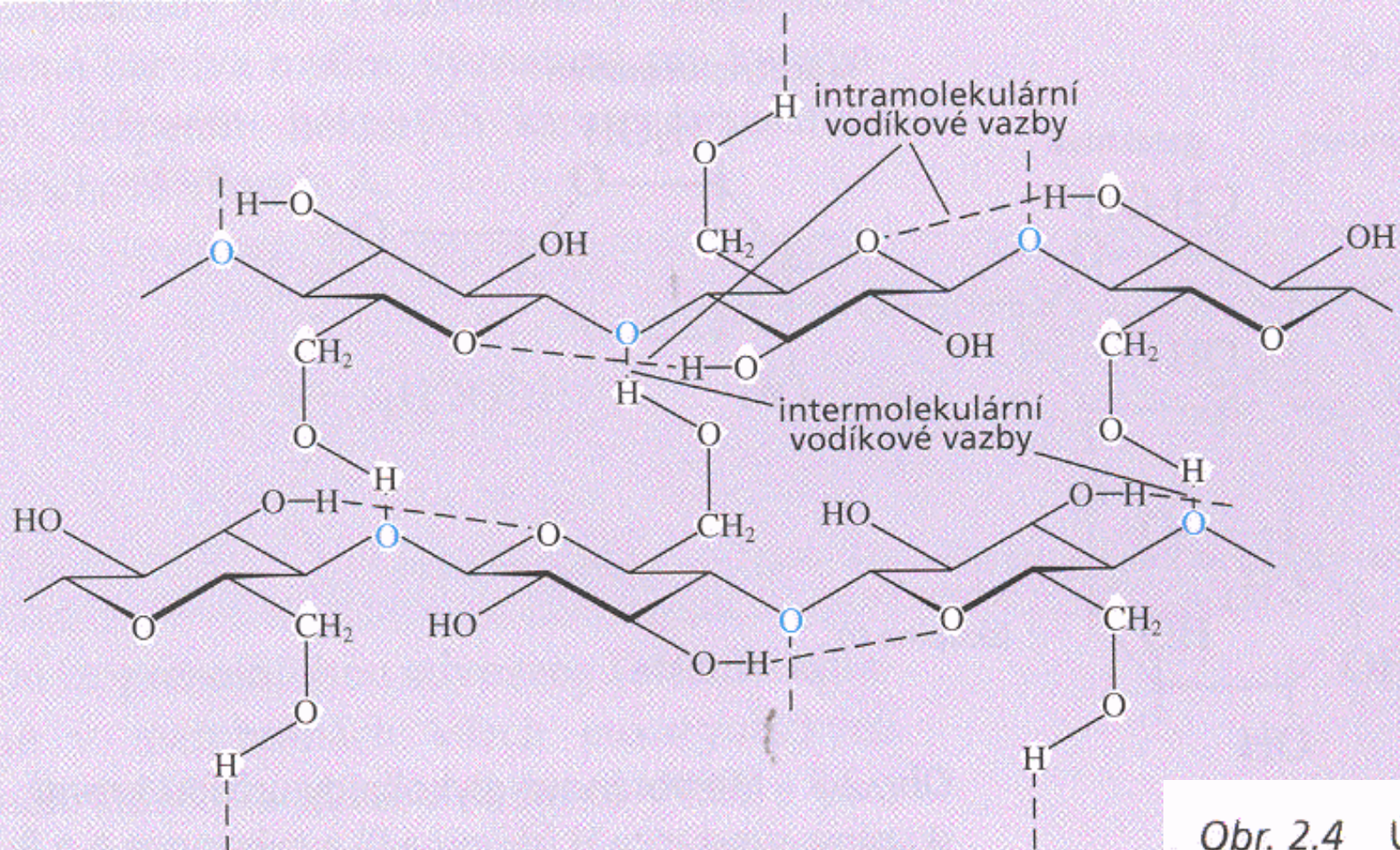
aldehydová forma

lineární vzorec
cyklická forma



prostorové uspořádání
(poloacetalový hydroxyl červeně)

glukóza



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

Složité cukry - kondenzace minimálně 2 a více molekul prostřednictvím reaktivního hydroxylylu

Složené cukry – s necukernou složkou

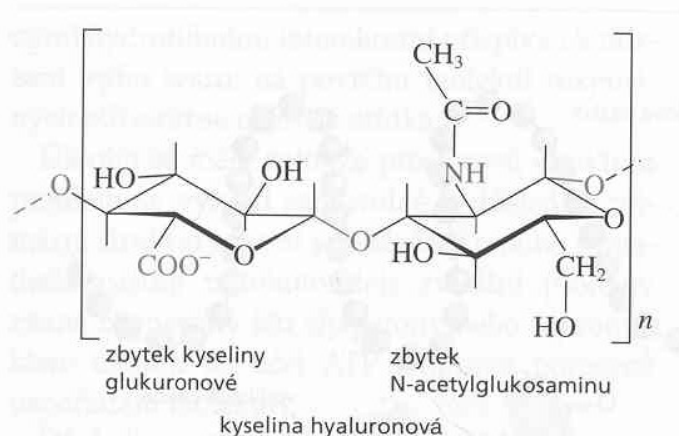
Pohotovostní **zdroj energie**, málo stavební látky. Příklady živočišných cukrů: glukóza, galaktóza (laktóza), glukózamin (► chitin), glykogen, heparin.

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.

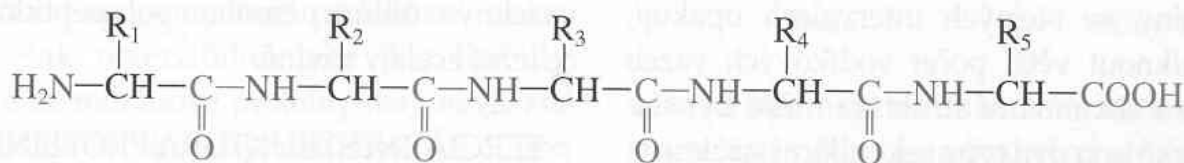
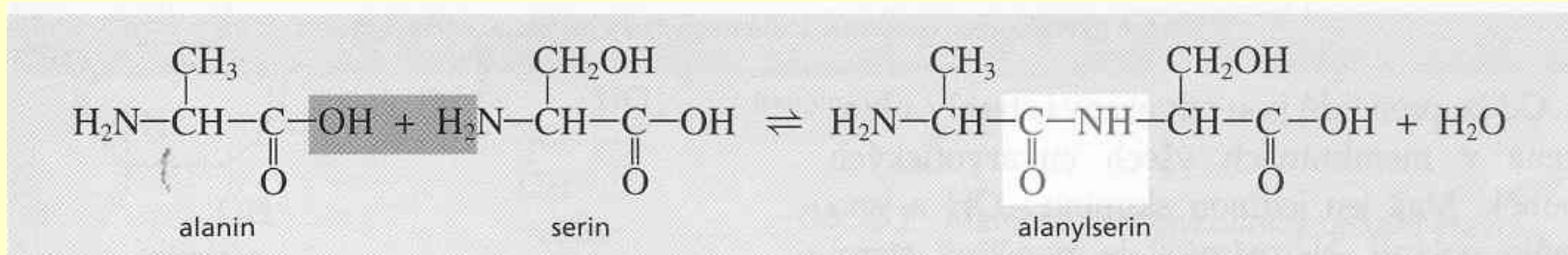


Aminokyseliny – proteiny – bílkoviny

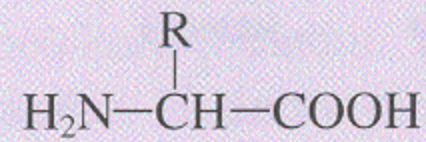
jsou peptidy ze zbytků aminokyselin (Ak). Jejich vazba (peptidická v.) je spojení aminoskupiny (NH₂) a karboxylové skupiny (COOH) tj. (–NH – COO–).

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

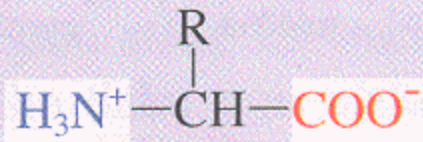
1 Ak (20) → **oligopeptidy** (<10 Ak-zbytků) → **polypeptidy** (10 – 100 Ak-zbytků) → **makropeptidy** = bílkoviny (>100 Ak-zbytků). Stejně jako u polysacharidů jsou bílkoviny nepolární.



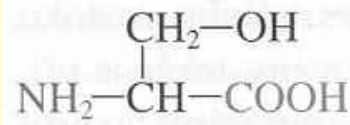
Protaminy (bazické polypeptidy s mnoho argininem v mlíčí). **Peptidové hormony** hypofýzy (ocytocin a vasopresin), slinivky břišní (insulin, glukagon). Antibiotika a jedy (penicilin aj., faloidin, amanitin)



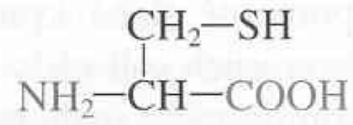
základní tvar



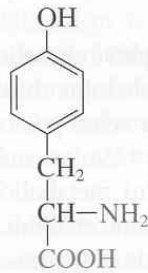
obojetný ion



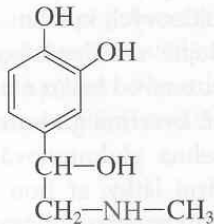
serin



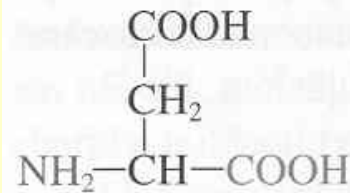
cystein



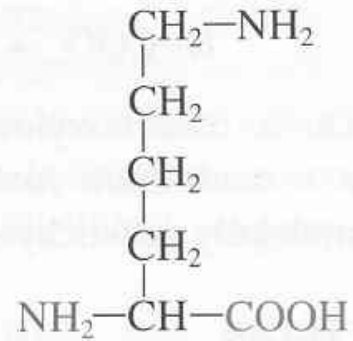
tyrozin



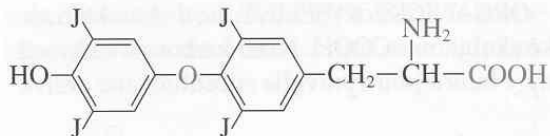
adrenalin



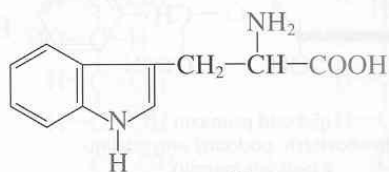
kyselina asparagová



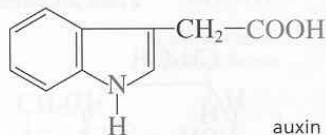
lyzin



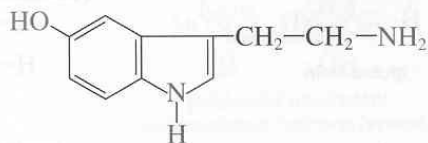
tyroxin (hormon štítné žlázy)



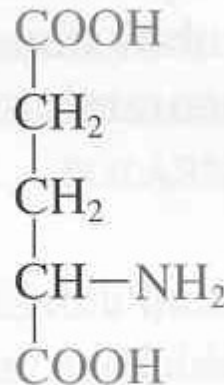
tryptofan



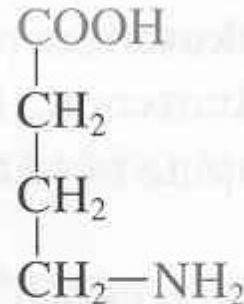
auxin



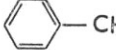
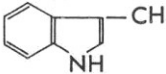

serotonin

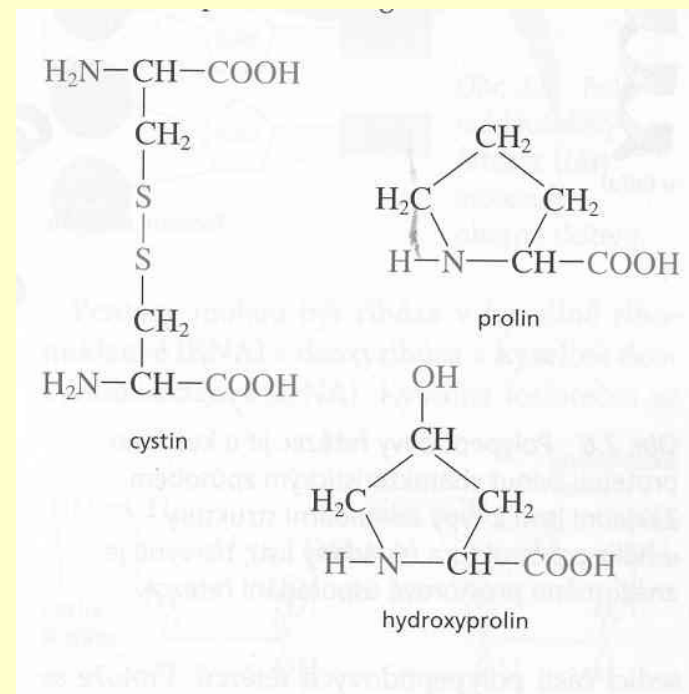


kyselina glutamová



kyselina γ -aminomáselná

Název	Zkratka	R—	Typ
alanin	Ala	CH ₃ —	hydrofobní
leucin	Leu	$\begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	
isoleucin	Ile	$\begin{array}{l} \text{CH}_3-\text{CH}_2 \\ \\ \text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	
valin	Val	$\begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}- \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$	
prolin	Pro	$\begin{array}{c} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH} \end{array}$	
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	$\begin{array}{c} \text{CH}_3-\text{CH}- \\ \\ \text{OH} \end{array}$	
tyrosin	Tyr	HO—  —CH ₂ —	
asparagin	Asn	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} \\ \\ \text{C}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{O} \end{array}$	
glutamin	Gln	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N} \\ \\ \text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \\ \\ \text{O} \end{array}$	
cystein	Cys	HS—CH ₂ —	bazický
lysin	Lys	H ₂ N—CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —CH ₂ —	
arginin	Arg	$\begin{array}{c} \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \\ \\ \text{NH} \end{array}$	
histidin	His	$\begin{array}{c} \text{CH}=\text{C}-\text{CH}_2- \\ \quad \\ \text{N} \quad \text{NH} \\ \\ \text{CH} \end{array}$	kyselé
kyselina asparagová	Asp	HOOC—CH ₂ —	
kyselina glutamová	Glu	HOOC—CH ₂ —CH ₂ —	

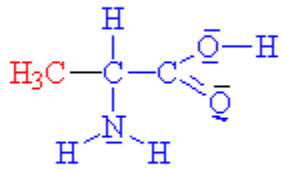


Esenciální (nepostradatelné) „lidské“ aminokyseliny:

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

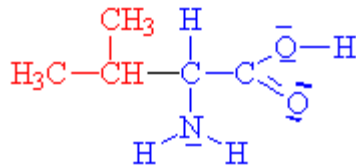
Aminokyseliny nepolární

alanin



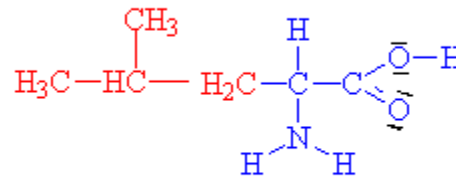
Ala A

valin



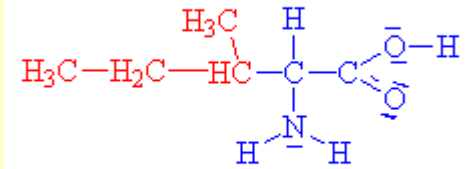
Val V

leucin



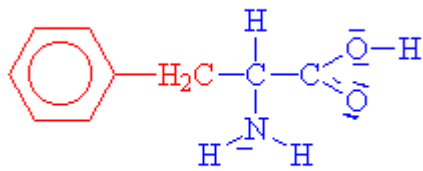
LEU L

isoleucin



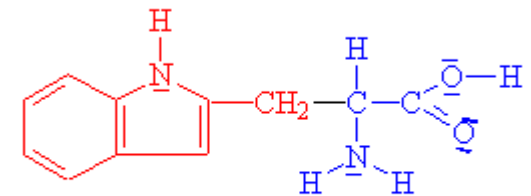
Ile I

fenylalanin



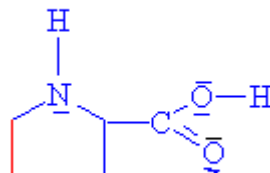
Phe F

tryptofan



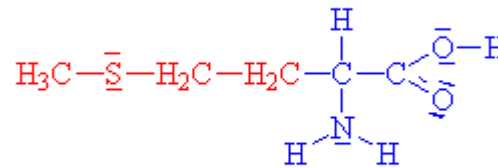
Trp W

prolin



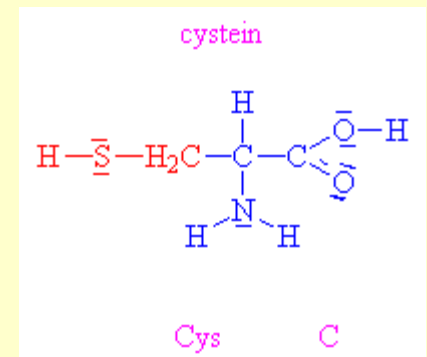
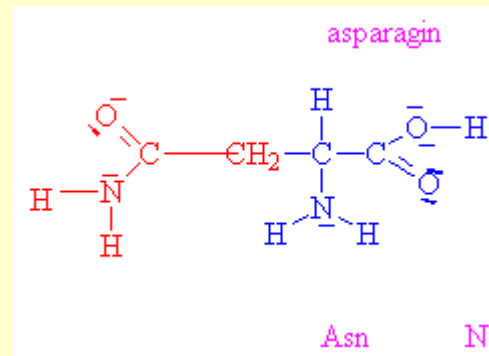
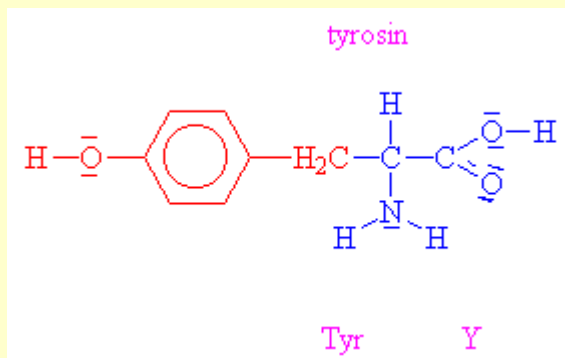
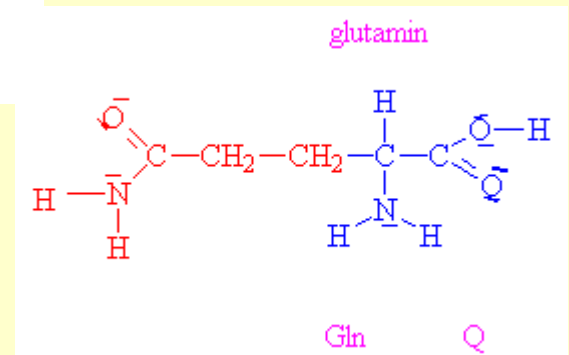
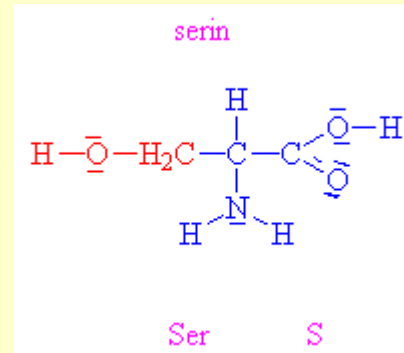
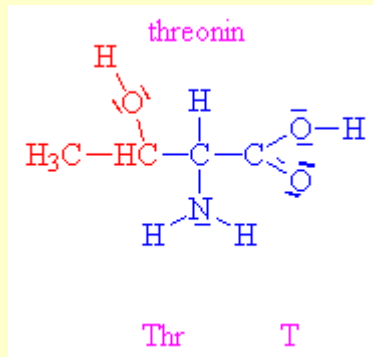
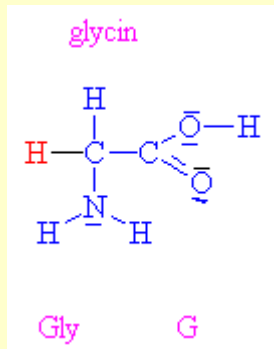
Pro P

methionin



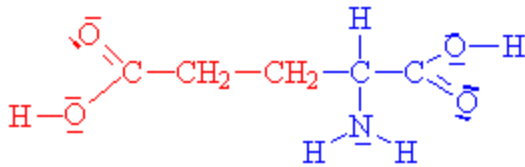
Met M

Aminokyseliny polární



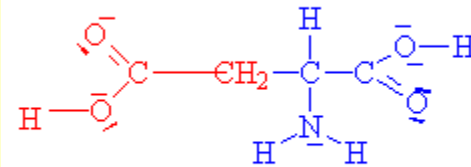
Aminokyseliny kyselé

kyselina glutamová



Glu E

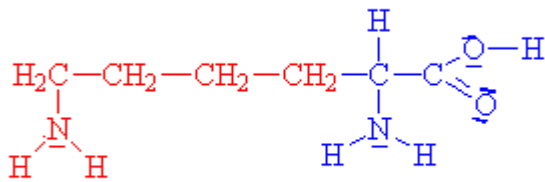
kyselina asparagová



Asp D

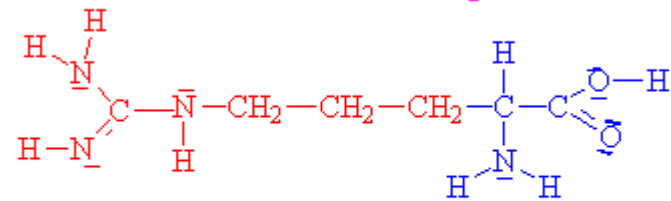
Aminokyseliny bazické

lysin



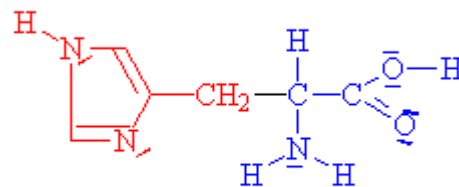
Lys K

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.

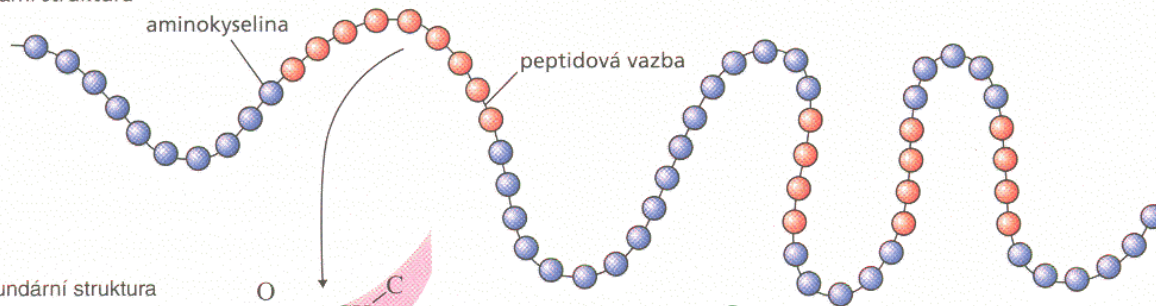
Význam: postranní řetězce nabývají jiné prostorové vztahy a vytváří ligandy, vazebná místa.

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)

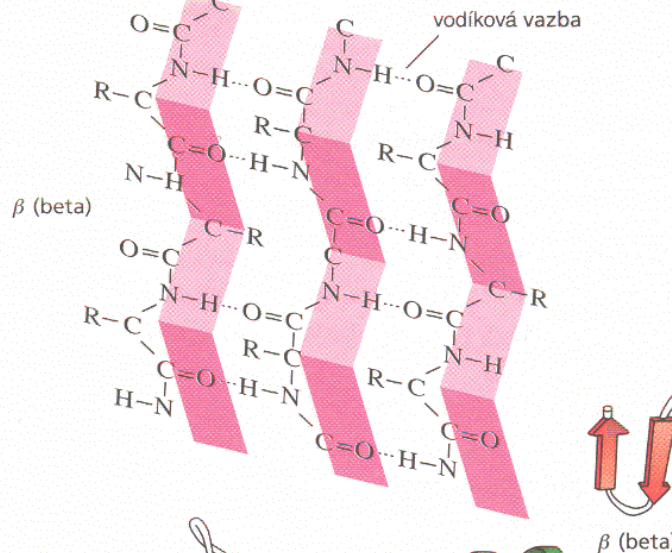
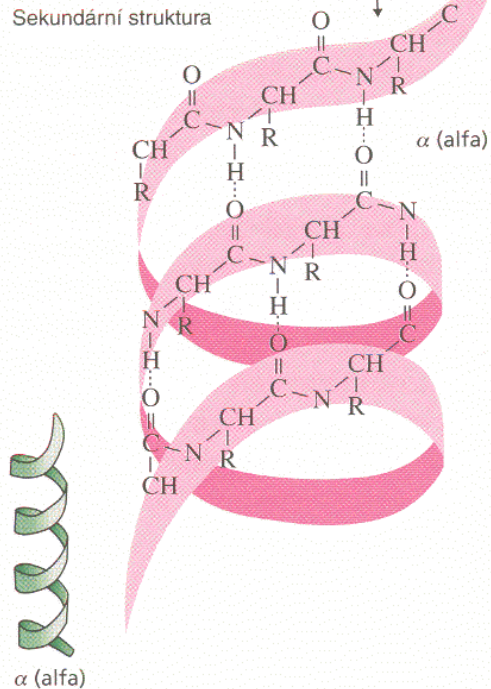
Globulární bílkoviny (sféropoteiny) - rozpustné koloidní látky s polárními skupinami. Protáhlé molekuly koloidu – značná viskozita“ stav **sol** – tekutý → stav **gel** polotuhý. Nerozpustné bílkoviny (skleropoteiny – fibrin, β -keratin, &-keratin, myosin, fibrinogen a kolageny).

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

Primární struktura



Sekundární struktura



Terciární struktura



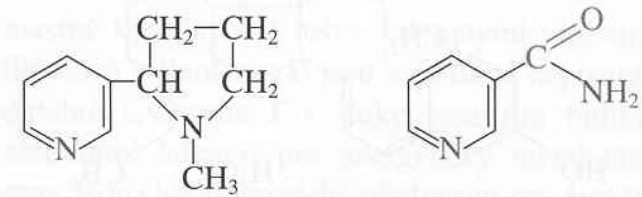
Obr. 2.6 Polypeptidový řetězec je u každého proteinu svinut charakteristickým způsobem. Základní jsou 2 typy sekundární struktury – α -helix a β -struktura (skládaný list); barevně je znázorněno prostorové uspořádání řetězce.

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

Další dusíkaté látky

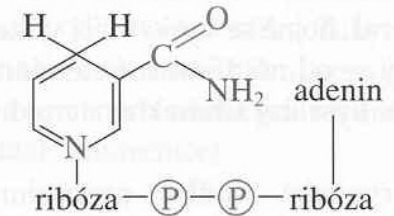
Alkaloidy - dusíkaté rostlinné sloučeniny většinou toxické pro živočichy.

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



nikotin

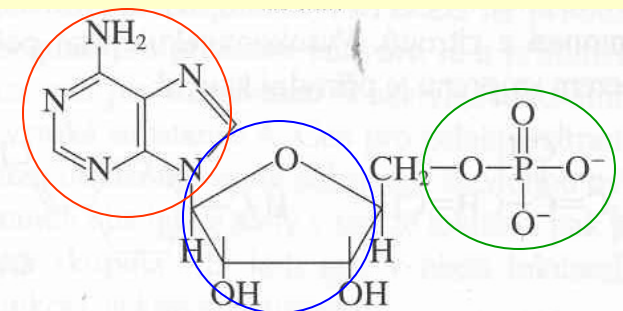
nikotinamid



nikotinamid-adenin-dinukleotid (redukována forma)

Nukleotidy – trojsložková makroergní sloučenina (viz dál):

- **N-cyklická báze** (viz nukleové kysel.)
- **pentóza** (ribóza nebo deoxyribóza)
- **kyselina hydrofosforečná** (mono až tri)

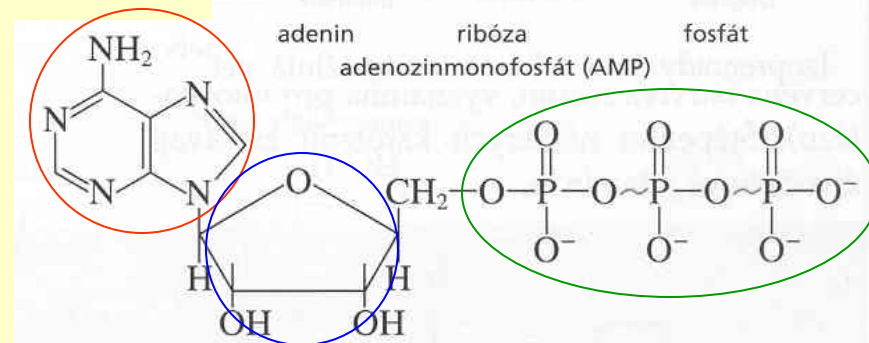


adenin

ribóza

fosfát

adenozinmonofosfát (AMP)

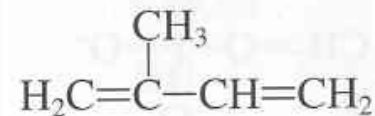


ná

adenozintrifosfát ATP

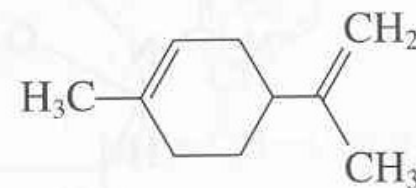
Další nepolární látky

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



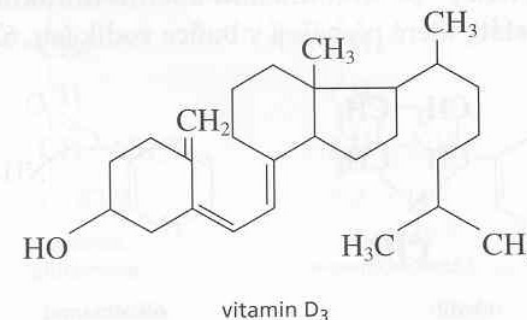
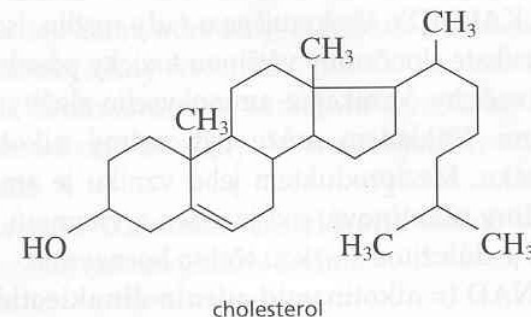
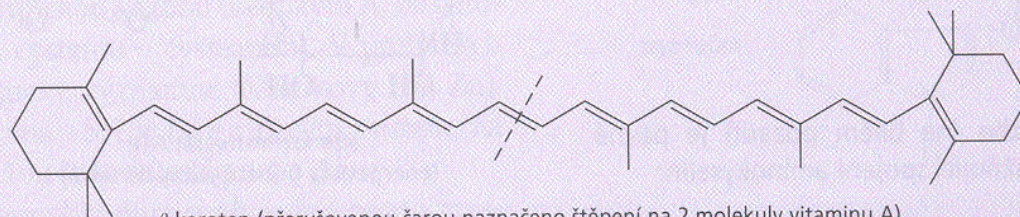
izopren

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, sulfamidy, 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.

Nasyčené 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 o., palmový o.
Kaprylová	8C	dtto
Kaprynová	10C	dtto
Laurová	12C	tuk: vavřín (35), kokos (<50), palm. ořech
Myristová	14C	palmový olej (<47), kokos (<18), vorvaní tuk (16)
Palmitová	16C	palm.t. (<47), bavlněný o. (<23), kostní tuk (20), máslo (<29), sádlo (v. <32, h. <33)
Stearová	18C	lůj (<29), kost.t. (20), sádlo (<16), máslo (<11), palm.o. (<8)
Arachová	20C	o.podzemnicový (<4), řepkový o.

behenová, lignocerová, feritová

Nenasycené:

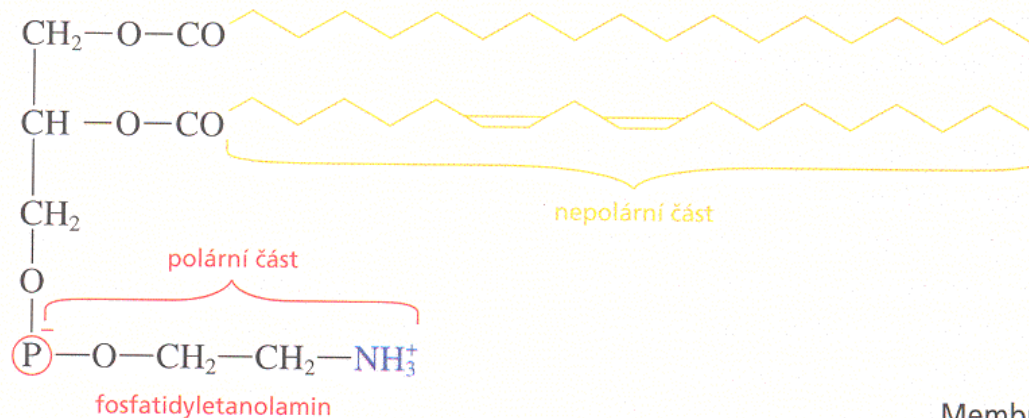
Palmitoolejová	16C	II	rybí o., máslo (4)
Olejová	18C	II	všechny oleje (80), tuky (30-50)
Eruková	22C	II	o.řepkový (45-55), hořčič.(>30)
Linolová	18C	II.II	o.(±50): lněný, mak., slunečnic.
Linolenová	18C	II.II.II	o. vysých.: (lněný, konopný)
Eleostearová	18C	II.II.II.II.	dtto (čín.dřev.)
Arachidonová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

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

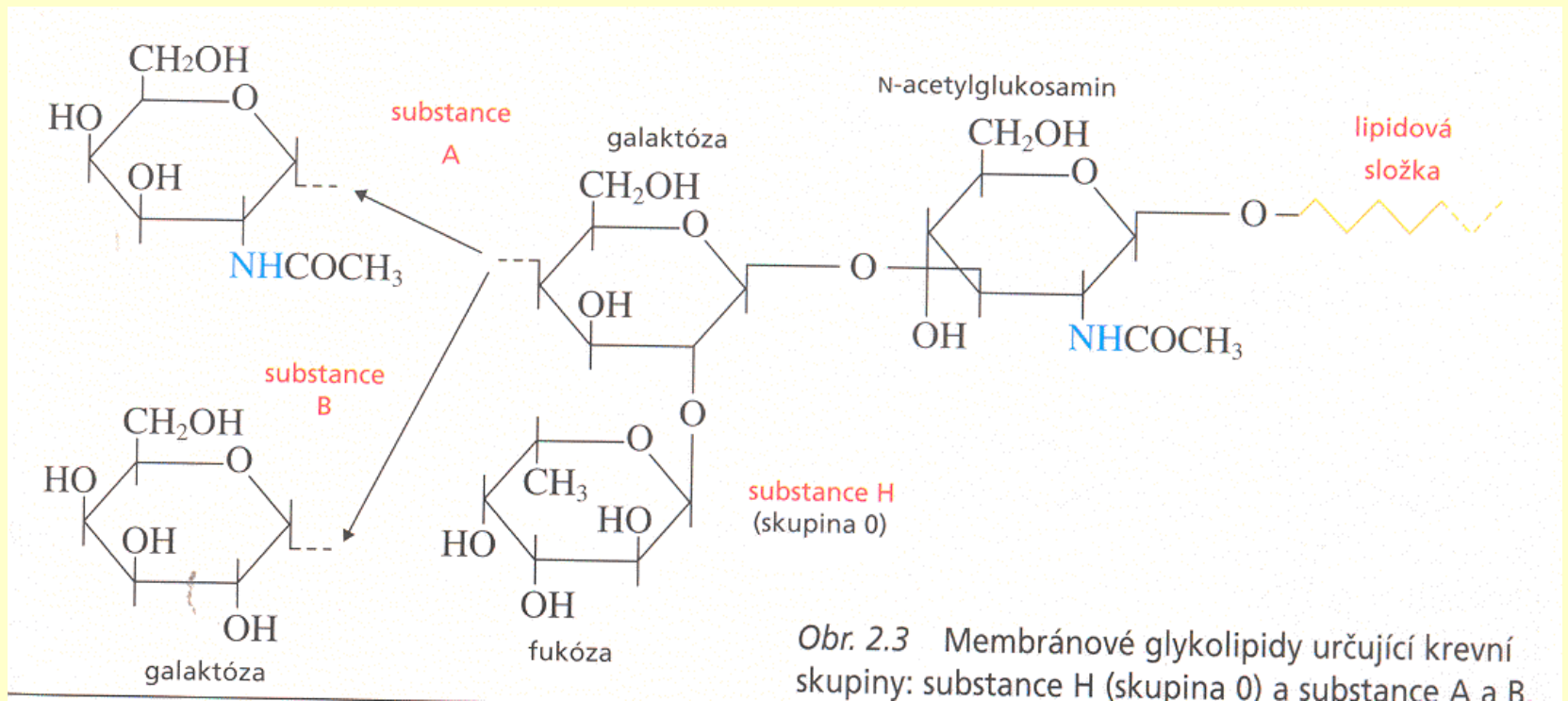
Membránové lipidy – stavbou podobné tukům: dva dlouhé nepolární řetězce a silně polární skupina.

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**.

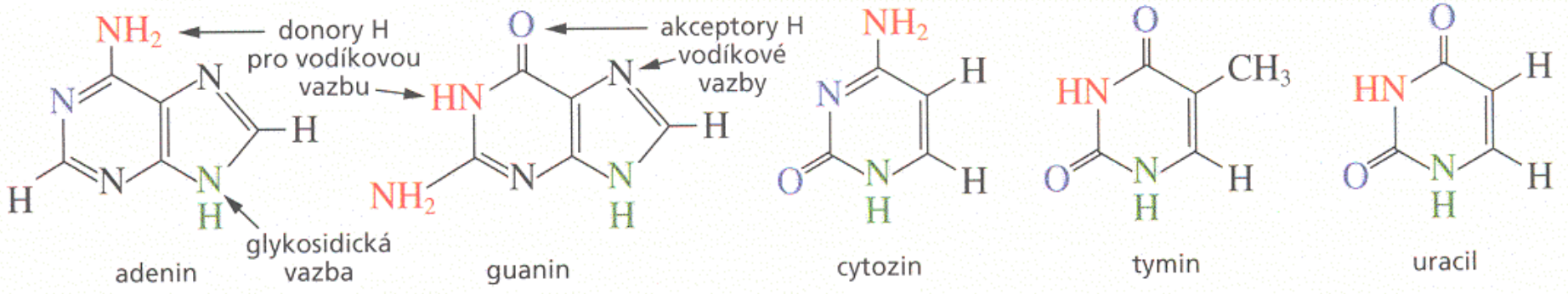
Základ nukleotidu tvoří cukr - **pentóza** (ribóza pro RNA nebo deoxyribóza pro DNA), **fosfát** (zbytek kyseliny fosforečné) a postranní (komplementární) **dusíkaté báze**

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

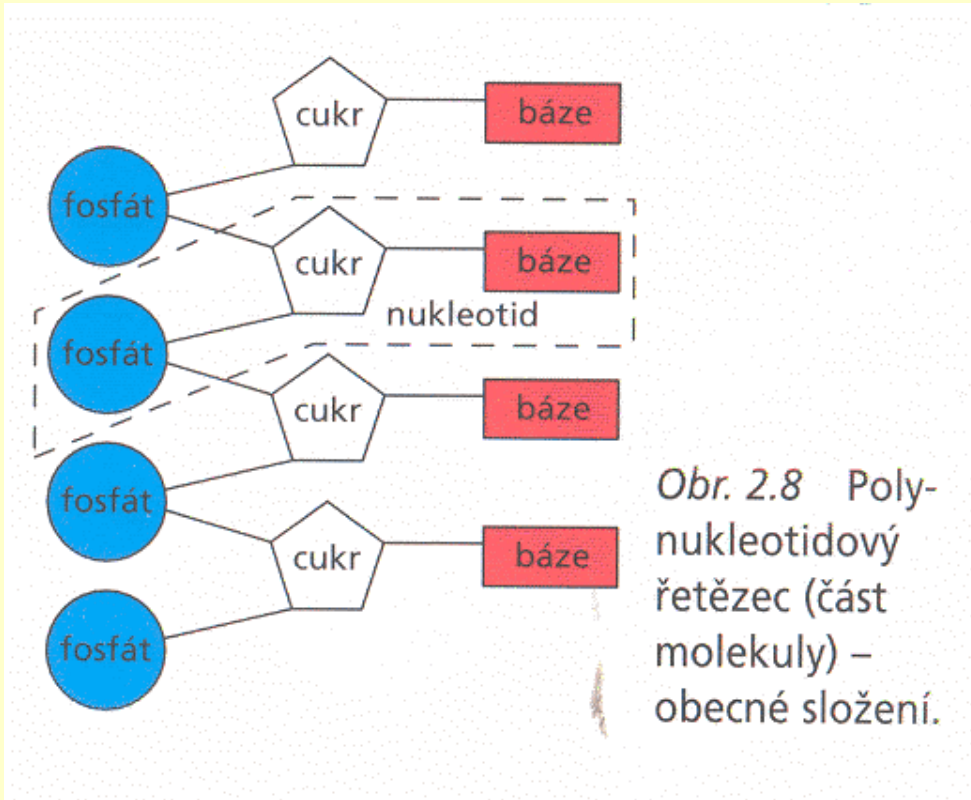
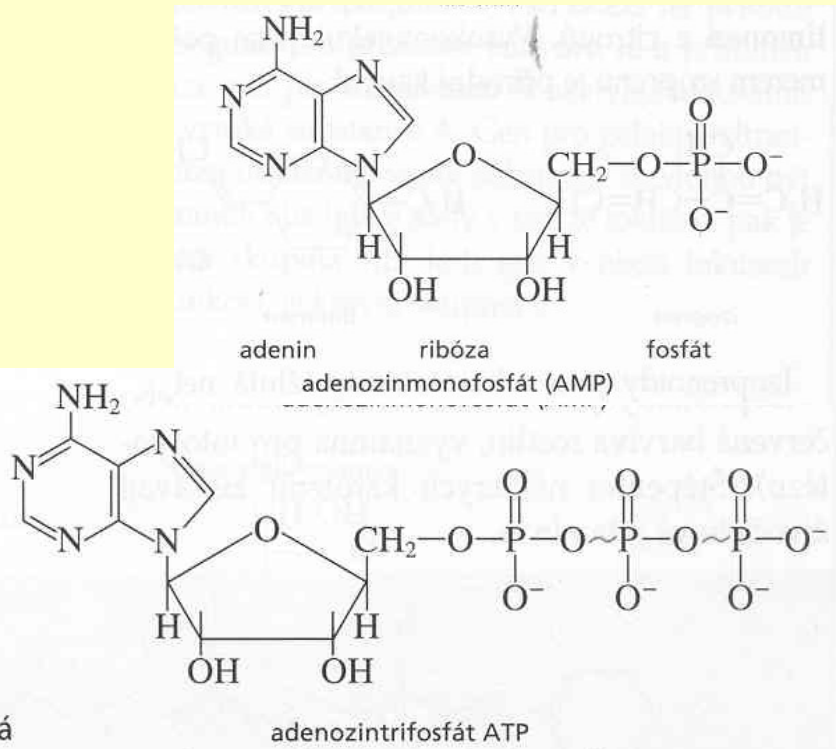
Dvouřetězcový útvar mezi komplementárními řetězci s vazbami komplementárních bází je stočený do **dvoušroubovice**. Řetězce jsou **antiparalelní**. Stabilní. Denaturací se oba řetězce oddělí (tají).

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

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



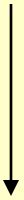
Makroergní nukleotidy (pro srovnání)



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

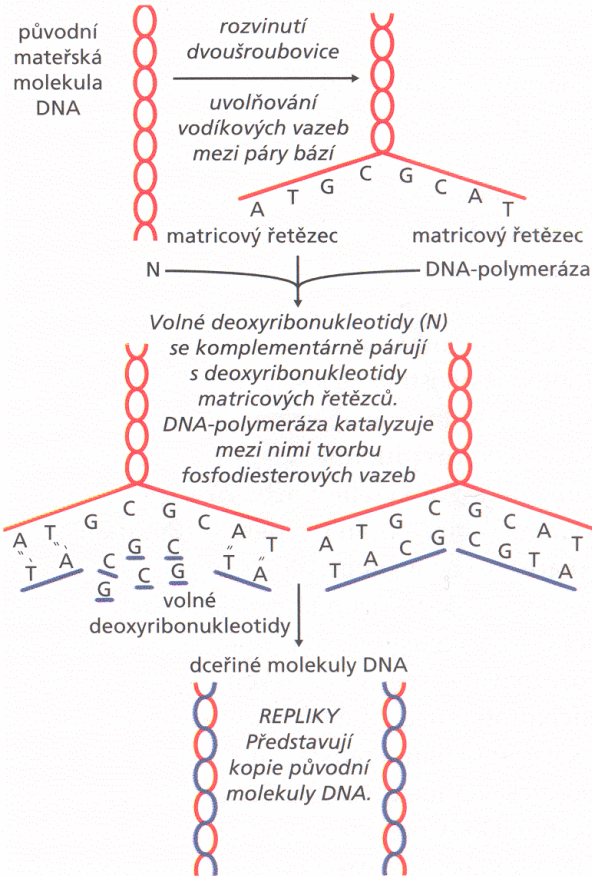
K čemu?

Replikace

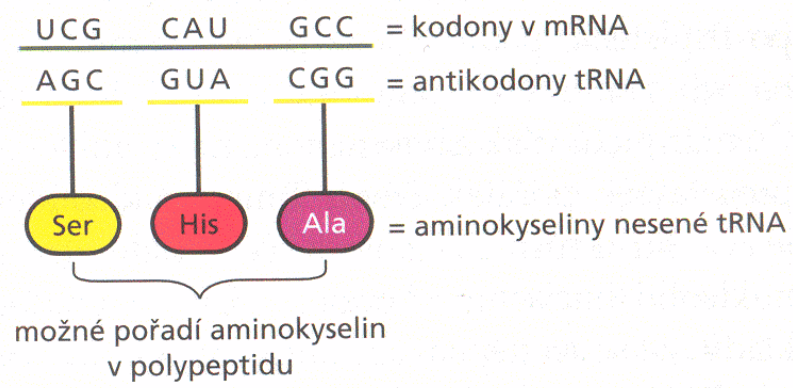
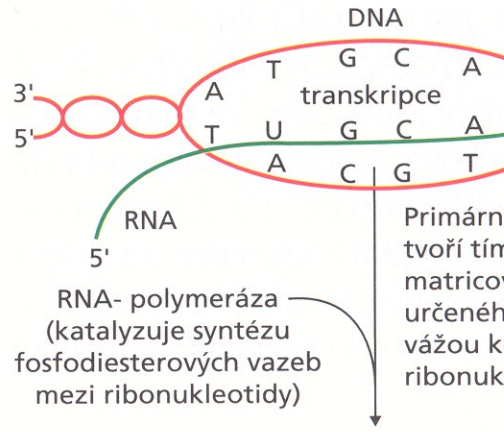


transkripce →

Obr. 2.72 Schéma semikonzervativní replikace DNA.

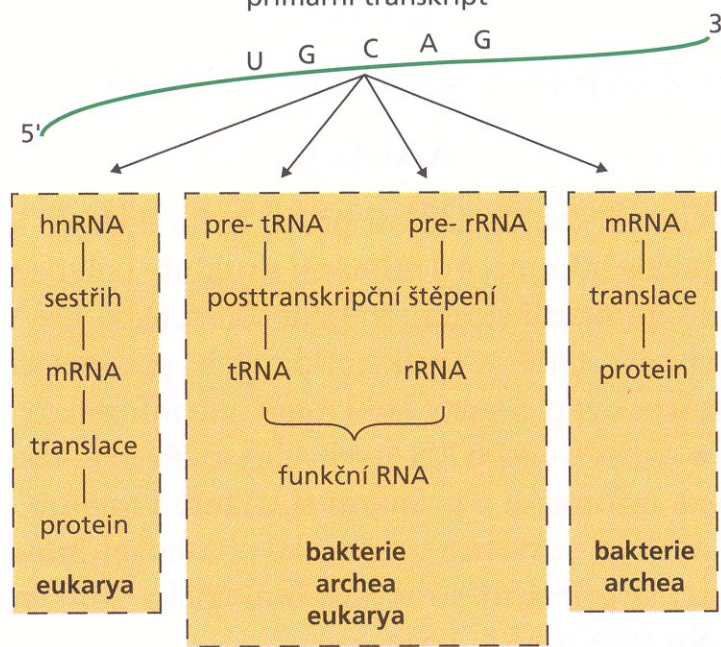


Obr. 2.73 Primární transkripty.



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.