

Fyziologie živočichů (a člověka)

Bi2BP_FYZP, Bi2BP_FYZL

III. ročník 1/0/2 Zk, z (SP nebo AV)

Zk – písemná podle aktivity, ústní (hormony,
vitamíny)

doc.RNDr. B. Rychnovský, CSc.

doc.RNDr. Žáková, Ph.D.

Předmět Fyziologie živočichů

Organické a anorganické látky jako součást tkání, orgánů

Homeostáza

Dýchací soustava

Trávicí soustava

Vylučovací soustava, osmoregulace, termoregulace

Srdce a cévní systém

Hormony

Nervová soustava

Reprodukční soustava

Fyziologie

- věda o procesech, dějích probíhajících v živých organismech (živé buňce, rostlině, živočichovi, člověku) živočišná fyziologie

▶ fyziologie člověka

F = věda o funkcích živého organismu

= analýza funkcí živého organismu

= věda, která se zabývá životními projevy a činností živých organismů

= věda, která studuje průběh jednotlivých životních dějů, hledá vzájemné souvislosti a příčiny proč děje probíhají

= dynamická věda popisující a vysvětlující činnost živého organismu
zkoumá závislost činnosti živých organismů na stavu vnějšího a vnitřního prostředí

= zkoumá zákonitosti životních procesů, studuje vývoj funkcí v ontogenezi, jejich evoluci a kvalitativní zvláštnosti různých představitelů rostl. i živočišné říše. Objasňuje vzájemnou souvislost jednotlivých procesů v organismu a souvislosti mezi organismy a okolním prostředím

= věda, ve které jsou objektem zkoumání základní mechanizmy organismů

= syntéza fyzikálních a chemických metod v biologii

Vyniká funkční stránka organismu, rozbor jednotlivých procesů, ale i syntéza do celku.

Podle objektu zkoumání: f. rostlin

f. živočichů – hmyzu x obratlovců (i nižší kategorie),

f. člověka (humánní, lékařská fyziologie)

f. bakterií – moderní progresivní oblast

buněčná fyziologie

f. jednotlivých skupin

F. živočichů – **obecná** (celkový obraz fyziologie živočichů)

- **srovnávací** (studium funkce z hlediska fylogeneze)

- **speciální** (jeden fyziologický jev)

Normální x patologická fyziologie, teoretická x praktická fyziologie

Praktický význam – humánní, veterinární medicína, psychologie

Překrývání vědních oborů: evoluční f., fyziologická embryologie, ekologická fyziologie, paleofyziologie

Hlavní metoda fyziologie – **p o k u s** → všechny poznatky fyziologie

Počátek fyziologických výzkumů – 2. polovina 18. století

Jiří (Georgius) Procházka (1749-1820),

Jan Evangelista Purkyně (1787-1869) (Wroclav),

Edward Babák (1873-1926), Praha, po I. sv. v. Brno

Žáci: Tomáš Vacek (1899-1942),

prof. Laufberger (1890-1986),

Prof. Vladimír Janda (1900-1979),

Prof. Janda (-1996) – brněnská škola

Literatura:

Berger, J. a kol.: Fyziologie živočichů a člověka. Tobiáš Havl. Brod 1995.

Jánský, L., Novotný, I.: Fyziologie živočichů a člověka. Avicenum Pha, 1981.

Hruška, M.: Fyziologie živočichů a člověka pro učitele I a II. Gaudeamus
Hradec Králové, 1994.

<http://biologie-psjg-hkuhk.webnode.cz/news/hrujska-m-fyziologie-zivocichu-a-cloveka-i-a-ii-dil-verze-2009/>

<http://biologie-psjg-hk-uhk.webnode.cz/news/fyziologie-zivocichu-a-cloveka-i-dil-verze-2012->

Campbell, N. A., Reece, J. B.: Biologie. 2006.

Petrásek, R., Šimek, V., Janda, V., Fyziologie adaptací u živočichů a člověka.
Brno, MU 1992.

Rajchard, J.: Základy ekologické fyziologie obratlovců. České Budějovice,
JČU 1999.

Reece, W.O.: Fyziologie domácích zvířat. 1998.

Rosypal S. a kol.: Nový přehled biologie. Scientia, 2003.

Šimek, V., Petrásek, R.: Fyziologie živočichů a člověka. PŘF MU Brno 1996.

Trojan a kol., Lékařská fyziologie, Grada 1995/6 nebo 2000.

Vácha, M. a kol.: Srovnávací fyziologie živočichů. Brno, MU (2008) 2010.

<http://www.sci.muni.cz/ksfz/vyuka.html>

LÁTKOVÉ SLOŽENÍ ORGANISMŮ

Prvky

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, Si, Mn, Zn, Br
(B, Sr, Ti, Ba, F, Rb, Se, Mo, I, 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)

Ultramikroelmenty ($<10^{-5}$) (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 těl suchozemských živočichů

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

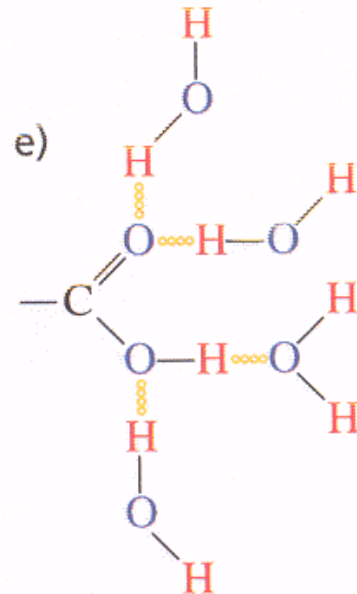
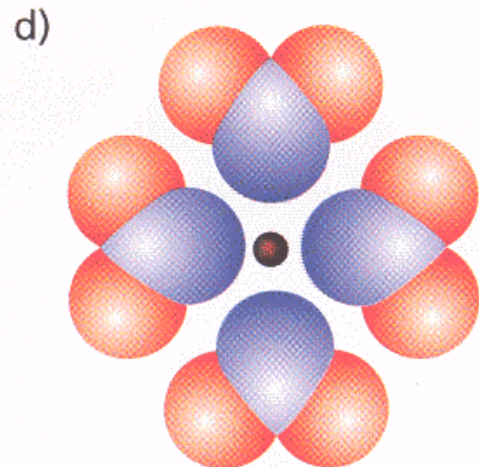
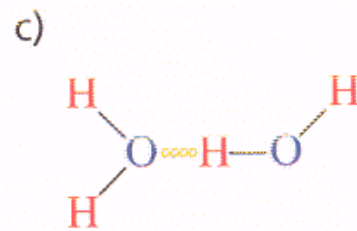
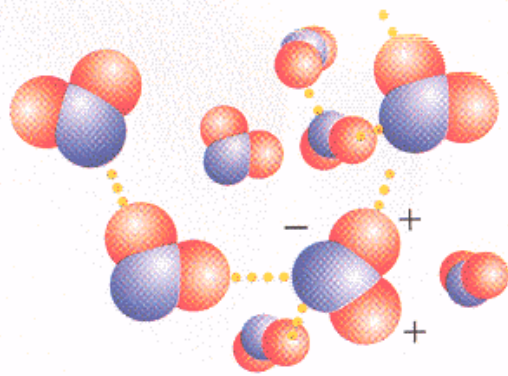
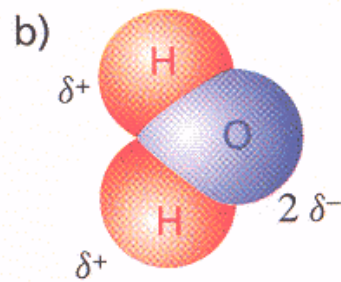
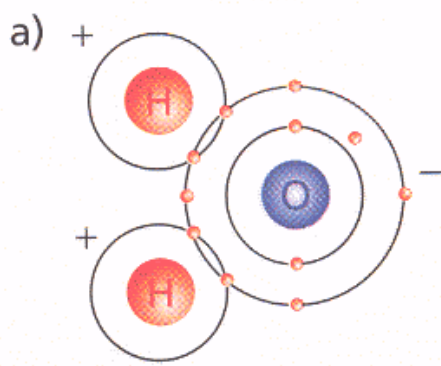
I – jodované tyroziny pro metabolismus

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.

Tab. 3: Podíl vody v některých živočišných organismech

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

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

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

Voda

Člověk 70 kg (42 kg vody)

denní ztráty:

1 500 ml moč

150 ml stolice

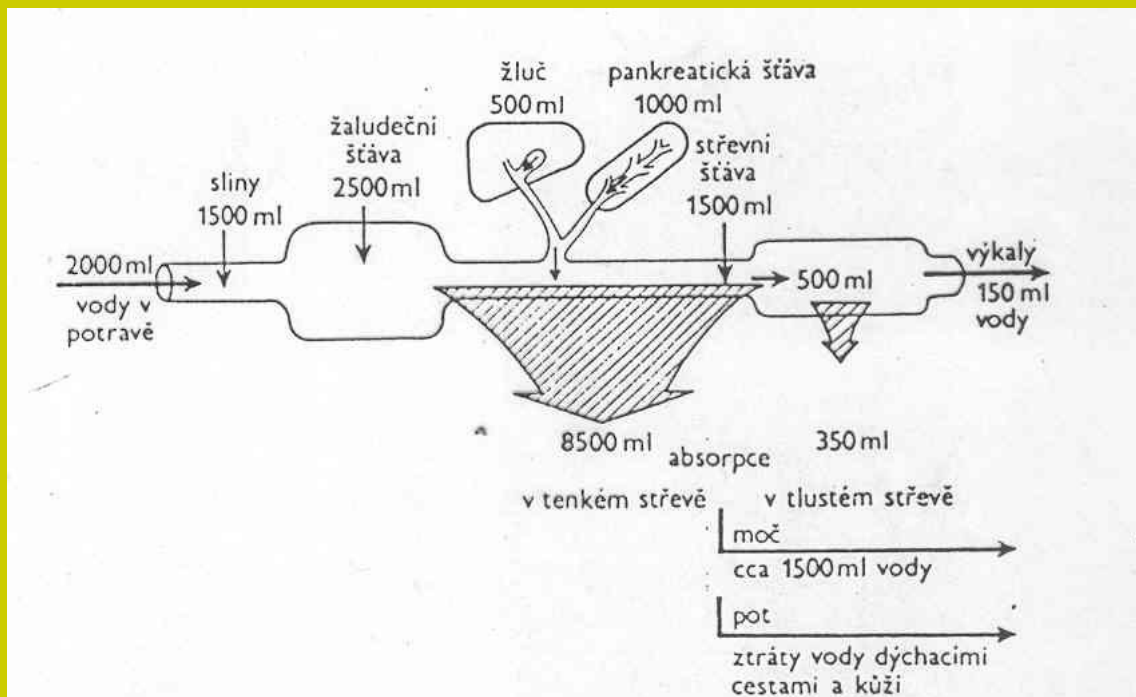
900 ml výpar

Doplňování:

potrava 800 (–) ml

nápoje 950 (–) ml

metabolická voda 250 ml



. Přesuny vody mezi trávicími žlázami, trávicím ústrojím a organismem.

Anorganické látky (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

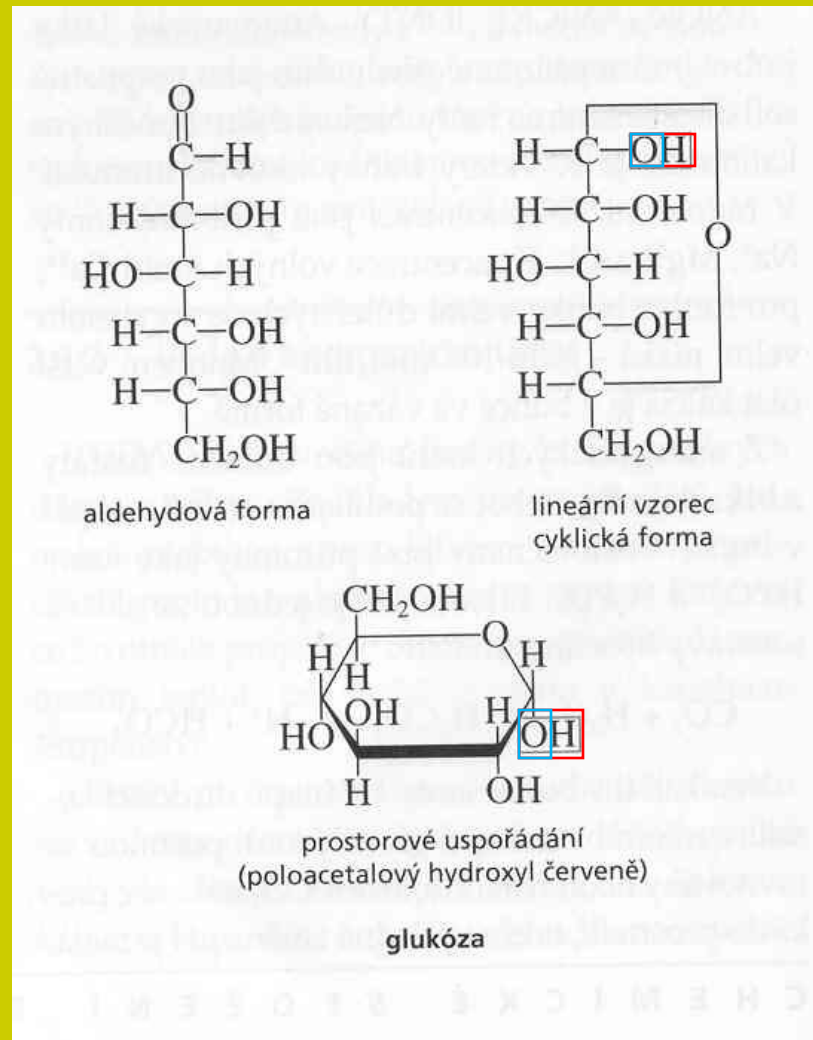
Polarita funkčních skupin – většina organických látek jedna a více funkčních skupin s polárními vlastnostmi (tj. schopnost tvorby vodíkových vazeb) nebo elektrolyticky disociovat.

Cukry – sacharidy

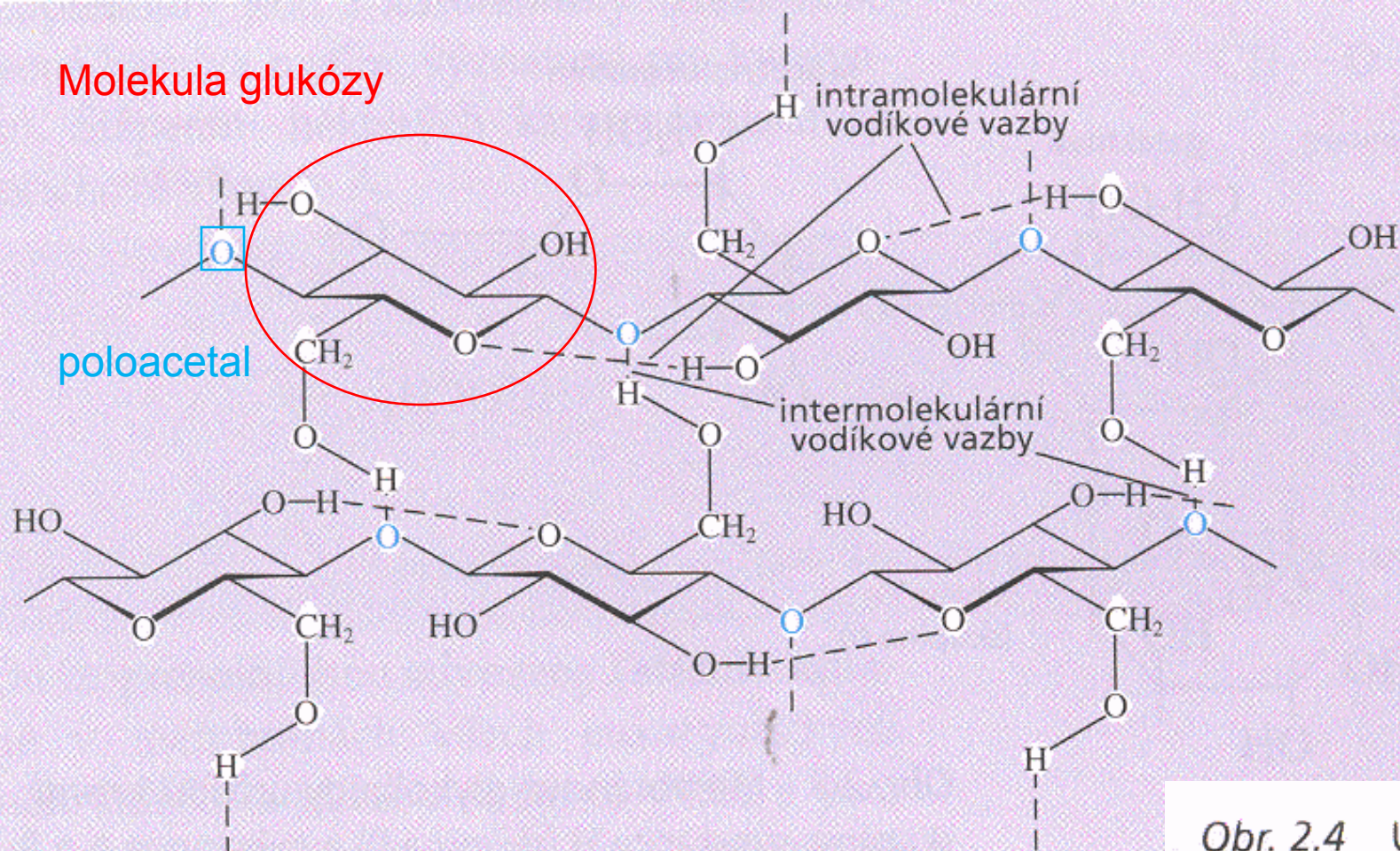
Přirozené organické látky, většinou rostlinného původu. Odvozeny z polyalkoholů dehydrogenací jedné alkoholické (hydroxylové –OH) skupiny v karboxylovou (=O). Chemické vlastnosti v důsledku mnoha –OH polárních hydroxylových skupin. Triózy až heptózy, aminocukry.

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.



Molekula glukózy



Obr. 2.4 Úseky dvou paralelních molekul celulózy. Intramolekulární vodíkové vazby udržují přímou 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.

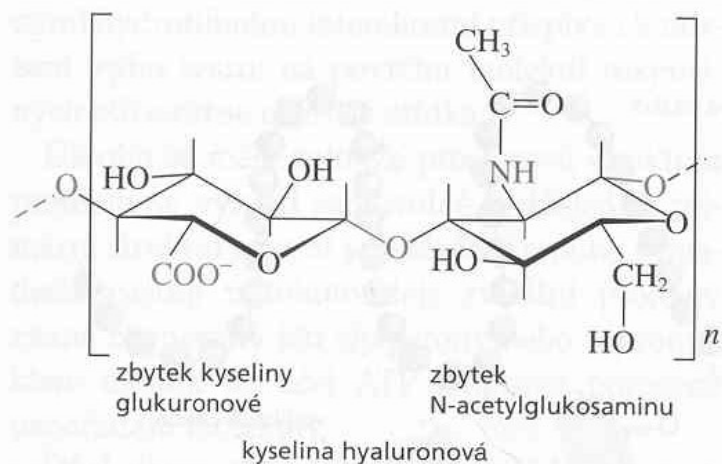
Glykosidy – kondenzace s necukernou složkou (aglykonem). Nestálost glykosidické vazby (v kyselém prostředí, enzymatické štěpení ...) i glukázami

Oxidace na posledním C – karboxylové kyseliny – s vysokou polaritou **-COOH**

Monokarboxylové kyseliny – slabé, soli hydrolyzovány, malé rovnovážné množství nedisociovaných molekul.



Di- a trikarboxylové kyseliny polárnější, v neutrálním roztoku se jako nedisociované nevyskytují.



Kyselina glukuronová

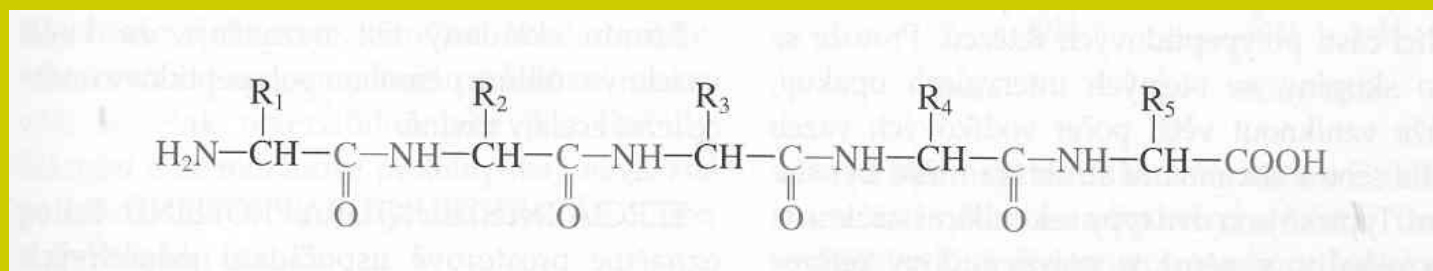
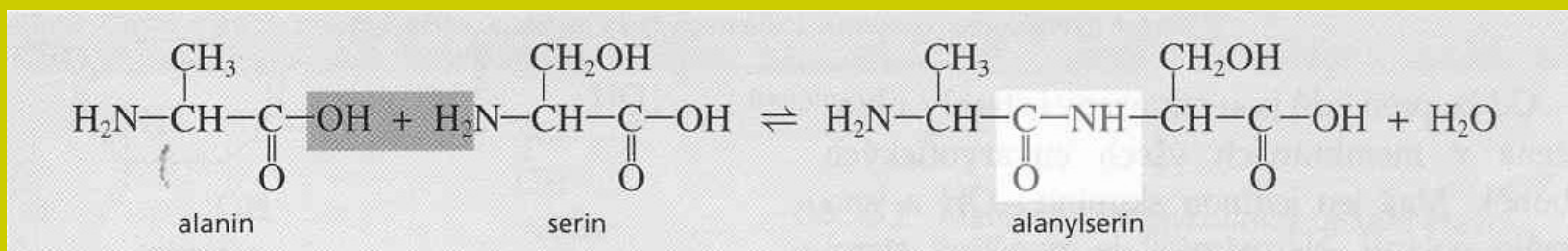
svojí vazbou na málo polární látky zvyšuje jejich rozpustnost ve vodě a tím vylučovatelnost.

Aminokyseliny – proteiny – bílkoviny

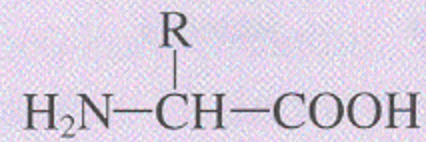
jsou peptidy ze zbytků aminokyselin (Ak). Jejich vazba (peptidická v.) je spojení aminoskupiny (NH₂) a karboxylové skupiny (–COOH) tj. (–NH–COO–).

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

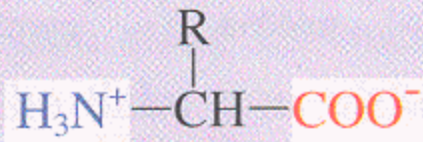
1 Ak (20) → **oligopeptidy** (<10 Ak-zbytků) → **polypeptidy** (10 – 100 Ak-zbytků) → **makropeptidy** = bílkoviny (>100 Ak-zbytků). Stejně jako u polysacharidů jsou bílkoviny nepolární.



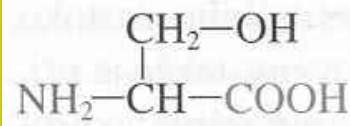
Protaminy (bazické polypeptidy s mnoho argininem v mlíčí). **Peptidové hormony** hypofýzy (ocytocin a vasopresin), slinivky břišní (insulin, glukagon). Antibiotika a jedy (penicilin aj., faloidin, amanitin)



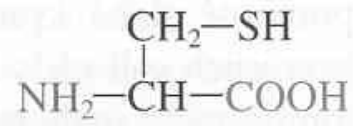
základní tvar



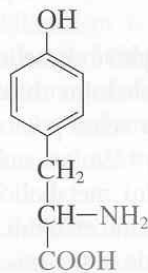
obojetný ion



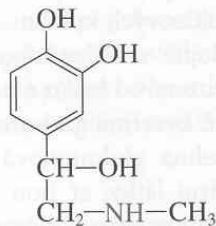
serin



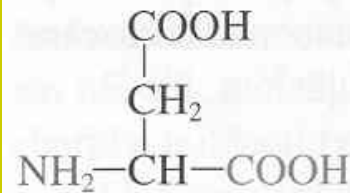
cystein



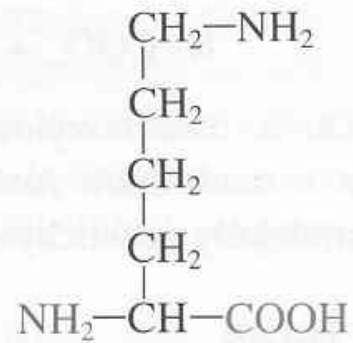
tyrozin



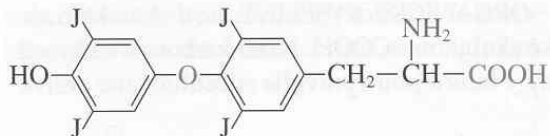
adrenalin



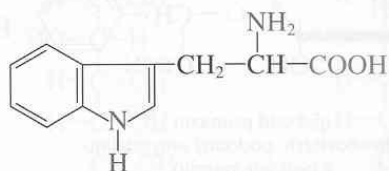
kyselina asparagová



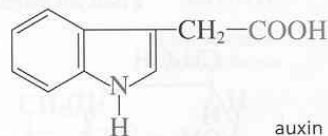
lyzin



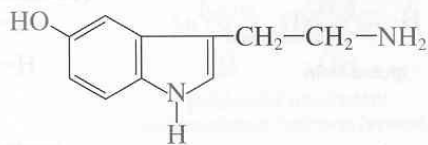
tyroxin (hormon štítné žlázy)



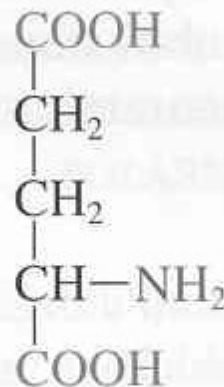
tryptofan



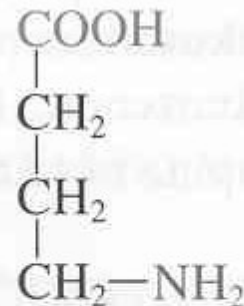
auxin



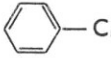
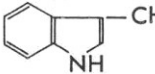

serotonin

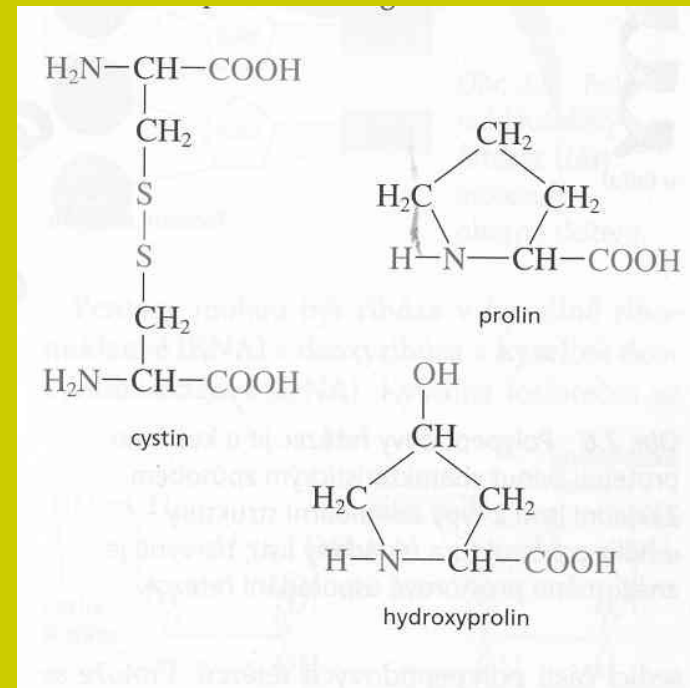


kyselina glutamová



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	$\begin{array}{l} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \quad \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}-\text{COOH} \\ \\ \text{NH} \end{array}$	
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	$\begin{array}{l} \text{CH}_3-\text{CH}- \\ \\ \text{OH} \end{array}$	
tyrosin	Tyr	HO-  -CH ₂ -	
asparagin	Asn	$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{N} \\ \\ \text{C}-\text{CH}_2- \\ \\ \text{O} \end{array}$	
glutamin	Gln	$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{N} \\ \\ \text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \\ \\ \text{O} \end{array}$	
cystein	Cys	HS-CH ₂ -	bazický
lysin	Lys	H ₂ N-CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -CH ₂ -	
arginin	Arg	$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \\ \\ \text{NH} \end{array}$	
histidin	His	$\begin{array}{l} \text{CH}=\text{C}-\text{CH}_2- \\ \quad \\ \text{N} \quad \text{NH} \\ \\ \text{CH} \end{array}$	kyselé
kyselina asparagová	Asp	HOOC-CH ₂ -	
kyselina glutamová	Glu	HOOC-CH ₂ -CH ₂ -	

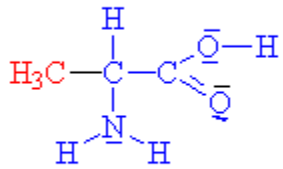


Esenciální aminokyseliny:

arginin, izoleucin, leucin, lyzin, metionin, treonin, tryptofan, tyrosin, valin

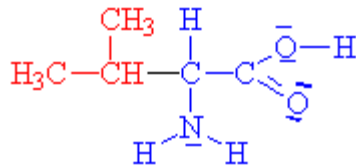
Aminokyseliny nepolární

alanin



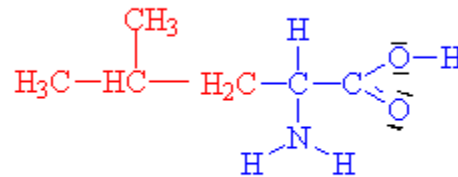
Ala A

valin



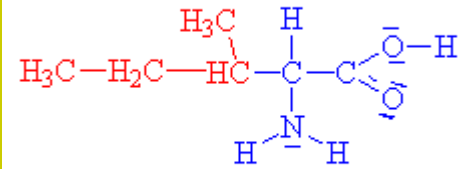
Val V

leucin



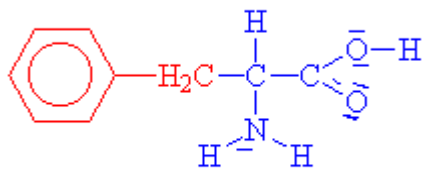
LEU L

isoleucin



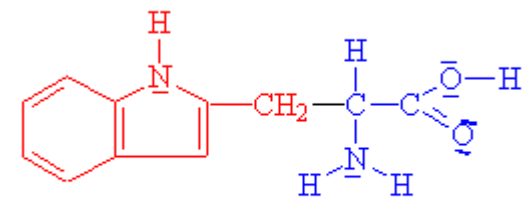
Ile I

fenylalanin



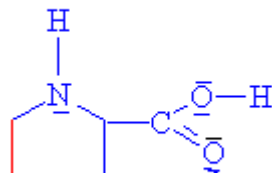
Phe F

tryptofan



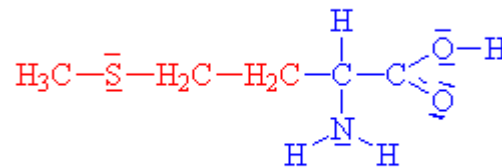
Trp W

prolin



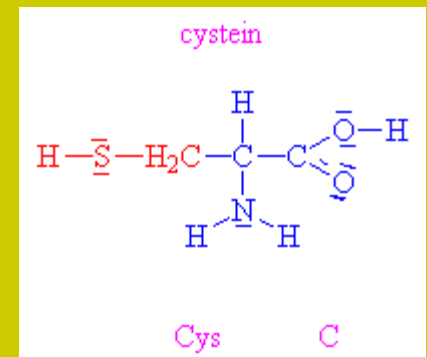
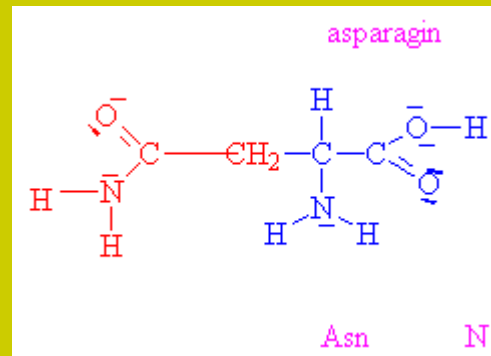
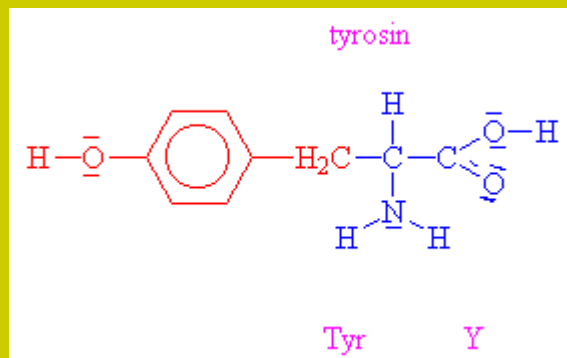
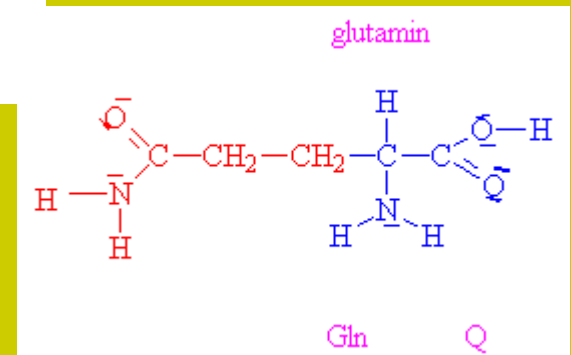
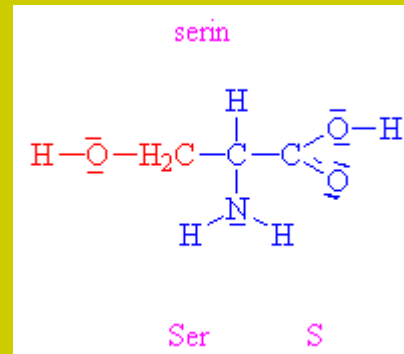
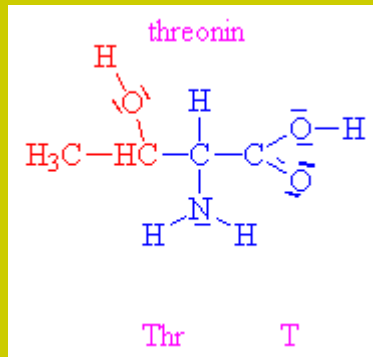
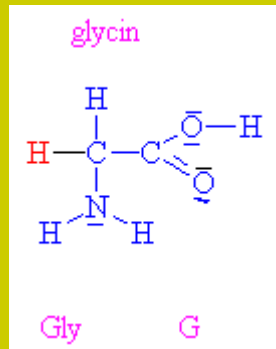
Pro P

methionin



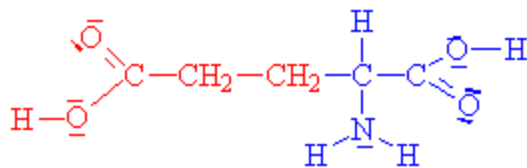
Met M

Aminokyseliny polární



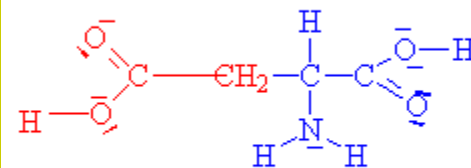
Aminokyseliny kyselé

kyselina glutamová



Glu E

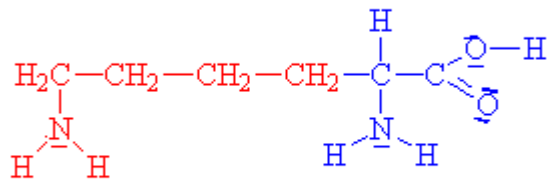
kyselina asparagová



Asp D

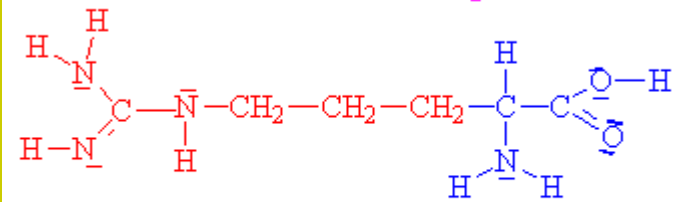
Aminokyseliny bazické

lysin



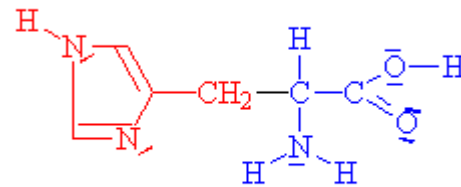
Lys K

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.

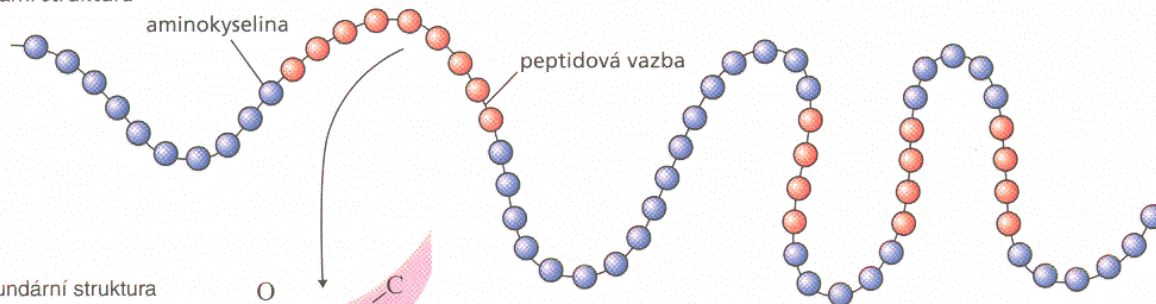
Význam: postranní řetězce nabývají jiné prostorové vztahy a vytváří ligandy, vazebná místa. Někdy **kvarterní struktura** – stavba bílkovinné molekuly (o.vlna).

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)

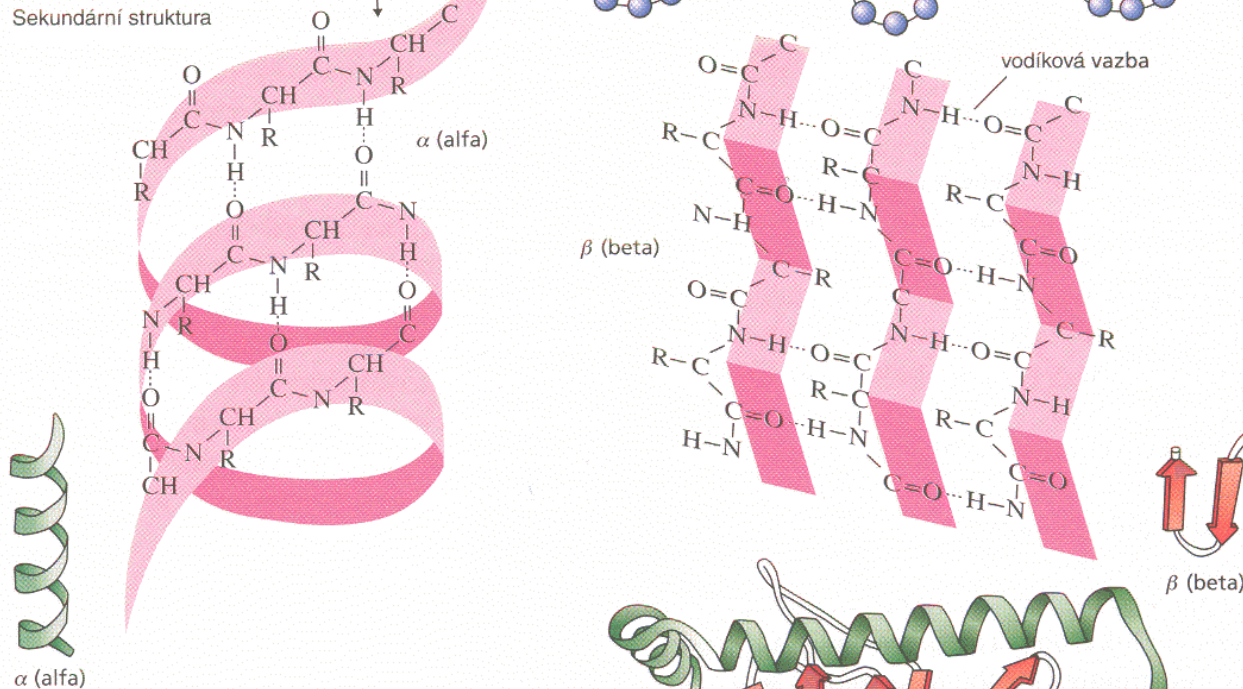
Globulární bílkoviny (sféroproteiny) – rozpustné koloidní látky s polárními skupinami. Protáhlé molekuly koloidu – značná viskozita“ stav **sol** – tekutý → stav **gel** polotuhý. Nerozpustné bílkoviny (skleroproteiny – fibrin, β - kreatin, &-keratin, myosin, fibrinogen a kolageny).

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 -strukturovou, zeleně části s α -strukturovou).

Další dusíkaté látky

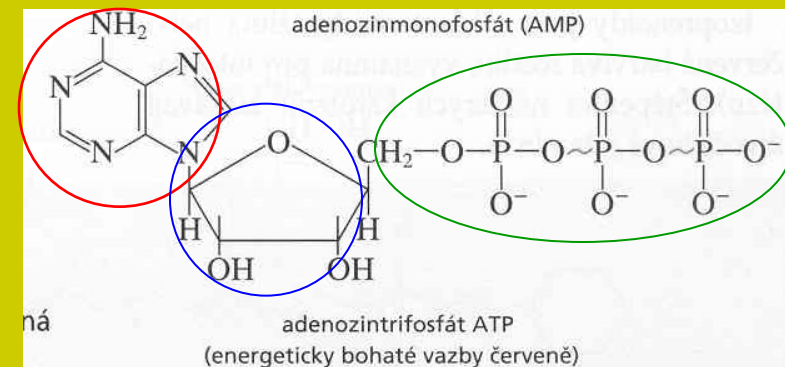
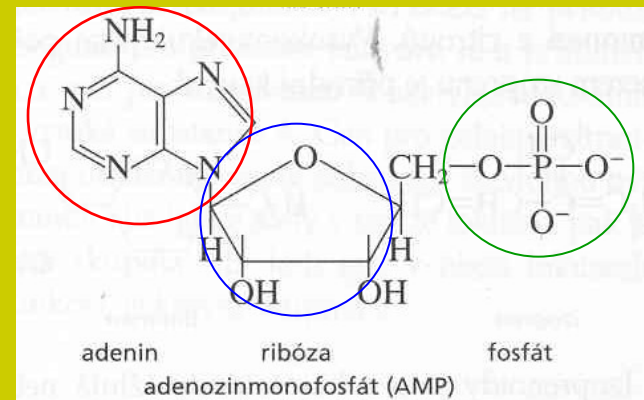
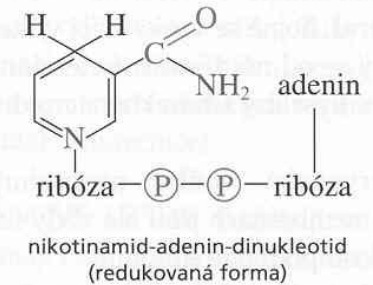
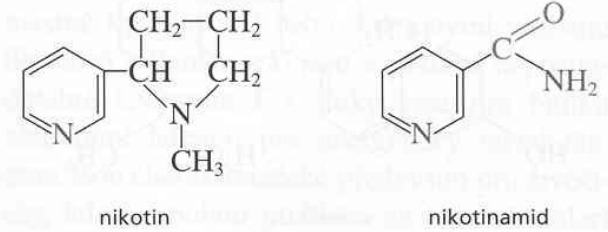
Alkaloidy – dusíkaté rostlinné sloučeniny většinou toxické pro živočichy.

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

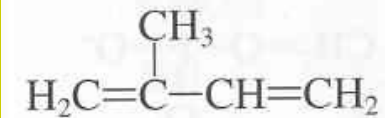
- **pentóza** (ribóza nebo deoxyribóza)
- **kyselina hydrofosforečná** (mono až tri)



Nepolární látky

Zmíněné **uhlovodíky** – hlavně rostlinného původu.

Odvozeny od **izoprenu** (2-metylbutadienu)



izopren

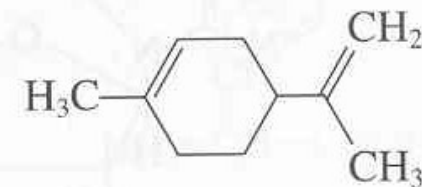
Izoprenoidy vznikají kondenzací nejméně dvou pětiuhlíkatých jednotek – viz limonen z citrusů.

Patří sem i karotenoidy (žlutá a červená barviva rostlin), významné i pro živočichy jako vitamin A.

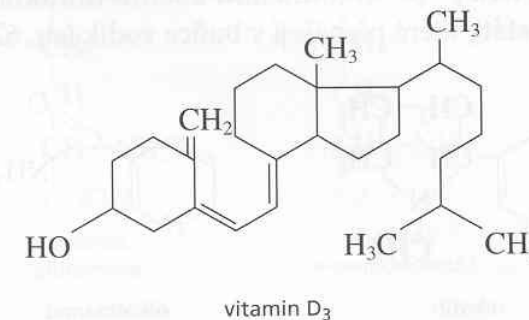
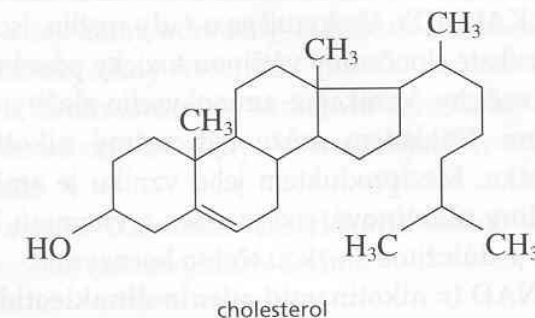
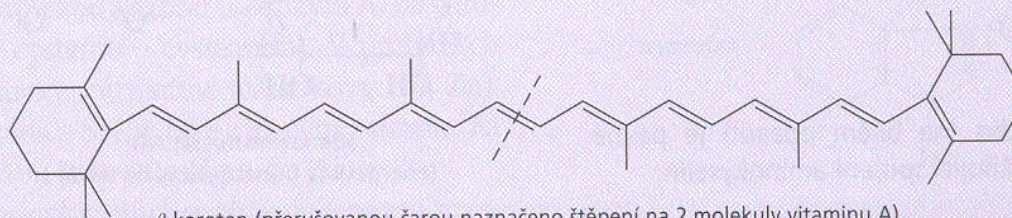
Od izoprenoidů odvozujeme i málo polární **steroly**.

Živočišný **cholesterol** se vyskytuje v membránách.

Odvozují se od něj živočišné steroidní hormony, žlučové kyseliny i vitamin D.



limonen



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:

Máselná	4C	máslo (3-4 %)
Kapronová	6C	máslo, kozí mléko, kokos., 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	palmový tuk (<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), palmový o.(<8)
Arachová	20C	o.podzemnicový (<4), řepkový
behenová, lignocerová, feritová		

Nenasycené:

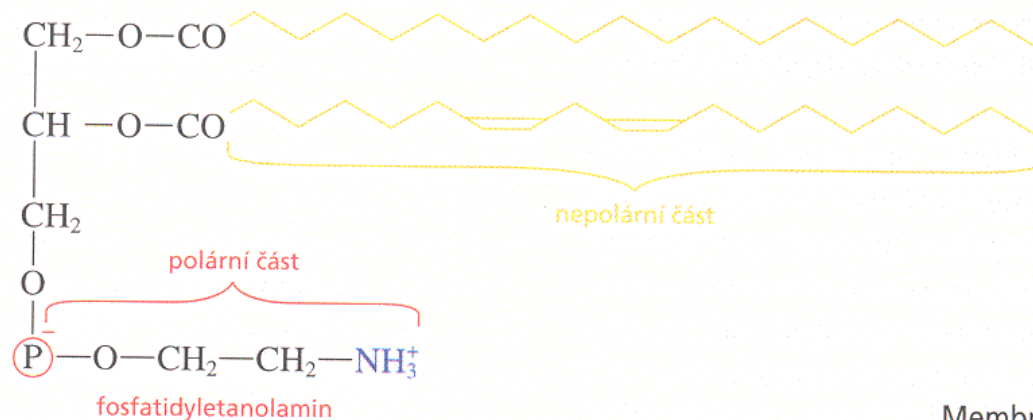
Palmitoolejová	16C	II	rybí o., máslo (4)
Olejová	18C	II	všechny oleje (80), tuky (30-50)
Eruková	22C	II	o.řepkový(45-55), hořčič.(>30)
Linolová	18C	II.II	o.(±50): lněný, mákový, slunečnicový
Linolenová	18C	II.II.II	o. vysých.: (lněný, konopný)
Eleostearová	18C	II.II.II.II.	dtto (čín.dřev.)
Arachidonová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

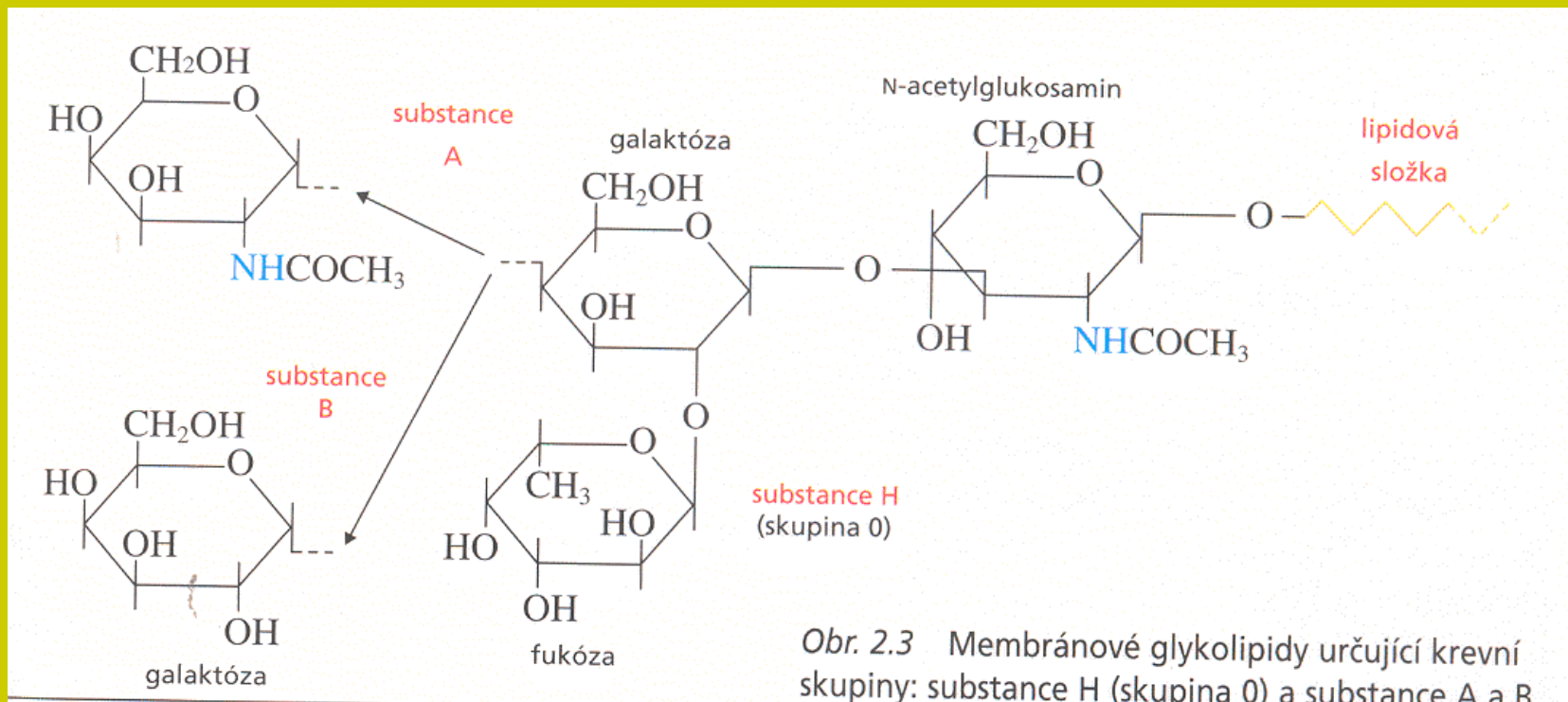
Membránové lipidy – stavbou podobné tukům: dva dlouhé nepolární řetězce a silně polární skupina.

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**.

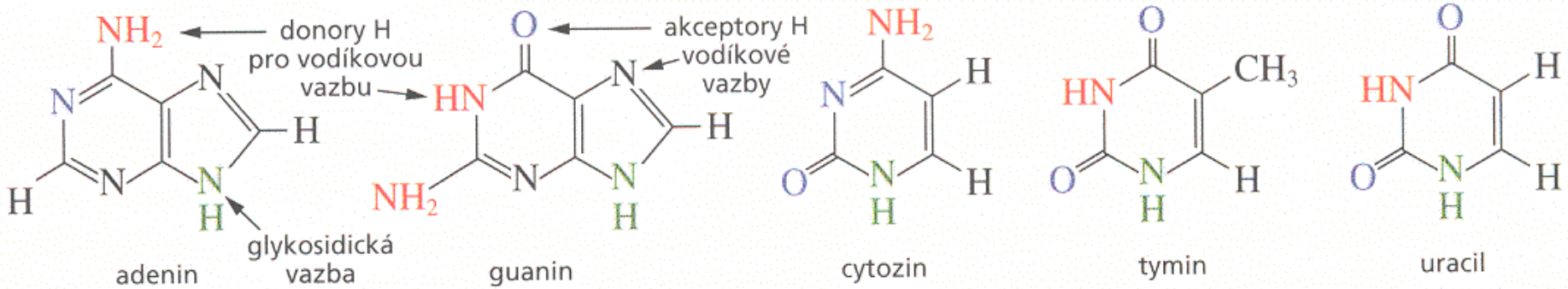
Základ nukleotidu tvoří cukr - **pentóza** (ribóza RNA nebo deoxyribóza DNA), **fosfát** (zbytek kyseliny fosforečné) a postranní (komplementární) **dusíkaté báze**

(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. Denurací 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)

