

# Fyziologie živočichů (a člověka)

**Bi2BP\_FYZP, Bi2BP\_FYZL**

**III. ročník 1/0/2 Zk, z** (SP nebo AV)

Zk – písemná, 30 ot. s i bez výběru,  
různý výsledný počet bodů – min. 60%

**doc.RNDr. B. Rychnovský, CSc.**

**doc.RNDr. Žáková, Ph.D.**

# 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. 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	%
<b>O</b>	70	<b>Ca</b>	5 . 10 <sup>-1</sup>	<b>Mn</b>	7 . 10 <sup>-3</sup>	<b>F</b>	8 . 10 <sup>-5</sup>
<b>C</b>	18	<b>N</b>	3	<b>B</b>	1	<b>Br</b>	8
<b>H</b>	10	<b>K</b>	3	<b>Sr</b>	1	<b>Rb</b>	5
		<b>Si</b>	1,5	<b>Ti</b>	8 . 10 <sup>-4</sup>	<b>Se</b>	5
		<b>P</b>	7 . 10 <sup>-2</sup>	<b>Zn</b>	3	<b>Ni</b>	3
		<b>Mg</b>	5	<b>Li</b>	1	<b>As</b>	2
		<b>S</b>	4	<b>Cu</b>	1	<b>Mo</b>	1
		<b>Cl</b>	2	<b>Ba</b>	1	<b>Co</b>	1
		<b>Na</b>	2			<b>I</b>	1 . 10 <sup>-7</sup>
		<b>Al</b>	2			<b>Hg</b>	1 . 10 <sup>-12</sup>
		<b>Fe</b>	2			<b>Ra</b>	



Tab. 2: Průměrné prvkové složení lidského organismu

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

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

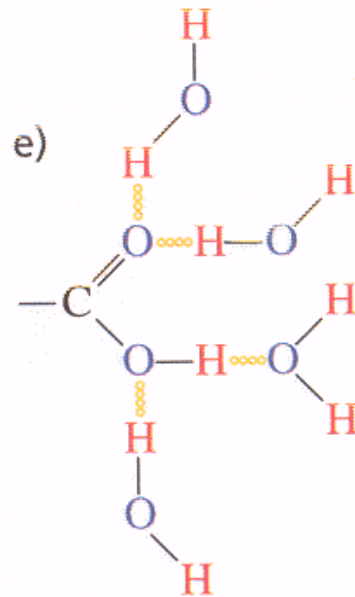
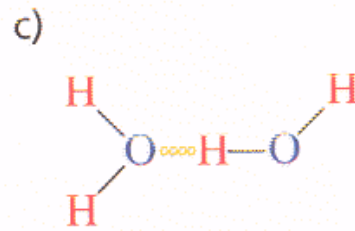
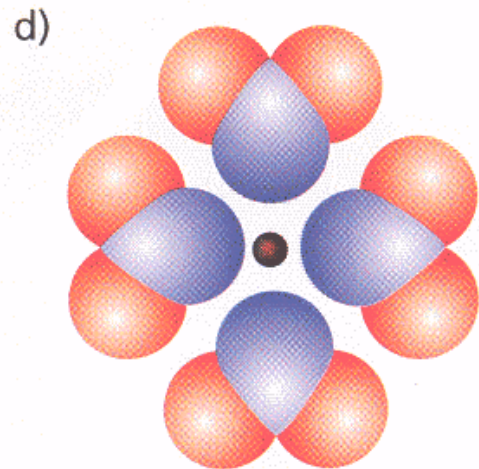
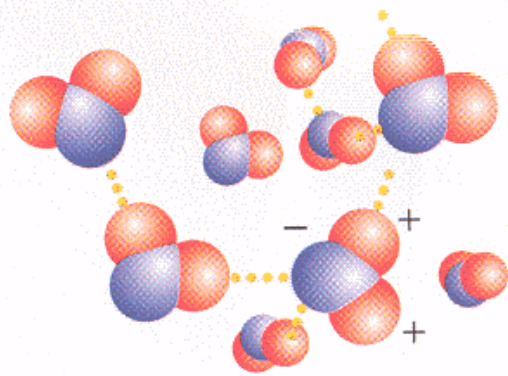
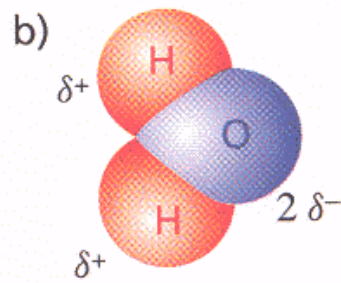
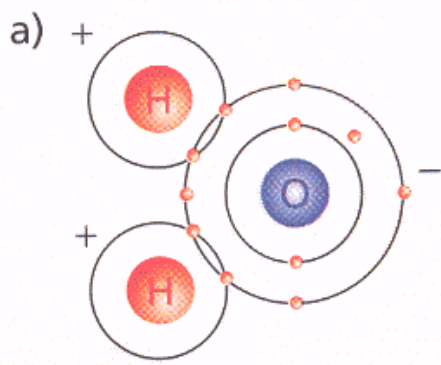
**I** – jodované tyroziny pro metabolismus

**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 ( $\delta^+$  a  $\delta^-$  jsou přebytky kladného, resp. záporného náboje); (c) vodíková vazba mezi dvěma molekulami vody (  $\cdots$  ) 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**

<b>Organismus</b>	<b>Obsah vody (%)</b>
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<sup>+</sup> a OH<sup>-</sup> 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

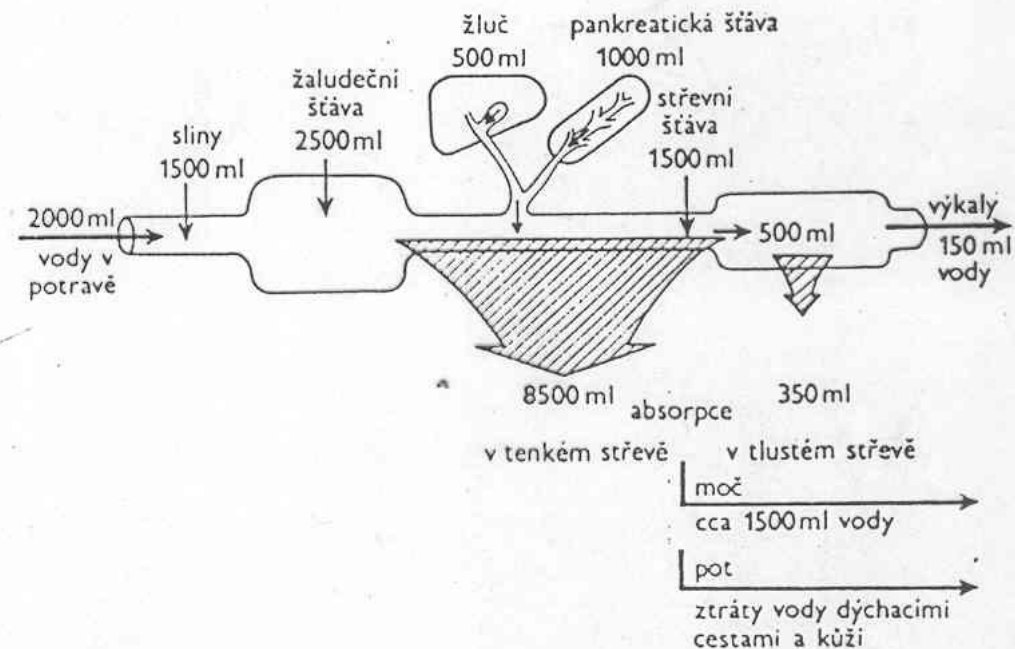
900 ml výpar

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

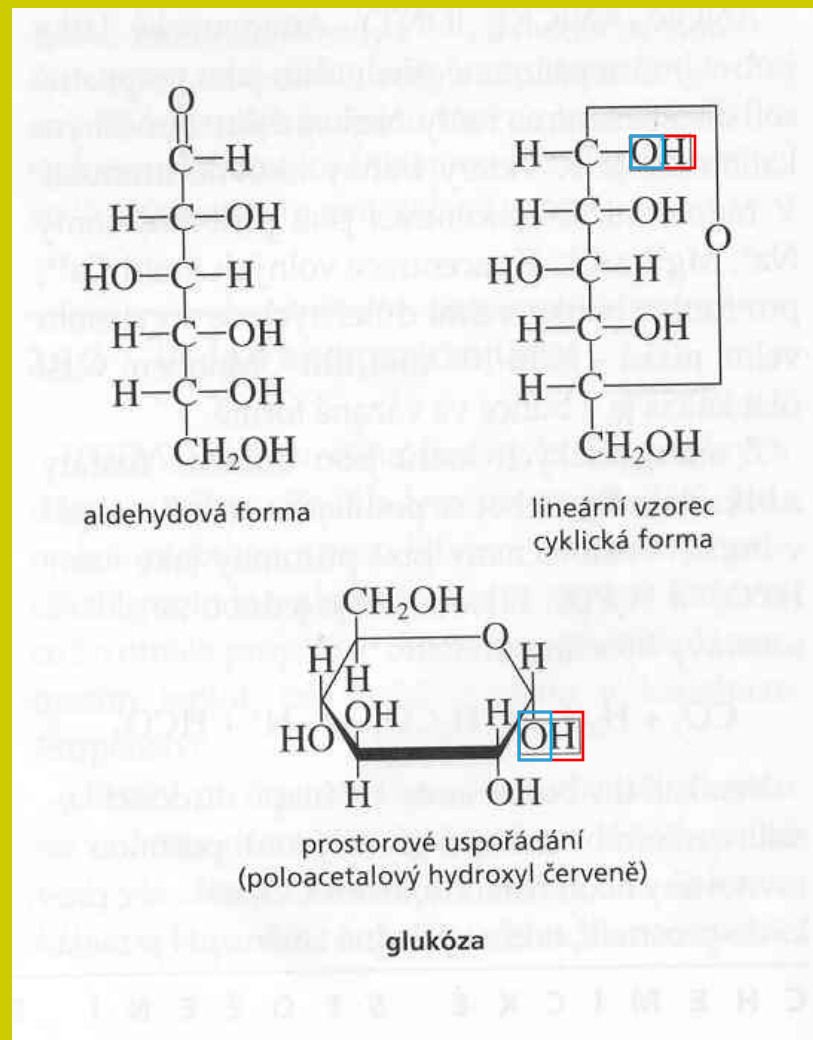
**Polarita** funkčních skupin – většina organických látek jedna a více funkčních skupin s polárními vlastnostmi (tj. schopnost tvorby vodíkových vazeb) nebo elektrolyticky disociovat.

## 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.

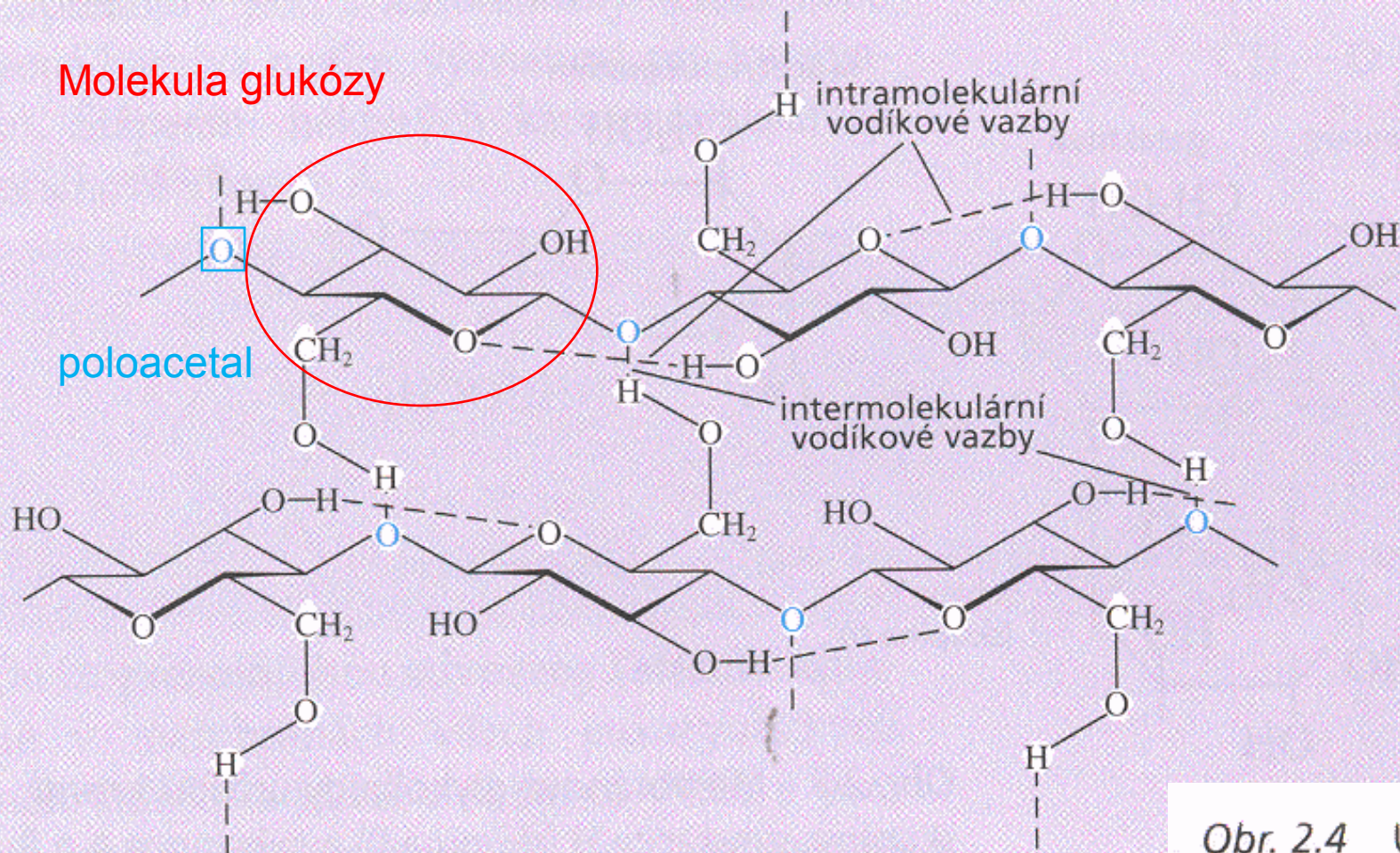
### Monosacharidy, disacharidy, polysacharidy.

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 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.

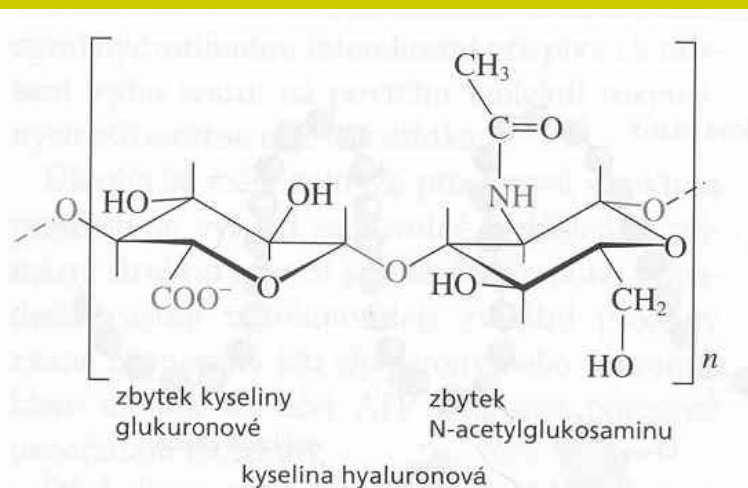
Glykosidy – kondenzace s necukernou složkou (aglykonem). Nestálost glykosidické vazby (v kyselém prostředí, enzymatické štěpení ...) i glukázami

**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

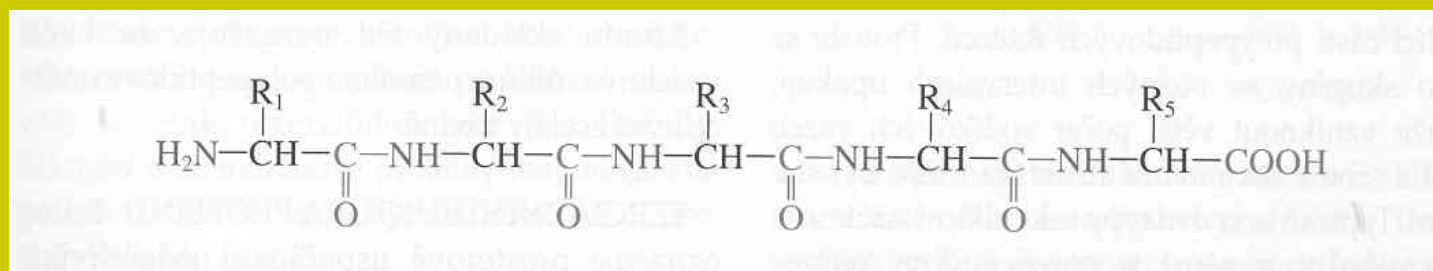
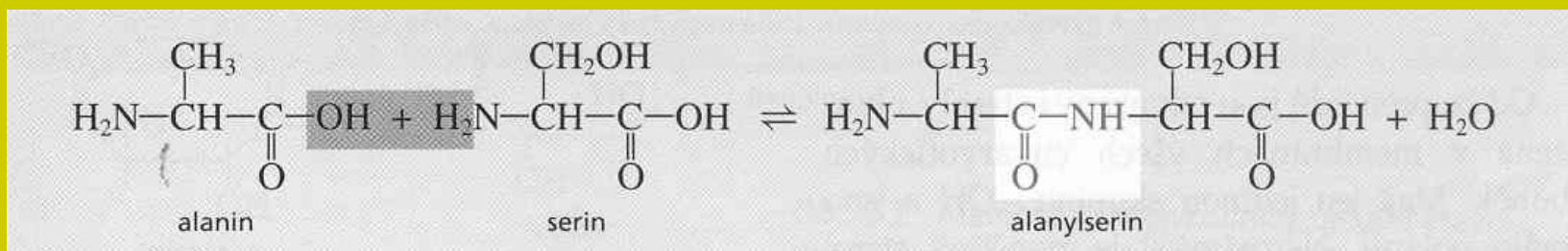
svojí vazbou na málo polární látky zvyšuje jejich rozpustnost ve vodě a tím vylučovatelnost.

# Aminokyseliny – proteiny – bílkoviny

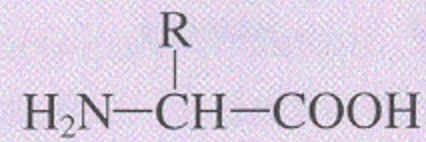
jsou peptidy ze zbytků aminokyselin (Ak). Jejich vazba (peptidická v.) je spojení aminoskupiny (NH<sub>2</sub>) a karboxylové skupiny (–COOH) tj. (–NH–COO–).

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

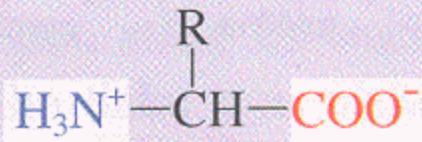
1 Ak (20) → **oligopeptidy** (<10 Ak-zbytků) → **polypeptidy** (10 – 100 Ak-zbytků) → **makropeptidy** = bílkoviny (>100 Ak-zbytků). Stejně jako u polysacharidů jsou bílkoviny nepolární.



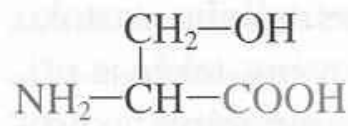
**Protaminy** (bazické polypeptidy s mnoho argininem v mlíčí). **Peptidové hormony** hypofýzy (ocytocin a vasopresin), slinivky břišní (insulin, glukagon). Antibiotika a jedy (penicilin aj., faloidin, amanitin)



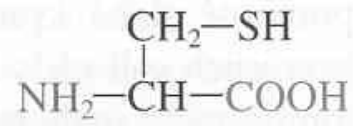
základní tvar



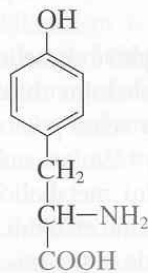
obojetný ion



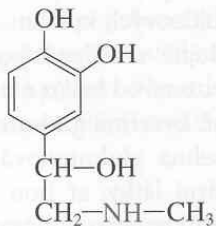
serin



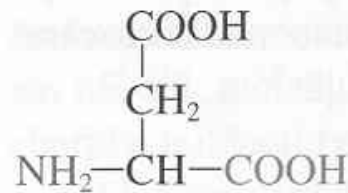
cystein



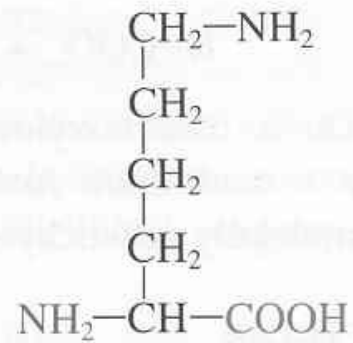
tyrozin



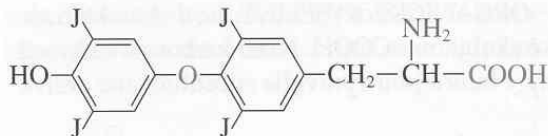
adrenalin



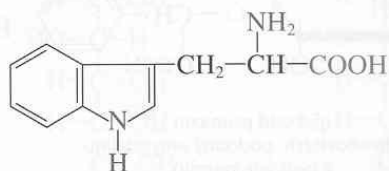
kyselina asparagová



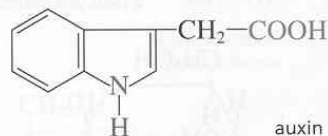
lyzin



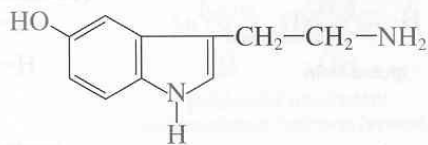
tyroxin (hormon štítné žlázy)



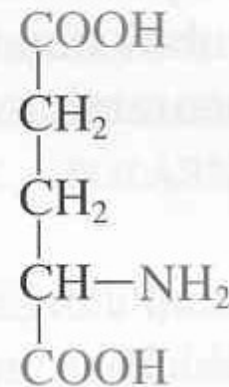
tryptofan



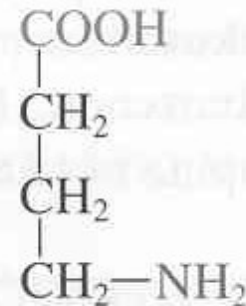
auxin




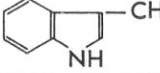

serotonin

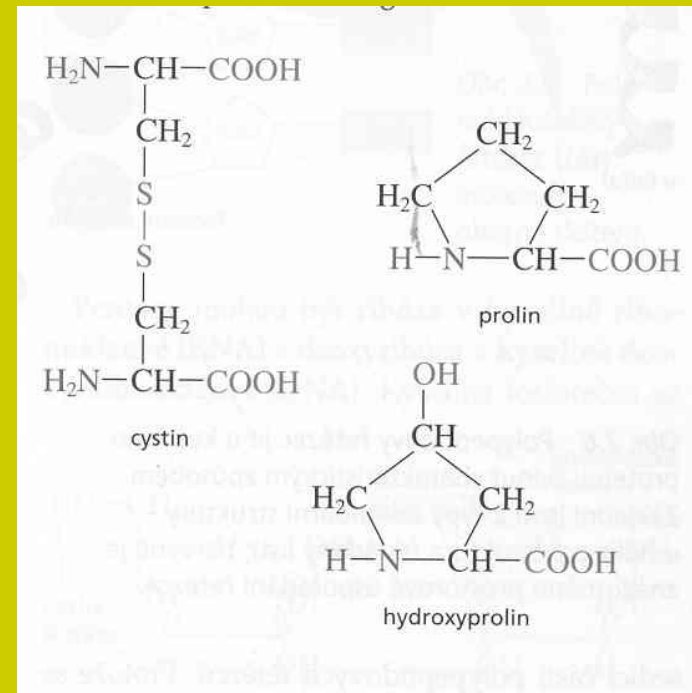


kyselina glutamová



kyselina  $\gamma$ -aminomáselná

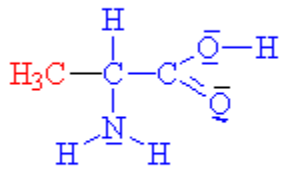
Název	Zkratka	R-	Typ
alanin	Ala	CH <sub>3</sub> -	hydrofobní
leucin	Leu	$\begin{array}{l} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}-\text{CH}_2- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	
isoleucin	Ile	$\begin{array}{l} \text{CH}_3-\text{CH}_2 \\   \\ \text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	
valin	Val	$\begin{array}{l} \text{CH}_3 \\   \\ \text{CH}- \\   \\ \text{CH}_3 \end{array}$	
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 <sub>2</sub> -	
tryptofan	Trp	 -CH <sub>2</sub> -	
methionin	Met	CH <sub>3</sub> -S-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -	polární
glycin	Gly	H-	
serin	Ser	HO-CH <sub>2</sub> -	
threonin	Thr	$\begin{array}{l} \text{CH}_3-\text{CH}- \\   \\ \text{OH} \end{array}$	
tyrosin	Tyr	HO-  -CH <sub>2</sub> -	
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 <sub>2</sub> -	bazický
lysin	Lys	H <sub>2</sub> N-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -	
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	$\begin{array}{l} \text{CH}=\text{C}-\text{CH}_2- \\   \quad   \\ \text{N} \quad \text{NH} \\    \quad / \\ \text{CH} \end{array}$	kyselé
kyselina asparagová	Asp	HOOC-CH <sub>2</sub> -	
kyselina glutamová	Glu	HOOC-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -	



**Esenciální aminokyseliny:**  
 arginin, izoleucin, leucin, lyzin, metionin, treonin, tryptofan, tyrosin, valin

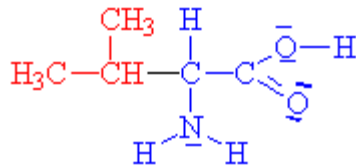
# Aminokyseliny nepolární

alanin



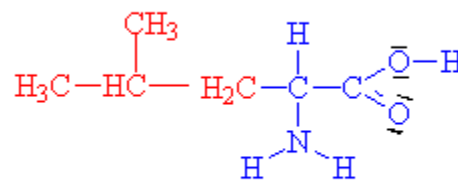
Ala A

valin



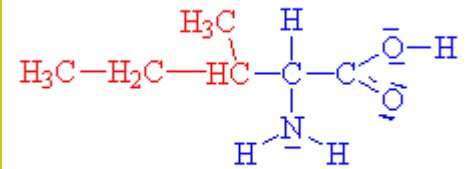
Val V

leucin



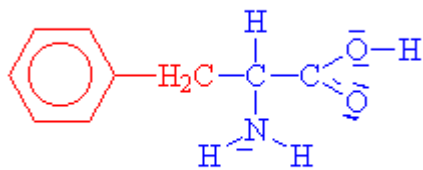
LEU L

isoleucin



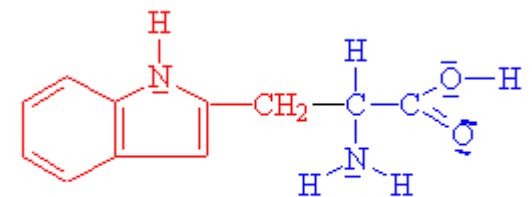
Ile I

fenylalanin



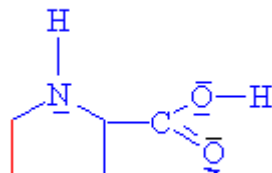
Phe F

tryptofan



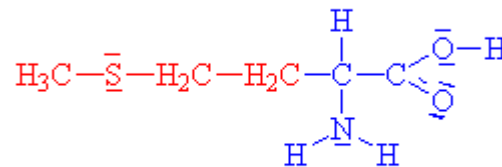
Trp W

prolin



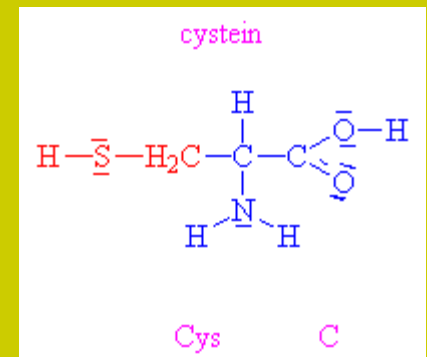
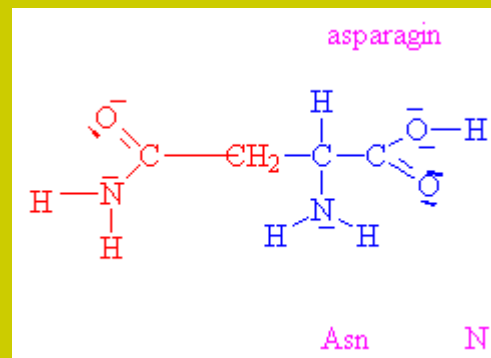
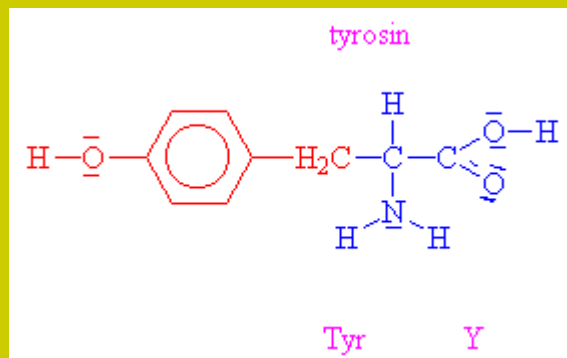
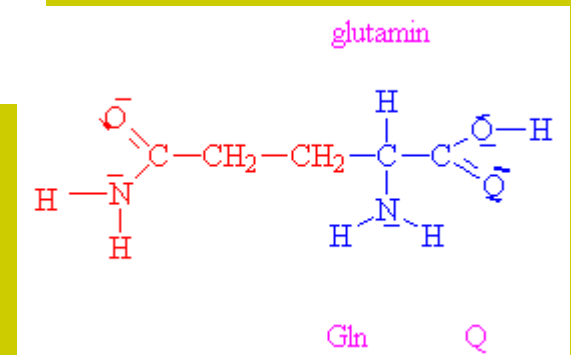
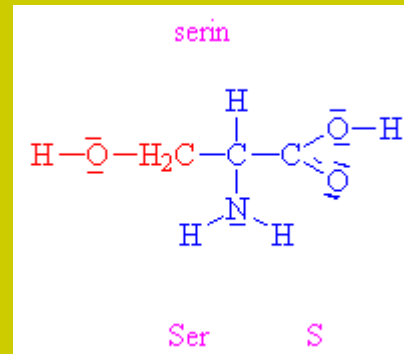
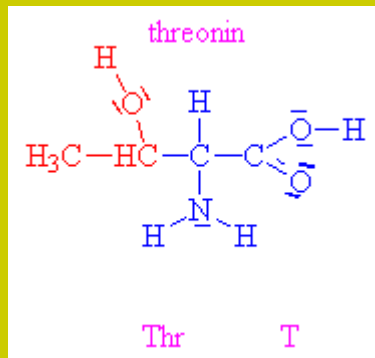
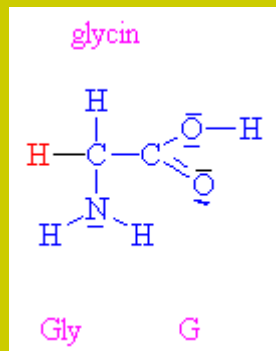
Pro P

methionin



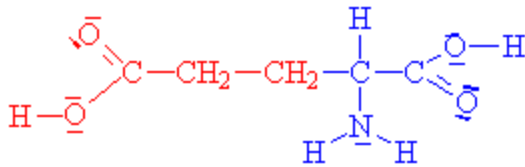
Met M

# Aminokyseliny polární



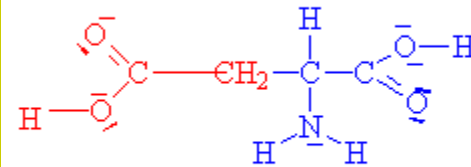
# Aminokyseliny kyselé

kyselina glutamová



Glu E

kyselina asparagová

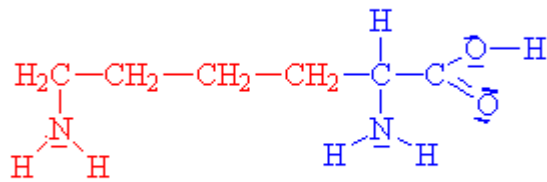


Asp D



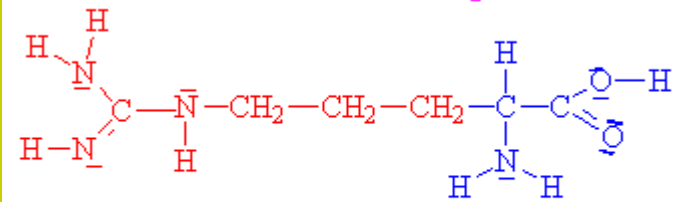
# Aminokyseliny bazické

lysin



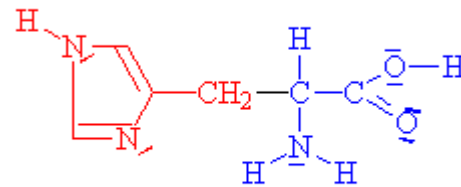
Lys K

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.

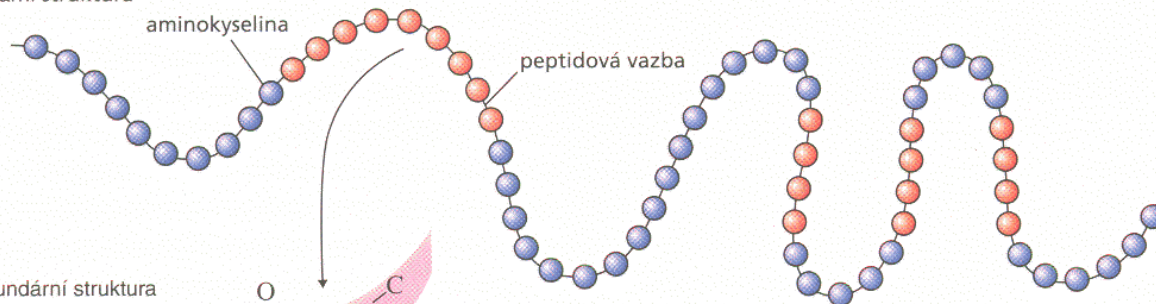
Význam: postranní řetězce nabývají jiné prostorové vztahy a vytváří ligandy, vazebná místa. Někdy **kvarterní struktura** – stavba bílkovinné molekuly (o.vlna).

**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)

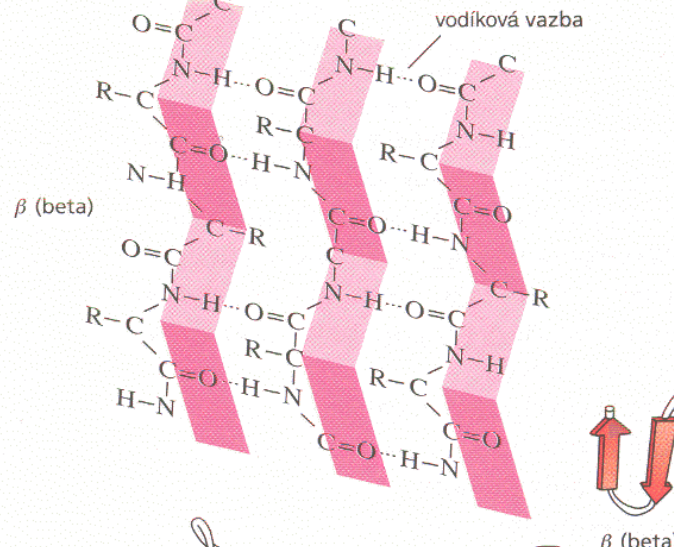
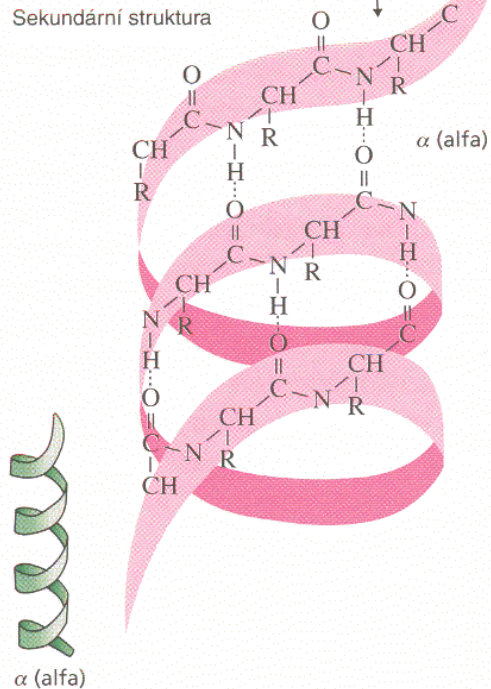
Globulární bílkoviny (sféroproteiny) – rozpustné koloidní látky s polárními skupinami. Protáhlé molekuly koloidu – značná viskozita“ stav **sol** – tekutý → stav **gel** polotuhý. Nerozpustné bílkoviny (skleroproteiny – fibrin,  $\beta$ - kreatin, &-keratin, myosin, fibrinogen a kolageny).

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 –  $\alpha$ -helix a  $\beta$ -struktura (skládaný list); barevně je znázorněno prostorové uspořádání řetězce.

Obr. 2.7 Prostorové uspořádání, tzv. terciární struktura proteinů (červeně části s  $\beta$ -strukturou, zeleně části s  $\alpha$ -strukturou).

## Další dusíkaté látky

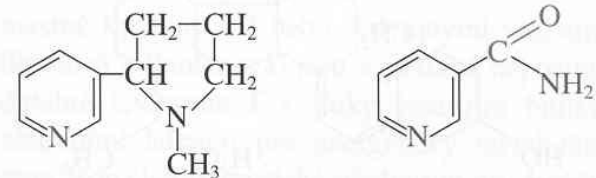
**Alkaloidy** – dusíkaté rostlinné sloučeniny většinou toxické pro živočichy.

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):

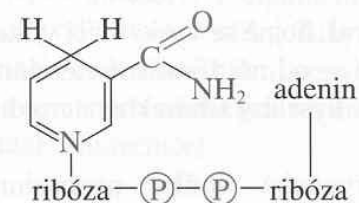
### N-cyklická báze

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

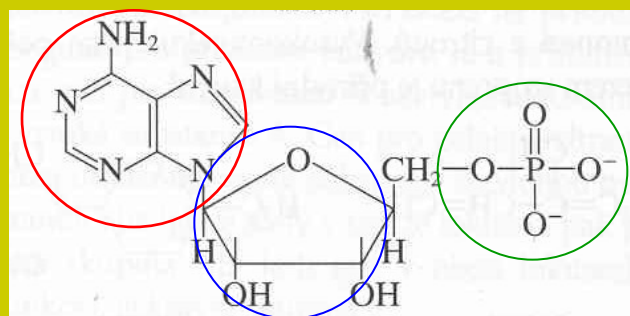


nikotin

nikotinamid



nikotinamid-adenin-dinukleotid  
(redukována forma)

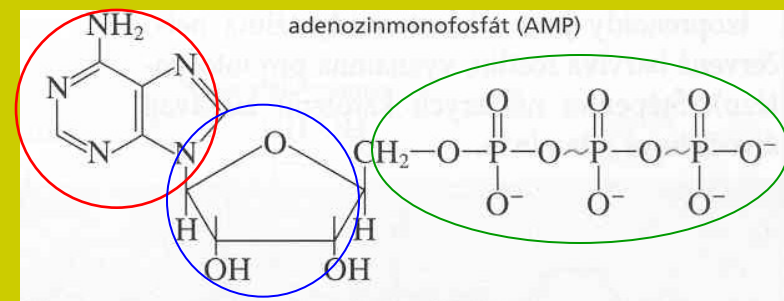


adenin

ribóza

fosfát

adenozinmonofosfát (AMP)



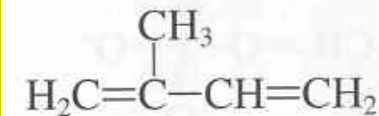
adenozinmonofosfát (AMP)

adenozintrifosfát ATP

(energeticky bohaté vazby červeně)

## Nepolární látky

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



izopren

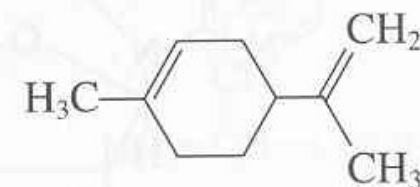
**Izoprenoidy** vznikají kondenzací nejméně dvou pětiuhlíkatých jednotek – viz limonen z citrusů.

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

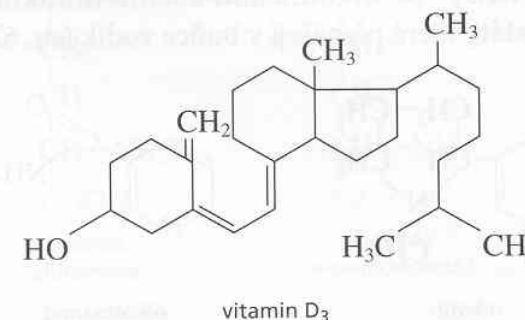
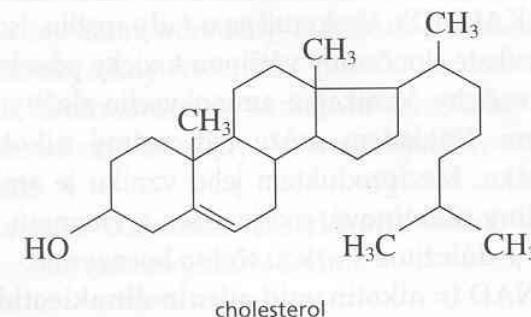
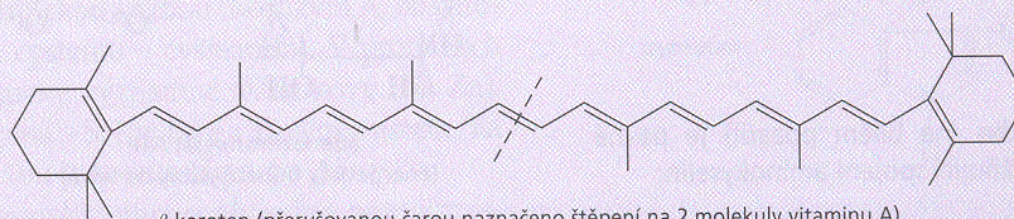
Od izoprenoidů odvozujeme i málo polární **steroly**.

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	<b>tuk:</b> 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:

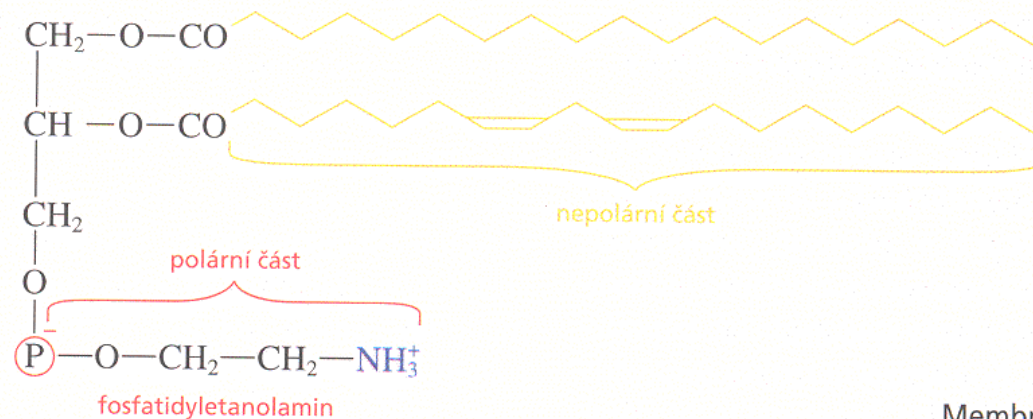
Palmitoolejová	16C	II	rybí o., máslo (4)
Olejová	18C	II	všechny oleje (80), tuky (30-50)
Eruková	22C	II	o.řepkový(45-55), hořčič.(>30)
Linolová	18C	II.II	o.(±50): lněný, mákový, slunečnicový
Linolenová	18C	II.II.II	o. vysých.: (lněný, konopný)
Eleostearová	18C	II.II.II.II.	dtto (čín.dřev.)
Arachidonová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

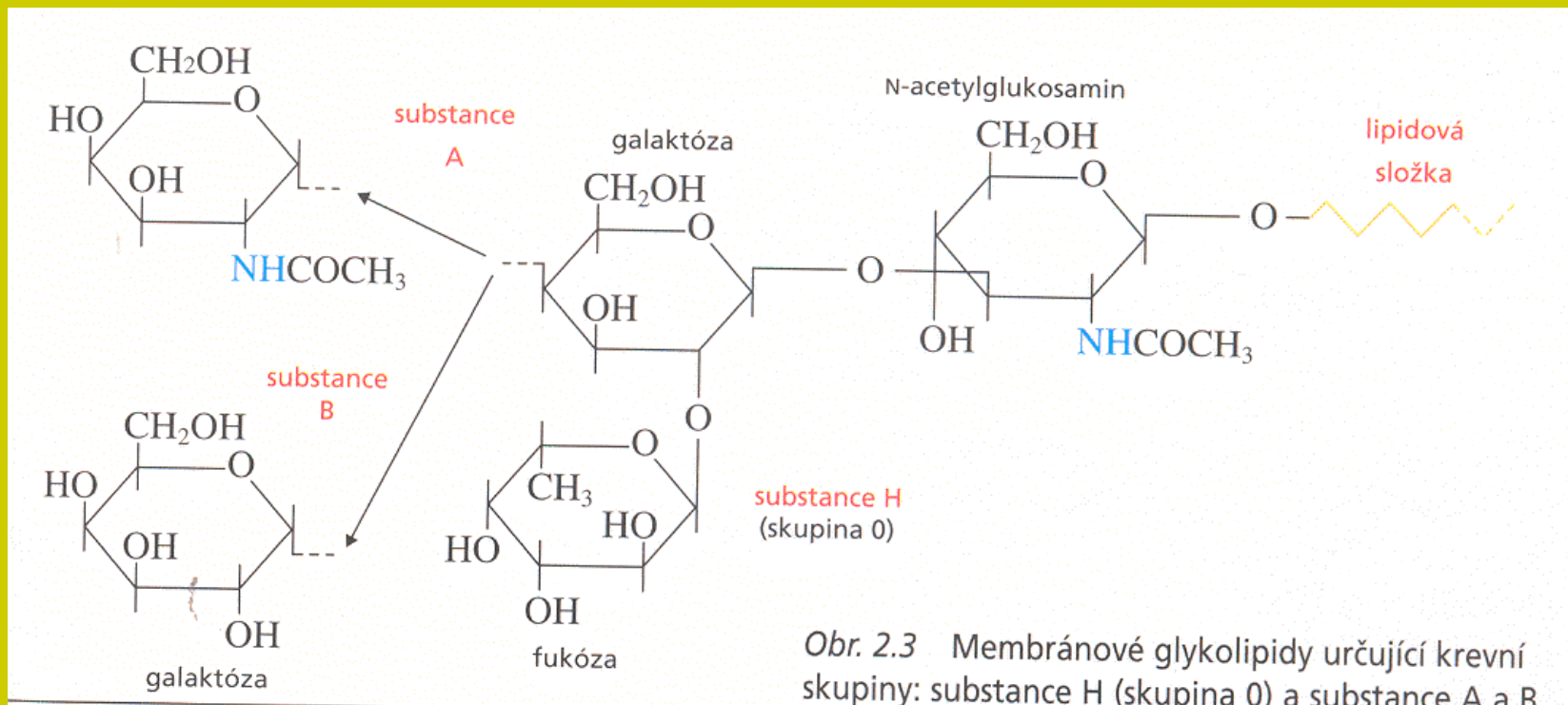
Fosfolipidy – zbytek kyseliny trihydrofosforečné s malou polární organickou molekulou (třeba cholin)

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**.

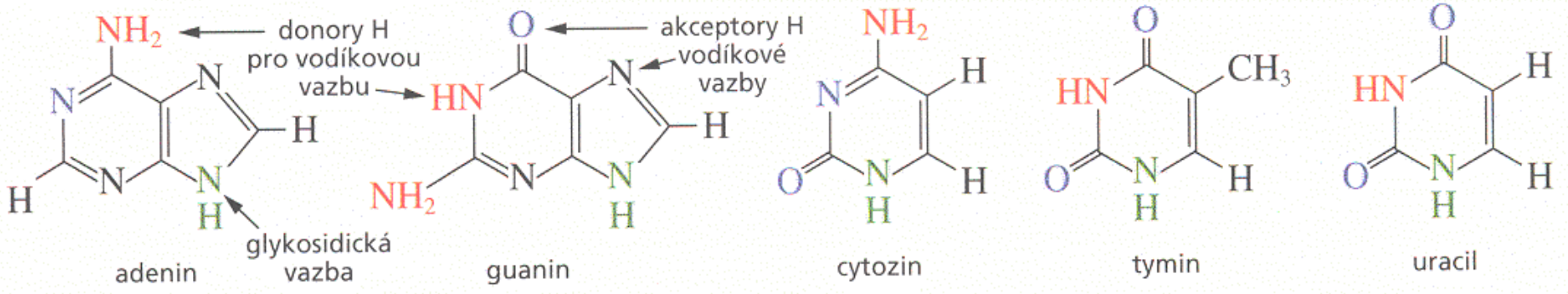
Základ nukleotidu tvoří cukr - **pentóza** (ribóza RNA nebo deoxyribóza DNA), **fosfát** (zbytek kyseliny fosforečné) a postranní (komplementární) **dusíkaté báze**

(purinové:	<b>adenin A</b>	<b>guanin G</b>
Pyrimidinové:	<b>tymin T</b>	<b>cytozin C</b>
	( <b>uracyl U</b> )	

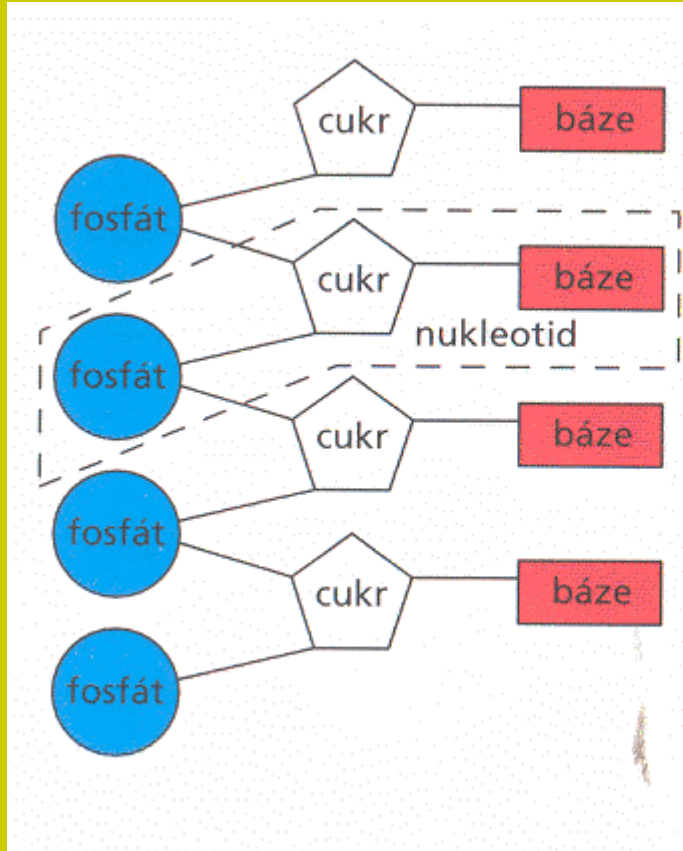
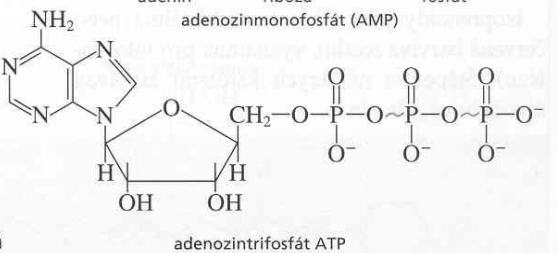
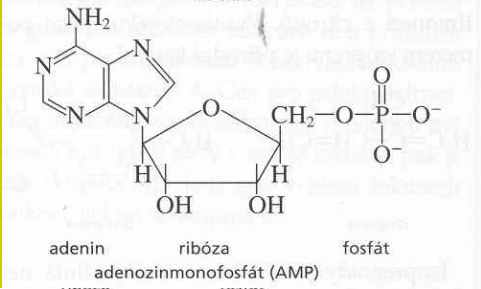
Dvouřetězcový útvar mezi komplementárními řetězci s vazbami komplementárních bází je stočený do **dvoušroubovice**. Řetězce jsou **antiparalelní**. Stabilní. Denaturací se oba řetězce oddělí (tají).

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.

# Homeostáza organismu

Zajištění stálosti vnitřního prostředí pro průběh základních životních procesů – nutnost řízení aktivity orgánů a tkání s cílem minimalizace změn ve vnitřním prostředí (dynamická rovnováha)

Základní vlastnost živé hmoty – potřeba energie

## Energetika živočichů

Získávání: tvorba a využití stávající organické hmoty: enzymatický rozklad organických látek

Všechny životní děje – neustálá přeměna energie

Dvoustupňová cesta (katabolismus x anabolismus):

a) energie z živin, transport glukózy → ATP v buňkách

b) štěpení ATP → uvolnění energie (vlastní metabolismus)

Odpad: ztrátové teplo

Řízení látkové přeměny – primitivnější: teplota prostředí – poikilotermové (exotermové)

pokročilejší: neurohumorálně – homoiotermové (endotermové) – využití ztrátového tepla s energetickými vklady navíc

**Klidový stav – určitá potřeba energie (rozdíly mezi orgány):**

**Bazální metabolismus (klid, termoneutrální zóna, postabsorpční stav)  
standardní m. (homoiotermové)**

**Velikost BM (BMR): muži 7200 kJ ženy 6500 kJ (ideál) – individuální rozdílnost  
– vzorce (vlivy věku, tělesné stavby, stupněm aktivity, stravováním aj.). BMI**

**Relativní BM je nepřímo úměrný hmotnosti (velikosti povrchu)**

**Klidový standardní metabolismus (poikilothermové)**

– nižší velikost na jednotku hmotnosti

**Zvýšení tepelné produkce homoiotermů:**

- práce (až 20-krát vyšší – trénovaní jedinci)

- při snížené teplotě okolí až 4krát více

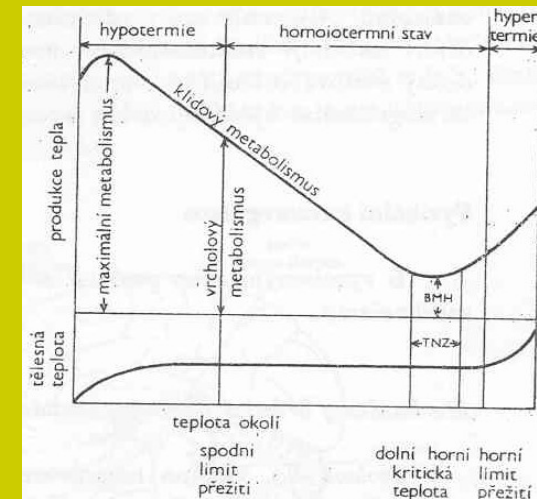
(metabolický kvocient 3 – 6)

- požití bílkovin – zvýšení metabolismu až o 30 %

(**teplotvorný /specificko-dynamický/ účinek potravy**, sacharidy a tuky  
pouze 5 – 10 %)

- horečka – zvýšení teploty o 1 °C – o 14 % vyšší produkce tepla

- gravidita a laktace – 30 %



**Pronikavé snížení velikosti metabolismu (dormance)**

**Diapauza**

**Kviescence**

**Hibernace**

**Estivace**

Tab. 4. Spalné teplo základných živin

Živina	Celkové spalné teplo		Stravi- telnost v %	Ztráty neúplnou oxidací		Fyziologické spalné teplo	
	kJ	(kcal/kg)		kJ	(kcal)	kJ	(kcal/g)
cukry (škrob)	17,37	(4,15)	98	—	—	16,75	(4,0)
tuky	39,35	(9,40)	96	—	—	37,68	(9,0)
bílkoviny	23,65	(5,65)	92	5,23	(1,25)	17,17	(4,1)

### Dělení živočichů podle typu přijímané potravy (B + T + C)

(všežravci: 15 + 30 + 55 % = 100 + 100 + 180 g)

Masožravci, býložravci – zvláštnosti)

### Využitelnost živin

**Princip izodynamie živin** – minimální podíl cukrů (10 %)

– esenciální MK (kys. arachidonová, linolová, linolenová)  
(20 – 30 mg pro kysu, pro člověka 3 – 5 g)

– esenciální aminokyseliny (6 – 12 g) – arginin, izoleucin,  
leucin, lyzin, metionin, treonin, tryptofan, tyrozin, valin

**Látková bilance** – jaké množství určité živiny je přijato z potravy do těla, přeměněno, vyloučeno (sledování změn v přeměně N – 16 % hmotnosti bílkovin).

**Bílkovinné optimum** – 1 g bílkovin na 1 kg hmotnosti (< 1/3 živočišných)  
Bílkovinné bilanční minimum – 20 – 30 g denně pro Evropany.

Bílkovinná malnutrice (nedostatečnost)

Potřeba aminokyselin: - syntéza peptidů a bílkovin v těle  
- možný zdroj energie

Zastoupení bílkovin v těle: do 20 % hmotnosti

Zastoupení sacharidů v těle: do 1 % hmotnosti (glykogenová rezerva asi 300 g,  
glykémie – normální koncentrace glukózy v krvi: 1 g na 1 l krve)

Zastoupení lipidů: 13 % hmotnosti těla

**Vitamíny** – látky, které si organismus nedovede syntetizovat. Malá množství.  
Součást enzymů, provitamíny.

Rozpustné v tucích (A D E K F), ve vodě (B C PP H)

Tab. 5. Základní vlastnosti vitamínů

a) Vitamíny rozpustné v tucích

Název a chemické složení	Fyziologický význam	Experimentální a klinické příznaky z nedostatku	Výskyt	Doporučený denní příjem u člověka
vitamíny skupiny A – karotenoidy, retinol (antixerofthalmický v.)	účinná složka zrakových pigmentů, podstatný pro normální epitelizaci	šeroslepost, rohovatění a vysychání dlaždicového a žlázového epitelu, zvláště rohovky a sliznic, loupání kůže, zpomalený tělesný růst	rybí tuk, játra savců, mléko, jako provitamín v mrkvi	1,3 mg
vitamíny skupiny D – kalciferoly (antirachitický v.)	podporuje vstřebávání vápníku, vápenatění kostí a zuboviny	měknutí a deformace kostí (křivice), zpomalení vápenatění kostí, demineralizace, zduření chrupavky	rybí tuk, játra savců, živočišný tuk	0,001–0,01 mg
vitamín E – tokoferol (antisterilní v.)	povzbuzuje tvorbu gonadotropních hormonů (?), antioxidační aktivita, vliv na reduktázu cytochromu c	atrofie semenných kanálků se zastavením spermiogeneze, potraty, ukládání tuku do jater, degenerace svalů	obilné klíčky, olej podzemnice olejné	30 mg (kočka vitamín E nepotřebuje)
vitamín K <sub>1</sub> – fylochinon (antihemoragický v.)	podporuje syntézu protrombinu v játrech	zpomalení srážení krve	zelené rostliny, játra	1 mg



## b) Vitamíny rozpustné ve vodě

vitamín B <sub>1</sub> — aneurin, tiamin	součást karboxyláz ketokyselin (odštěpování CO <sub>2</sub> v Krebsově cyklu)	obrný, svalová atrofie, srdeční nedostatečnost, achylie, poruchy resorpce (beri-beri)	droždí, obilí, játra	0,4—1,8 mg
vitamín B <sub>2</sub> — laktoflavin, riboflavin	součást žlutých enzymů flavinadenindinukleotidů (přenos vodíku)	zastavení růstu, keratitida, poruchy rohovky a sítnice	droždí, obilí, břílek, játra, mléko	1,6—2,6 mg
vitamín B <sub>5</sub> — kyselina pantotenová	aktivace a odbourávání mastných kyselin, oxidativní dekarboxyláza ketokyselin, acetyláza	poruchy nervové koordinace, svalové křeče	kvasnice, játra, srdce	5—10 mg
vitamín B <sub>6</sub> — pyridoxin	součást transamináz a dekarboxyláz aminokyselin	zastavení růstu, dermatitida, epileptiformní křeče, porucha tvorby hemoglobinu (hypochromní anémie, leukopénie)	droždí, obilí, játra, maso, mléko	2—4 mg
vitamín PP — amid kyseliny nikotinové, niacin	součást pyridinových koenzymů dehydrogenáz (metabolismus aminokyselin)	dermatitida osvětlených částí těla, stomatitida, gastroenteritida, parestézie, ztráta vědomí (pelagra)	droždí, obilí, rajčata, játra, mléko	12—18 mg
kyselina listová — kyselina pteroylglutamová	součást enzymů štěpících některé aminokyseliny	megaloblastóza kostní dřeně, makrocytární anémie	zelené listy, droždí, játra, mikroorganismy	0,05—0,5 mg
vitamín B <sub>12</sub> — cyanokobalamin	účast na metylacích, význam při metabolismu nukleových kyselin	megalocytární hyperchromní anémie, glositida, achylie, degenerace míšních nervů	játra, různé mikroorganismy	0,3—3 mg
vitamín H — biotin	součást dekarboxylujících deaminujících a dehydrogenačních enzymů	dermatitida, seborea	játra, žloutek, mléko, droždí	0,3 mg
vitamín C — kyselina askorbová	ovlivnění koloidního stavu kolagenové mezibuněčné hmoty, vliv na redoxní systémy	časté krvácení z dásní, kůže, kloubů, sklon k infekcím (kurděje — skorbut)	citrusové plody, paprika, šípky, petržel, černý rybíz	50—75 mg

## **Minerální látky**

Makroelementy – Ca P Na K

Mikroelementy (stopové) – I Co Fe Cu Mn Zn

Změny v potřebě živin během života (růst, těhotenství a kojení), práce, podnebí

## **Racionální výživa** (versus „zdravá v.“ – subjektivní)

Cukry

Tuky

Bílkoviny

Vitaminy

Voda, minerální látky (včetně stopových)

Vláknina (nestravitelné zbytky)

Výživa s rozumem – člověk všežravec.

Nebezpečí (skryté) reklamy, nabídkou, přístupem (slevy), složení.

Rizika potlačování fyziologických mechanismů (proces trávení versus výkonnost, pocit nasycení, volumostatický efekt potravy – čokoláda versus zelenina).

Poruchy příjmu potravy (anorexie, bulimie, ortorexie – posedlost zdravou výživou)