

# 2023 Fyziologie živočichů (a člověka)

**Bi2BP\_FYZP, Bi2BP\_FYZL**

**III. ročník 1/0/2 Z** písemka a ústní zkouška

**doc. RNDr. Žáková, Ph.D.**

**doc. RNDr. B. Rychnovský, CSc.**



# 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

Část přednášek bude věnována tj vývojem jednotlivých soustav a srovnáním těchto soustav u člověka s jinými živočichy



# Fyziologie

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

**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 mechanismy organismů, = syntéza fyzikálních a chemických metod v biologii



**F.ž. - důraz klade na funkční stránku organismu, rozebírá jednotlivé procesy, ale skládá je i 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 → výsledkem jsou všechny poznatky fyziologie**



## **Počátek fyziologických výzkumů – 2. polovina 18. století**

Jiří (Georgius ) Procházka (1749-1820),

Jan Evangelista Purkyně (1787-1869) Praha, čas. Živa, Sokol

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

Žáci: Tomáš Vacek (1899-1942), zakladatel moderní srovnávací  
fyziologie hospodářských zvířat

prof. V. Laufberger (1890-1986), Brno MU, Praha, metamorfóza  
neotenického axolotla, ferritin, viděl leč nerozpoznal mitochondrie,

Prof. Vladimír Janda (1928-2002), Praha, zakladatel moderní  
léčebné rehabilitace

Prof. V. Janda MU Brno, fyziologie adaptací



## **Současnost**

**Prof. Václav Kubišta**, (1925, glycerofosfátový zkrat v buňkách hmyzu)

**Prof. Jozef Zachar**, (1924, vápníkové kanály a elektrofyziologie na modelu raka),

**Prof. Jan Bureš**, (1924, elektrofyziologie paměti, šířící se korová deprese),

**Prof. Helena Illnerová**, (obr.) absolventka PŘF UK Praha, cirkadiální rytmy, předsedkyně Akademie věd České republiky.

**Prof. František Vyskočil**, Kapitoly z fyziologie živočichů a člověk, 2004

**doc. Martin Vácha**, MU Brno, cirkadiální rytmy buněčných a vyšších systémů

## 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.

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.

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

Prof. RNDr. František Vyskočil, DrSc. Kapitoly z fyziologie živočichů a člověk, **2004**

<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 (in English).**

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



# Organické a anorganické látky jako součást tkání, orgánů

## Anorganické látky (soli)

- a) rozpustné
- b) nerozpustné

## Organické látky

### LÁTKOVÉ SLOŽENÍ ORGANISMŮ

#### Prvky

v jednoduché formě, jednoduchých, ale i složitých sloučeninách.

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

Několik typů dělení A,B,C,D

**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** ( $10 - 10^{-2}$ ) (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, N, 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(cadm), Al, Ge, Sn, Pb, As, Cr, Mo, Co, Ni

**Kontaminující** He, Ar, Hg, Tl (thal), Bi (bis), Se, Au



Tab. 1: Průměrné prvkové složení těl suchozemských živočichů

Prvek	%	Prvek	%	Prvek	%	Prvek	%
<b>O</b>	70	<b>Ca</b>	$5 \cdot 10^{-1}$	<b>Mn</b>	$7 \cdot 10^{-3}$	<b>F</b>	$8 \cdot 10^{-5}$
<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>	$8 \cdot 10^{-4}$	<b>Se</b>	5
		<b>P</b>	$7 \cdot 10^{-2}$	<b>Zn</b>	3	<b>Ni</b>	3
		<b>Mg</b>	5	<b>Li</b>	1	<b>As</b>	3
		<b>S</b>	4	<b>Cu</b>	1	<b>Mo</b>	2
		<b>Cl</b>	2	<b>Ba</b>	1	<b>Co</b>	1
		<b>Na</b>	2			<b>I</b>	1
		<b>Al</b>	2			<b>Hg</b>	$1 \cdot 10^{-7}$
		<b>Fe</b>	2			<b>Ra</b>	$1 \cdot 10^{-12}$



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, kosti, zuby, NK

**Cl** – chloridy v tekutinách, vzruch

**F** – zpevňující opornou soustavu, zuby

**S** – součást bílkovin, oxidační reakce, desinfekce krve

**K** – vnitrobuněčná tekutina, vzruch

**Na** – mimobuněčná tekutina, vzruch

**Mg** – kontakce svalů, nervosvalová dráždivost, enzymatické pochody

**Fe** – oxidační děje – dýchací barvivo

**Cu** – enzymy, dýchací barvivo

**I** – jodované tyroziny pro metabolismus

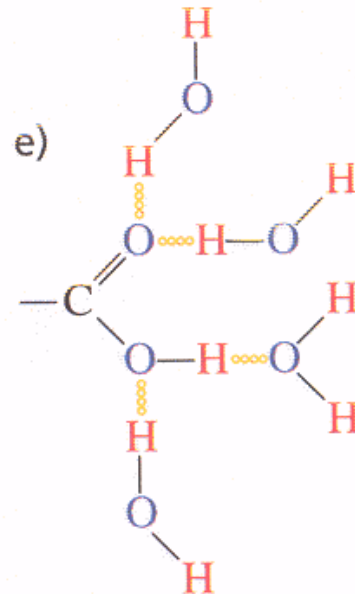
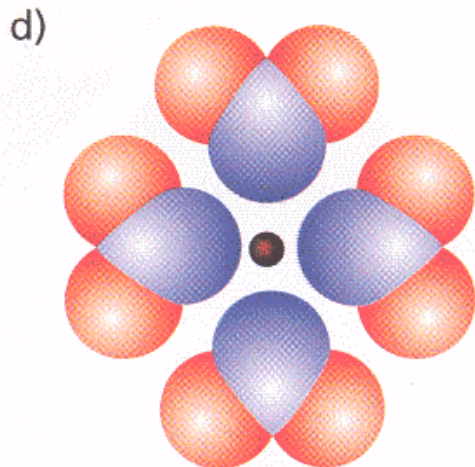
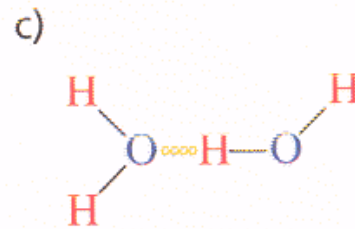
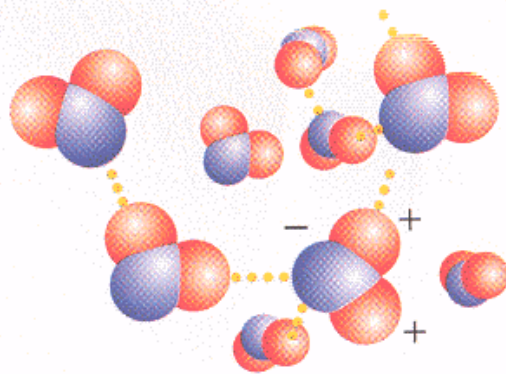
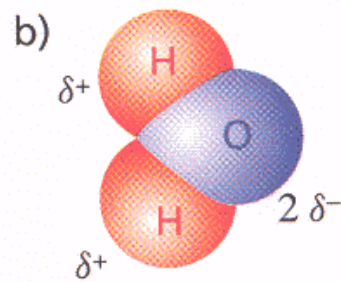
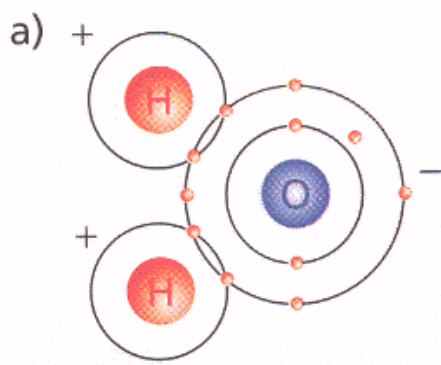
**Br** – inhibitor nervových procesů, i. činnosti štítné žlázy

**Mn** – aktivátor enzymů, křetvorba, růst plodu

**Zn** – inhibitor nukleotidáza dsyntéza DNA, podpora činnosti imunních buněk, produkce bílkovin,

**Co** – křetvorba, 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 (  ) a model dynamických agregátů molekul vody v kapalném skupenství; (d) hydratace kationtu  $Mg^{2+}$  (uprostřed); (e) hydratace karboxylové skupiny  $-COOH$  vznikající vodíkových vazeb s molekulami vody.



Tab. 3: Podíl vody v některých živočišných organismech

Organismus	Obsah vody (%)
Trepka	Až 99
Chobotnice	90
Dešť'ovka	88
Rak	84
Pstruh	80
Skokan	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

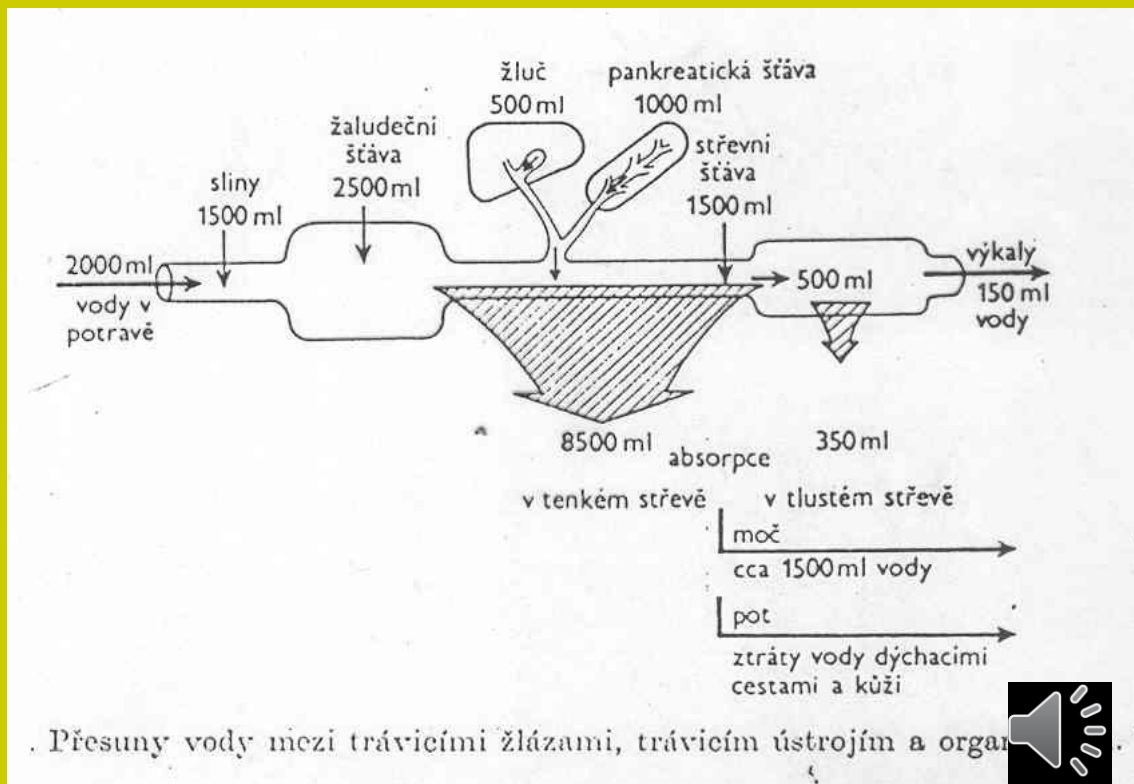
900 ml výpar

Doplňování:

potrava 800 (–) ml

nápoje 950 (–) ml

metabolická voda 250 ml





# Anorganické látky (soli)

- a) rozpustné
- b) nerozpustné

# Organické látky

**Všude kolem nás, stavební jednotky živých soustav**

**Základní organické látky:** Sacharidy, lipidy, bílkoviny, NK

Základ: řetězce atomů C (otevřené, cyklické)

**Uhlovodíky** – C a H,

– el. náboj rozložen nesymetricky, nepolární látky,  
nerozpustné ve vodě, rozpustné v organických  
rozpouštědlech

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





SACHARIDY



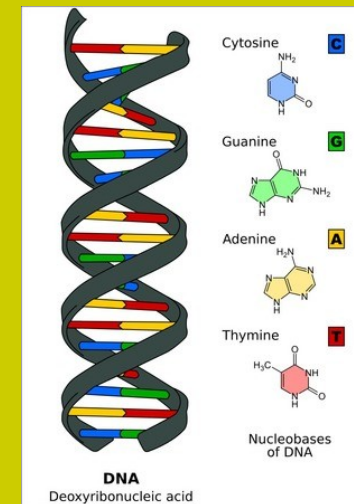
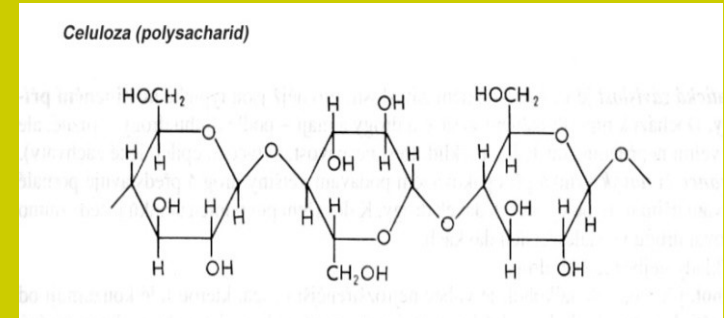
# Charakteristika sacharidů

- nejrozšířenější organické látky, tvoří největší podíl organické hmoty na Zemi
- česky nesprávně cukry! - Jako cukr lze označit pouze takový sacharid, který se nám jeví jako sladký → cukry jsou tedy pouze **monosacharidy** a některé **disacharidy**
- **SACHARID = GLYCID**
- Molekuly tvořeny atomy: uhlíku, vodíku a kyslíku
- Chemicky jsou odvozeny od jednoduchých uhlovodíků nahrazováním některých jejich vodíků následujícími funkčními skupinami: hydroxylovou (OH), aldehydickou (-COH), ketonickou (-CO-) a karboxylovou (-COOH)
- Vlastnosti fyzikální x chemické (redukční účinky: karbonylová sk. C plus dvojná vazba (ald nebo ket) → karboxylová sk)



# Význam sacharidů

- Mezi sacharidy, lipidy a bílkoviny = hlavní živiny (50-55%), ženy 250-300 g, muži 280-310 g
- Stavební materiál (tunicin, celulóza)
- Příjem z potravy (alternativně je může organismus získat látkovou přeměnou aminokyselin (z proteinů) či glycerolu (z lipidů))
- Energetický zdroj - krátkodobá zásobárna energie (škrob, inulin...) (monosacharidy, disacharidy)
- Součást nukleotidů a nukleosidů (struktura DNA)
- Součást fyziologicky významných látek (koenzymy, hormony, antibiotika)



# Chemické vlastnosti

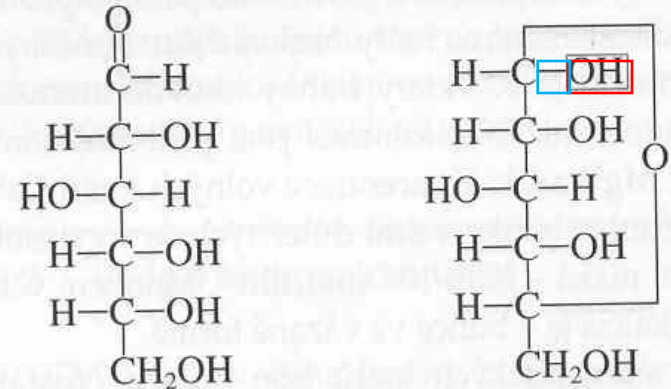
## Cukry – sacharidy

Přirozené organické látky, většinou rostlinného původu. Odvozeny z polyalkoholů dehydrogenací (odštěpení H) jedné alkoholické (hydroxylové –OH) skupiny v karboxylovou (=O).

–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.

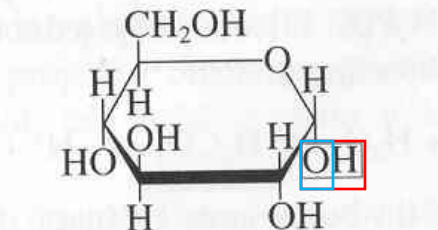
Chemické vlastnosti v důsledku mnoha –OH polárních hydroxylových skupin (glykosidická vazba).

odštěpení H) jedné alkoholické (hydroxylové –OH)



aldehydová forma

lineární vzorec  
cyklická forma



prostorové uspořádání  
(poloacetalový hydroxyl červeně)

glukóza



# Chemické vlastnosti

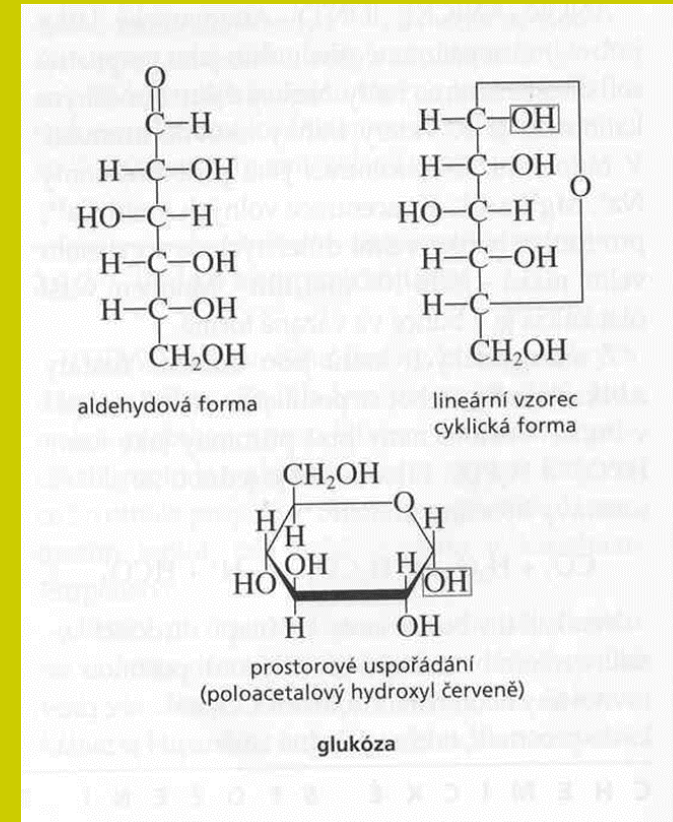
Chemické vlastnosti v důsledku mnoha –OH polárních hydroxylových skupin (glykosidická vazba). **Glykosidickou vazbou se označuje acetálová vazba sacharidů s hydroxylovou skupinou (-OH) postranního řetězce**

u složených cukrů

1. aminokyselin (v proteinu) nebo
2. jiného sacharidu nebo různých
3. derivátů lipidů

Nestálost glykosidické vazby

(v kyselém prostředí, enzymatické štěpení ...)  
i glukázami

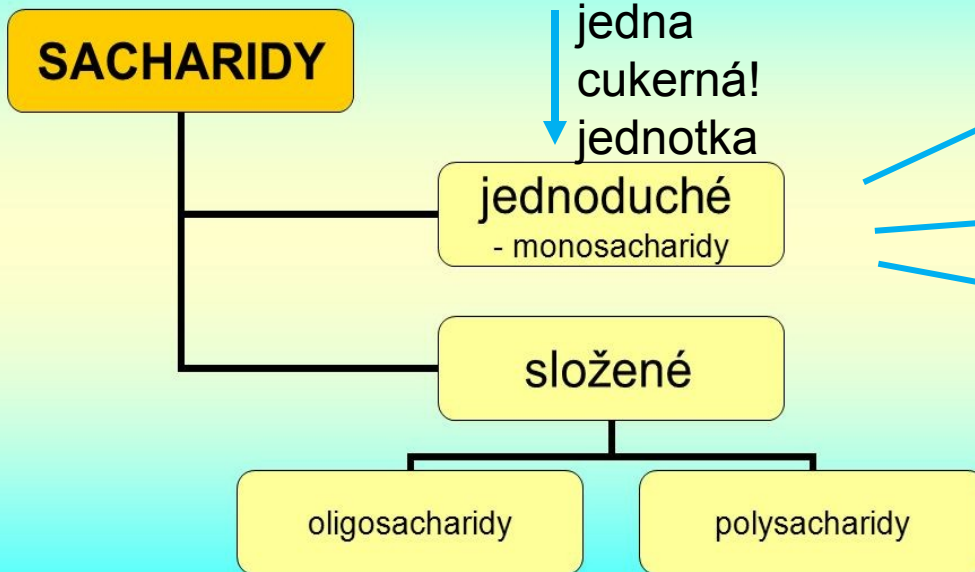


# zástupci sacharidů

- Monosacharidy – 1cukerná jednotka  
glukóza („hroznový cukr“), fruktóza („ovocný cukr“), galaktóza
- Oligosacharidy – (2 – 10)
  - Dis: Sacharóza („řepný cukr“) – fruktóza + glukóza
  - Maltóza („sladový cukr“) – 2 molekuly glukózy
  - Laktóza („mléčný cukr“) – glukóza + galaktóza
- Polysacharidy –  $\geq 10$ 
  - Škrob** (nejdůležitější produkt metabolismu rostlin), **glykogen** (rezervní látka u živočichů), **inulin** (polymer fruktozy, vláknina, prebiotikum), **celulóza** (tvoří větší část rostlinné tkáně, zvířata mají speciální bakterie k trávení), **chitin** (tvoří exoskelet členovců, buněčnou stěnu hub a řas, heparin (zabraňuje srážení krve)



# ROZDĚLENÍ SACHARIDŮ



cyklické

necyklické

aldózy (CHO)

Funkční skupiny

ketózy (R-CO-R)

Dle počtu C

tvoří **2 - 10** monosacharidových pod jednotek (významné **DISACHARIDY**)

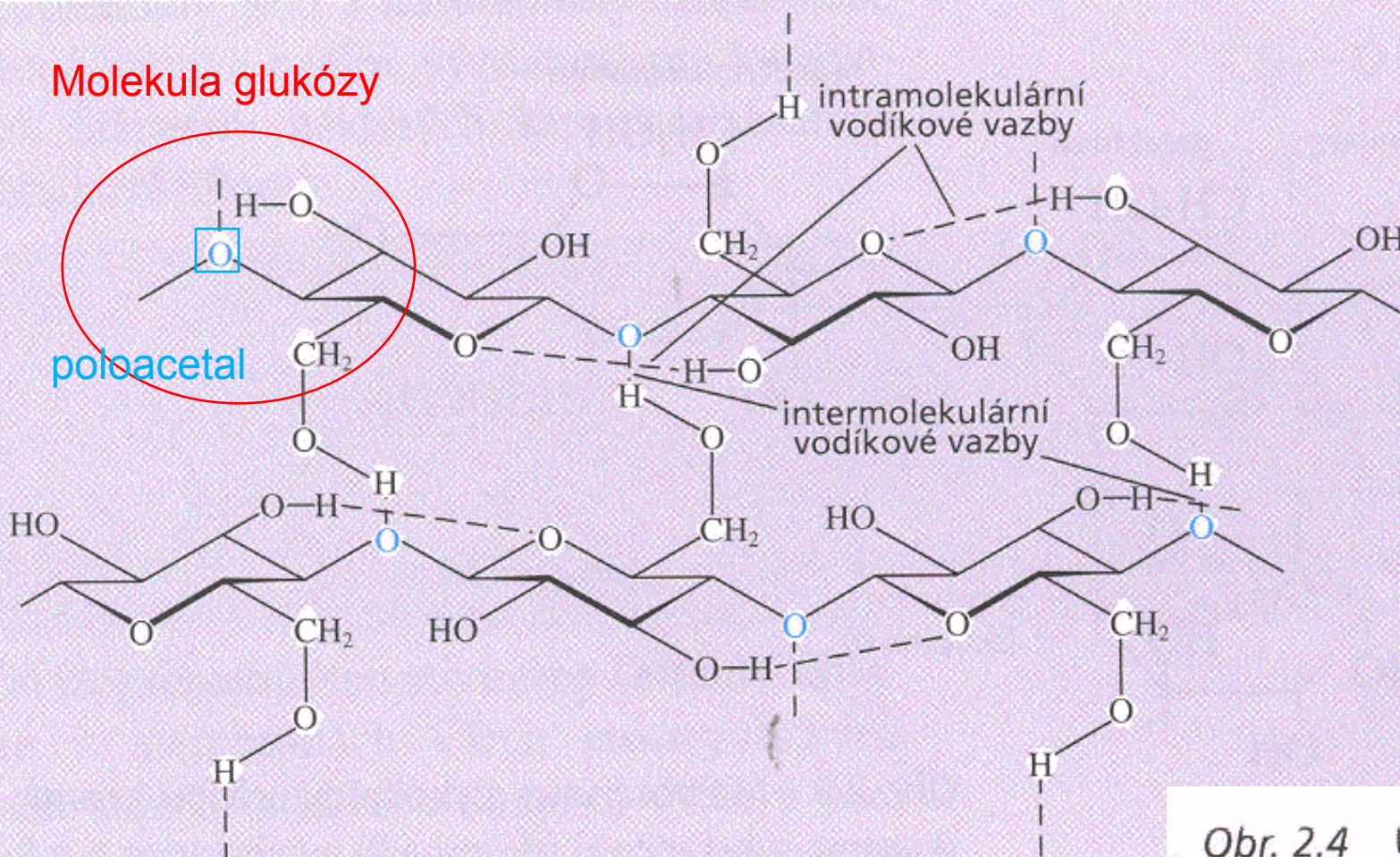
jsou složeny z **deseti, stovek až tisíců cukerných jednotek**. Čím delší řetězec, tím pomalejší je uvolňování glukózy





Molekula glukózy

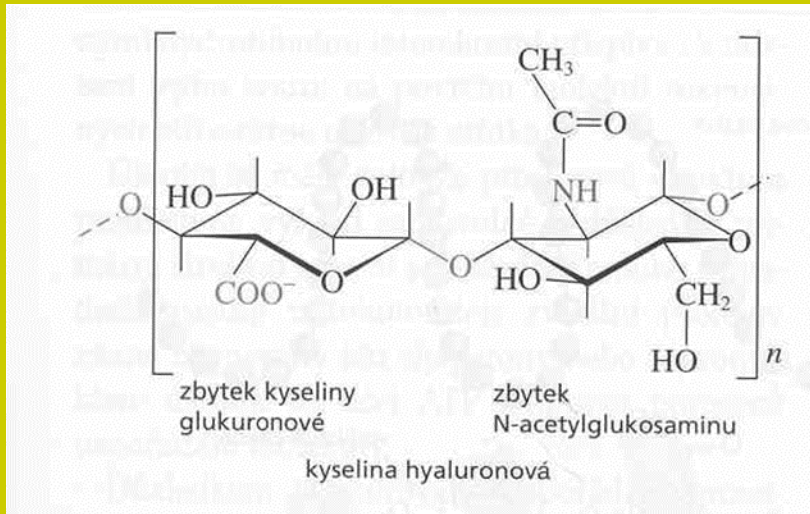
celulóza



Obr. 2.4 Úseky dvou paralelních molekul celulózy.

Intramolekulární vodíkové vazby udržují přímou řetězce, intermolekulární d... řetězce pohromadě





Kyselina glukuronová – derivát glukózy svojí vazbou na málo polární látky zvyšuje jejich rozpustnost ve vodě, a tím vylučovatelnost, je také součástí několika významných polysacharidů, např. kyseliny hyaluronové, které tvoří podstatnou část mezibuněčné hmoty v některých tkáních.



## Chemické vlastnosti



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

### Složené cukry – s necukernou složkou

Glykosidickou vazbou se označuje acetálová vazba sacharidů s hydroxylovou skupinou (-OH) postranního řetězce

1. aminokyselin (v proteinu) nebo 2. jiného sacharidu nebo 3. různých derivátů lipidů

### Vznik karboxylových kyselin:

Oxidace na posledním C – vznik karboxylových kyselin – 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.



# Další poznatky

- **Vláknina:** směs nestravitelných (nebo jen částečně stravitelných) polysacharidů – lepší trávení, předcházení diabetu, či rakoviny tlustého střeva, pro- a prebiotika
- **Glykemický index (GI)** je údaj, který vyjadřuje s jakou rychlostí po požití konkrétní potraviny vzrůstá hladina krevního cukru. Potraviny s nižší hodnotou GI zvyšují glykémii pozvolněji, výhoda při diabetu, nadváze, ale i při prevenci a léčbě kardiovaskulárních onemocnění. snížení rizika hypoglykémie a předčasného nástupu pocitu hladu. U potravin nad 70 GI pocit sytosti zůstává pouze na malou chvíli, poté vzniká hlad. (Vysoký GI je nad 70)
- 
- **Glykémie:** koncentrace glukózy v krvi (rozmezí hodnot 3,9–5,6 mmol/l nalačno a po jídle nižší než 10 mmol/l). Pokles glykémie pod hodnotu 3,2 mmol/l se označuje jako hypoglykémie. **hyperglykémie a je základním projevem diabetes mellitus**



# Příklady GI potravin

Mezi potraviny s nízkým glykemickým indexem ( $GI < 50$ ) patří zelenina, houby, luštěniny, ořechy, nesladké mléčné výrobky, většina druhů ovoce. Střední hodnotu glykemického indexu ( $GI 50-70$ ) vykazuje celozrnné pečivo, těstoviny, rýže, ovesné vločky, sladké ovoce (banány, hroznové víno, sušené ovoce), müsli tyčinky.

Smažené hranolky	86
Chléb pšeničný bílý	70-80
Celozrnný chléb	56
Sojové boby v konzervě	18
Čokoláda hořká 70 % kaka	22 (mléčná 56)
Kaše ovesná	48
Hroznové víno	56
Meruňky sušené	35
Rýže bílá	64
Glukóza	100
Fruktóza	20
Med	90



# Bílkoviny





# Co jsou bílkoviny?

**Bílkoviny** Biopolymery, peptidy ze zbytků aminokyselin (AK). Jejich vazba (peptidická v.) je spojení aminoskupiny ( $\text{NH}_2$ ) a karboxylové skupiny ( $-\text{COOH}$ ) tj. ( $-\text{NH}-\text{CO}-$ ). Řetěžením ztrácí tyto funkční skupiny význam a uplatňují se postranní řetězce s různými funkčními skupinami.

- 21 aminokyselin (čím více jich bílkovina má tím lépe)
- **Esenciální NEUMÍ VYTVOŘIT** (valin, leucin, isoleucin)
- **Semiesenciální DOKÁŽEME SYNTETIZOVAT** (arginin, histidin)
- **Neesenciální UMÍ VYTVOŘIT** (gly, alanin, ser, cys, asparagová, glutamová, tyr, pro)



# Rozdělení bílkovin



## Podle délky řetězců

- **oligopeptidy** (obsahují 2 – 10 aminokyselin)
- **polypeptidy** (obsahují 11 – 100 aminokyselin)
- **bílkoviny** - proteiny (více než 100 aminokyselin)
- obsahují uhlík (C), vodík (H), kyslík (O), dusík (N), síra (S)(cystein)
- stavební kámen všech buněk (enzymy, hormony, albuminy, globuliny, adrenalin, serotonin, kreatin, karnitin...)
- molekuly v trávicím ústrojí rozloženy na aminokyseliny, trvá poměrně dlouho
- Stejně jako u polysacharidů jsou bílkoviny nepolární.





# Rozdělení bílkovin

Dle složení:

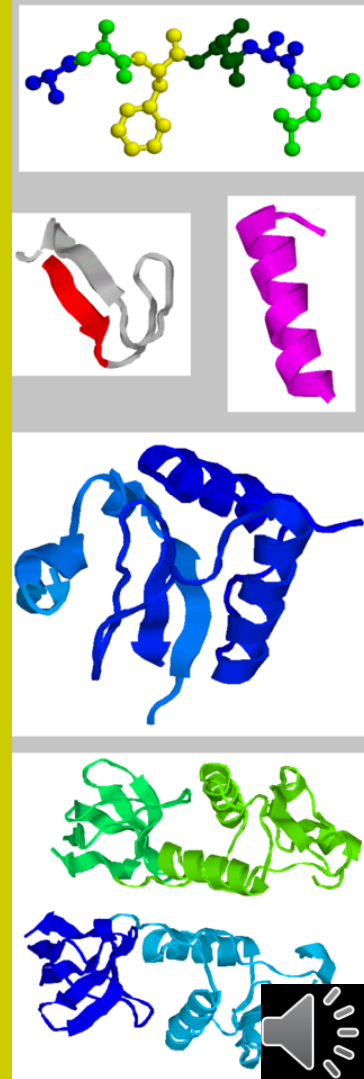
- **jednoduché** - obsahují pouze C, O, H, N, S (**skleroproteiny - vlák a sféroproteiny - glob**)
- **složené** - obsahují i nebílkovinnou část (S, P, kovy) např. hemoglobin, lipoprotein, metaloprotein, glykoprotein



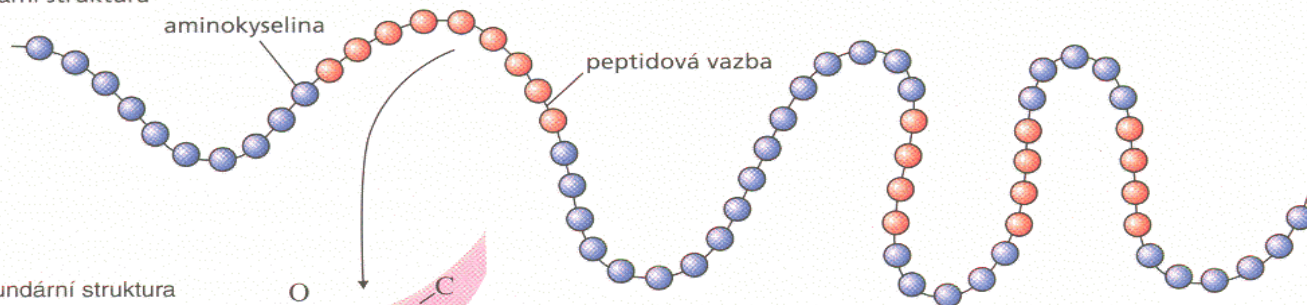
# Struktura

vytváří dlouhé řetězce, spojeny peptidovou vazbou

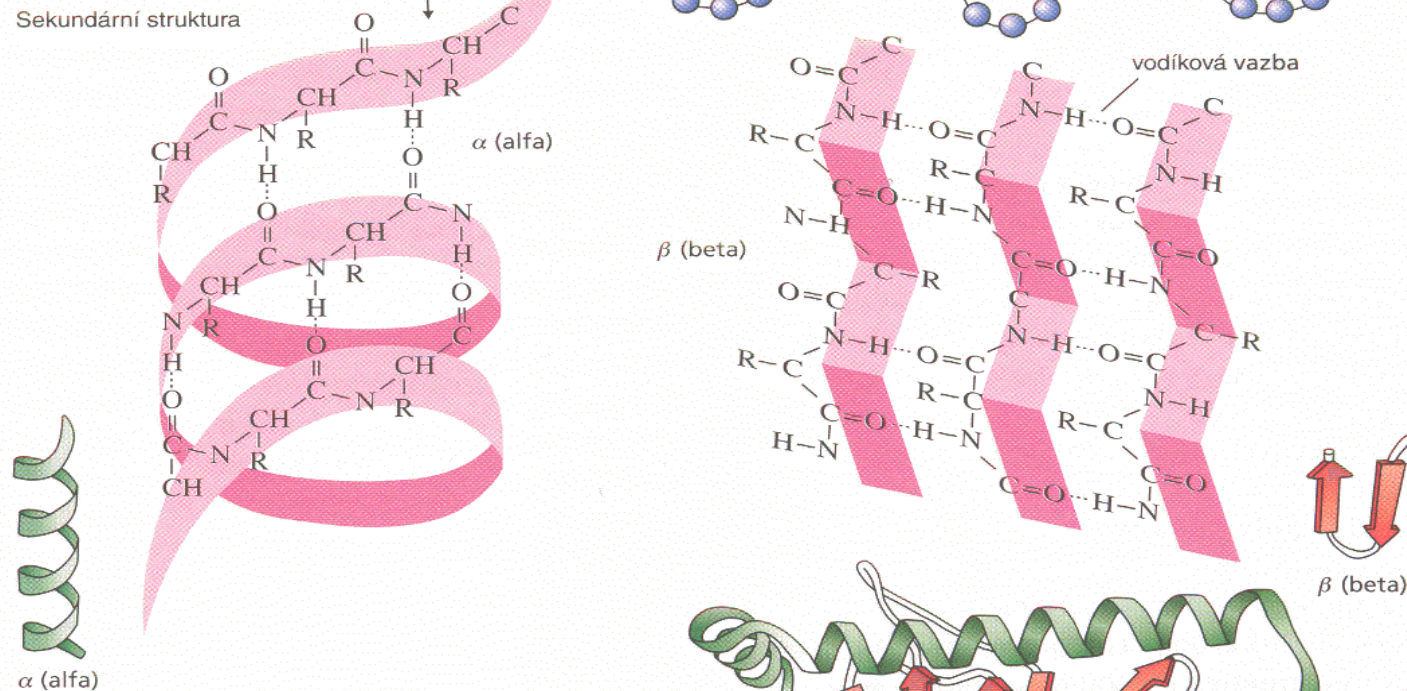
- **primární:** dána pořadím aminokyselin (kódovaných Ak, tj. určených genetickým kódem) v polypeptidovém řetězci, od N-konce k C-konci proteinu v polypeptidovém řetězci.
- **sekundární:** geometrické uspořádání, prostorové uspořádání peptidického řetězce udržované vodíkovými můstky mezi karboxylovou a amino-skupinou
- **terciální:** trojrozměrné uspořádání celého peptidového řetězce a dílčích úseků udržovaná vodíkovými můstky, elektrostatickými silami postranních skupin, disulfidickými vazbami. Význam: postranní řetězce nabývají jiné prostorové vztahy a vytváří ligandy, vazebná místa.
- **kvarterní:** uspořádání podjednotek v aglomeraci, tvořících jednu funkční bílkovinu.
  - sferoproteiny ve vodě nerozpustné (kulovité)
  - skleroproteiny ve vodě nerozpustné (vláknité)



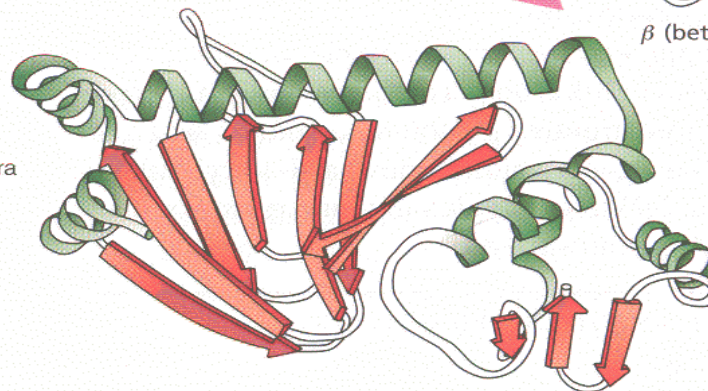
### Primární struktura



### Sekundární struktura



### Terciární struktura

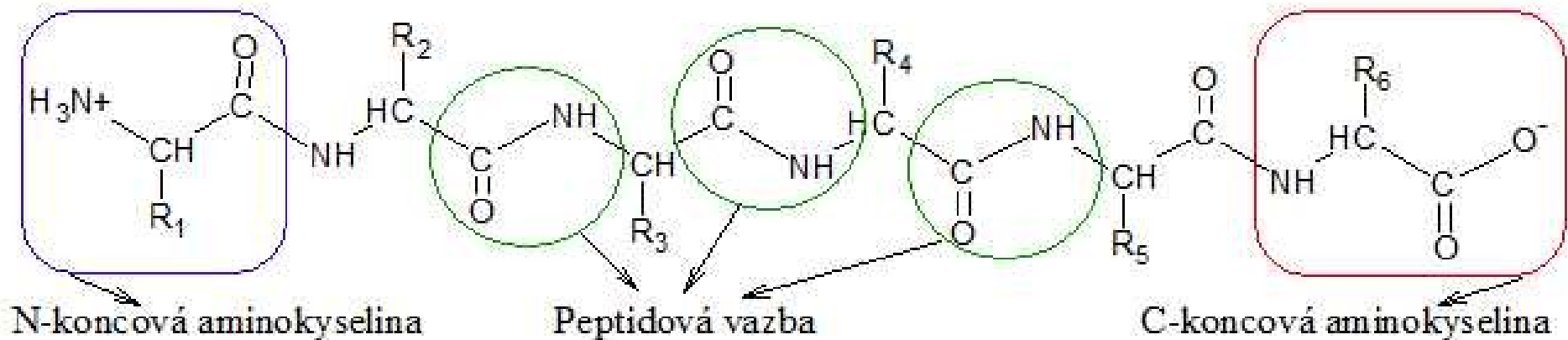


Obr. 2.6 Polypeptidový řetězec je u každého proteinu svinut charakteristickým způsobem. Základní jsou 2 typy sekundární struktury –  $\alpha$ -helix a  $\beta$ -struktura (skládání list); barevně je znázorněno prostorové uspořádání řetězce.

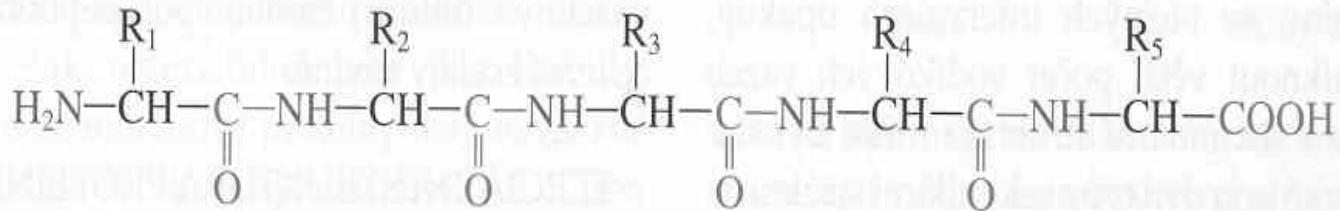
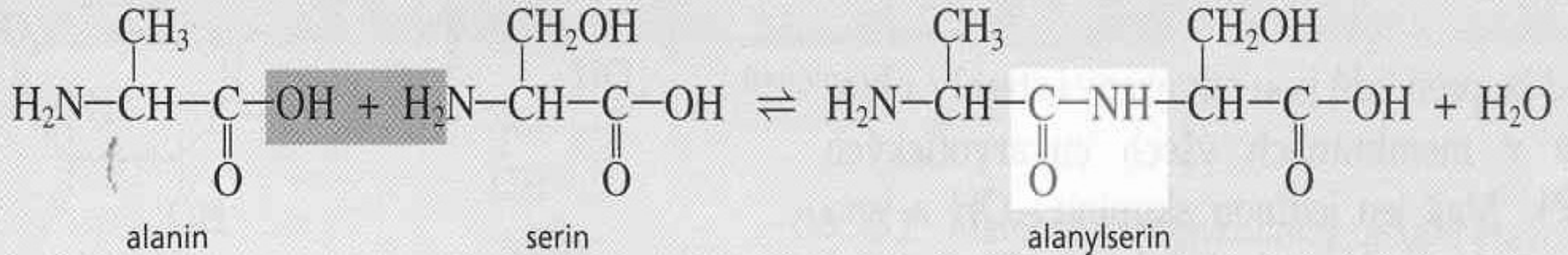
Obr. 2.7 Prostorové uspořádání, tzv. terciární struktura proteinů (červeně části s  $\beta$ -strukturou, zeleně části s  $\alpha$ -strukturou).



## Koncové skupiny u peptidového řetězce



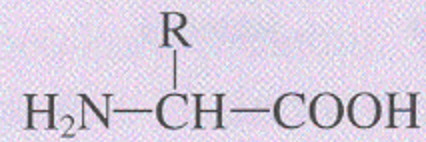
## Aminokyseliny – proteiny – bílkoviny



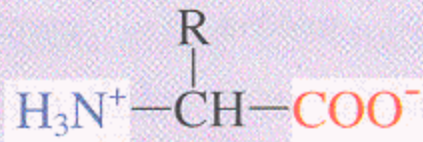
**Protaminy** (bazické polypeptidy s mnoho **argininem** v mlíčí).

**Peptidové hormony** hypofýzy (oxytocin a vasopresin), slinivky břišní (inzulin, glukagon). Antibiotika a jedy (penicilin aj., amanitin, faloidin,)

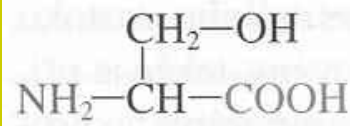




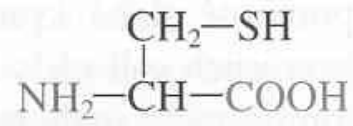
základní tvar



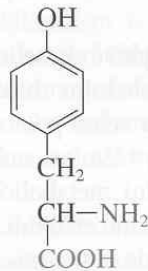
obojetný ion



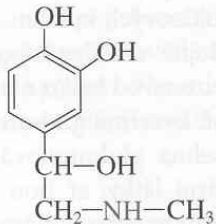
serin



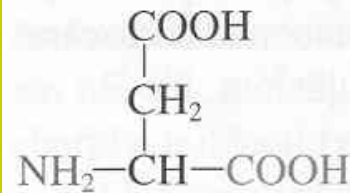
cystein



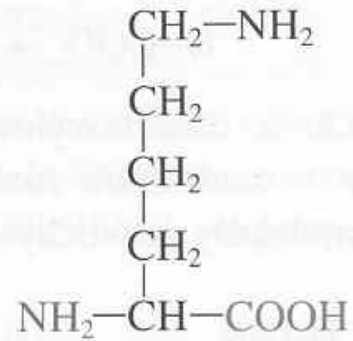
tyrozin



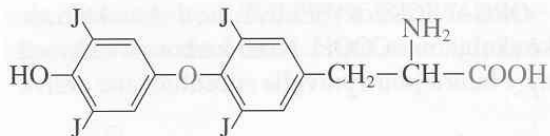
adrenalin



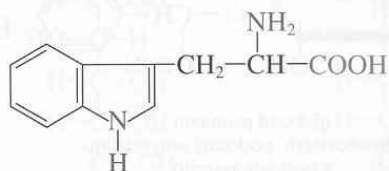
kyselina asparagová



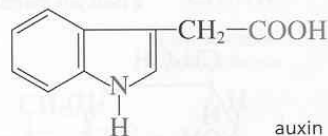
lyzin



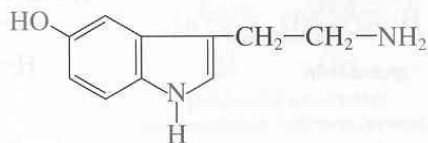
tyroxin (hormon štítné žlázy)



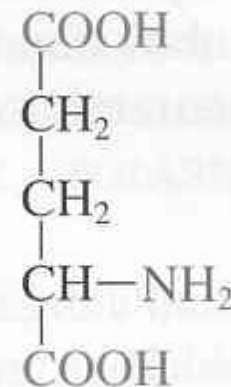
tryptofan



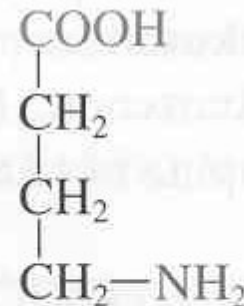
auxin



serotonin

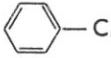
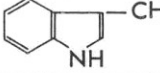



kyselina glutamová

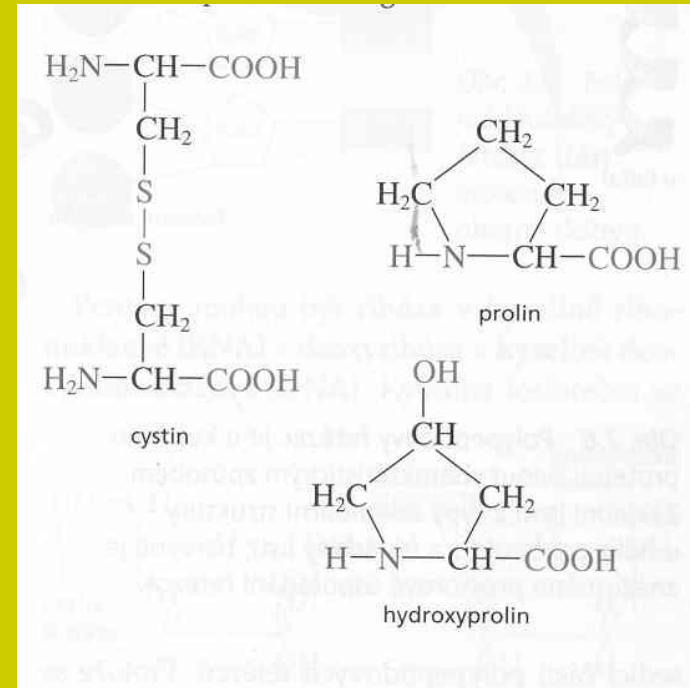


kyselina  $\gamma$ -aminomáselná



Název	Zkratka	R-	Typ
alanin	Ala	CH <sub>3</sub> -	hydrofobní
leucin	Leu	$\begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{array} \text{CH}-\text{CH}_2-$	
isoleucin	Ile	$\begin{array}{l} \text{CH}_3-\text{CH}_2 \\ \text{CH}_3 \end{array} \text{CH}-$	
valin	Val	$\begin{array}{l} \text{CH}_3 \\ \text{CH}_3 \end{array} \text{CH}-$	
prolin	Pro	$\begin{array}{l} \text{CH}_2-\text{CH}_2 \\ \text{CH}_2 \quad \text{CH}-\text{COOH} \\ \quad \quad \quad \text{NH} \end{array}$	
fenylalanin	Phe	 -CH <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	$\begin{array}{l} \text{CH}_3-\text{CH}- \\ \quad \quad \quad \text{OH} \end{array}$	
tyrosin	Tyr	HO-  -CH <sub>2</sub> -	
asparagin	Asn	$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{N} \\ \quad \quad \quad \diagdown \\ \quad \quad \quad \text{C}-\text{CH}_2- \\ \quad \quad \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{O} \end{array}$	
glutamin	Gln	$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{N} \\ \quad \quad \quad \diagdown \\ \quad \quad \quad \text{C}-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \\ \quad \quad \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{O} \end{array}$	
cystein	Cys	HS-CH <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	$\begin{array}{l} \text{H}_2\text{N}-\text{C}-\text{NH}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{CH}_2- \\ \quad \quad \quad \parallel \\ \quad \quad \quad \text{NH} \end{array}$	
histidin	His	$\begin{array}{l} \text{CH}=\text{C}-\text{CH}_2- \\ \quad \quad \quad \diagdown \quad \diagup \\ \quad \quad \quad \text{N} \quad \quad \text{NH} \\ \quad \quad \quad \diagup \quad \diagdown \\ \quad \quad \quad \text{CH} \end{array}$	kyselé
kyselina asparagová	Asp	HOOC-CH <sub>2</sub> -	
kyselina glutamová	Glu	HOOC-CH <sub>2</sub> -CH <sub>2</sub> -	

## Dělení podle funkčních skupin



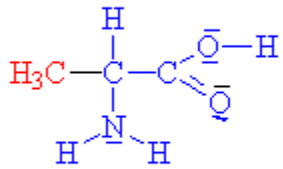
## Esenciální aminokyseliny:

Val, leu, izoleu, lyz, met, treo, trypto, tyr, fenyla



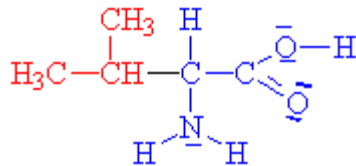
# Aminokyseliny nepolární

alanin



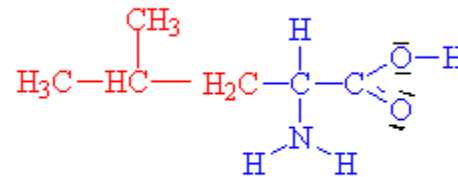
Ala A

valin



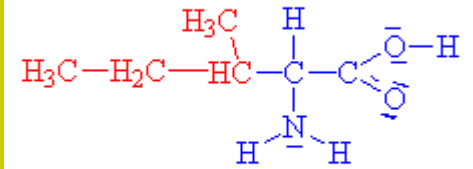
Val V

leucin



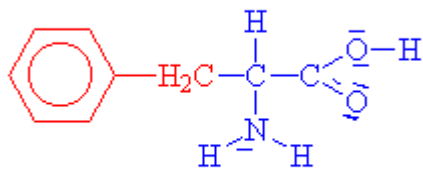
LEU L

isoleucin



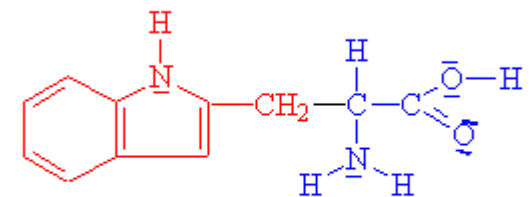
Ile I

fenylalanin



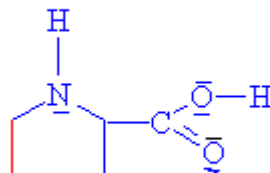
Phe F

tryptofan



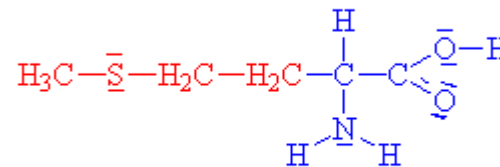
Trp W

prolin



Pro P

methionin



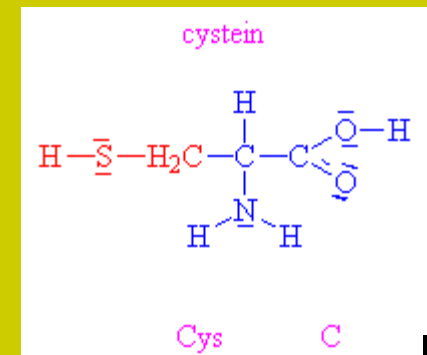
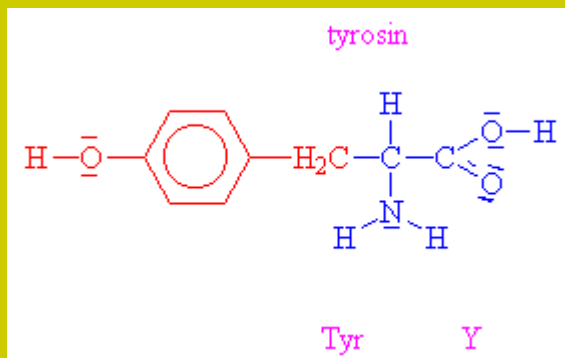
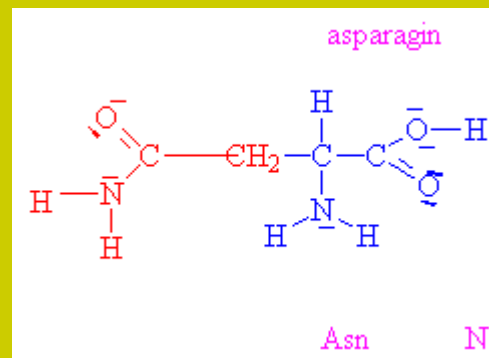
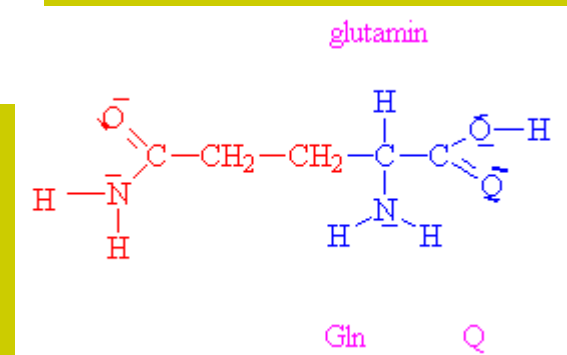
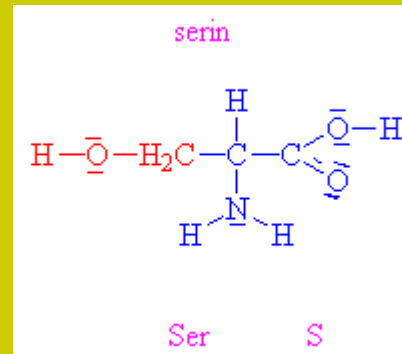
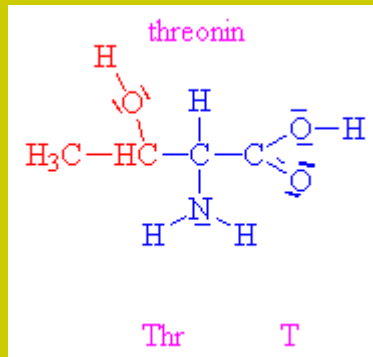
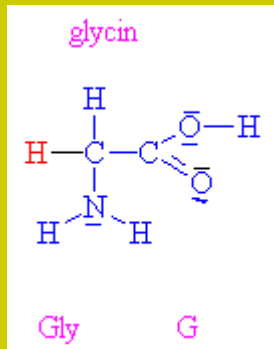
Met M





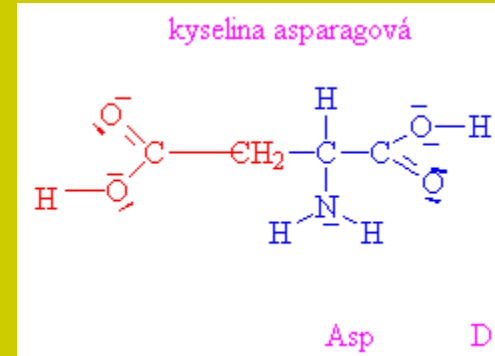
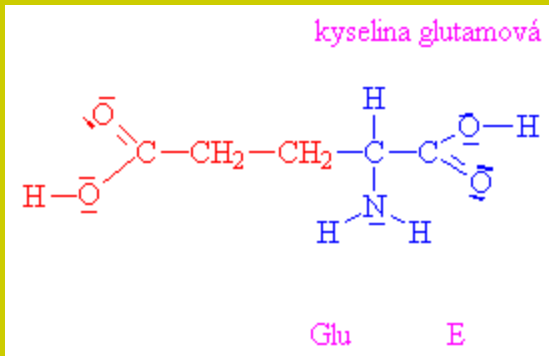
# Aminokyseliny polární

Nenulový náboj



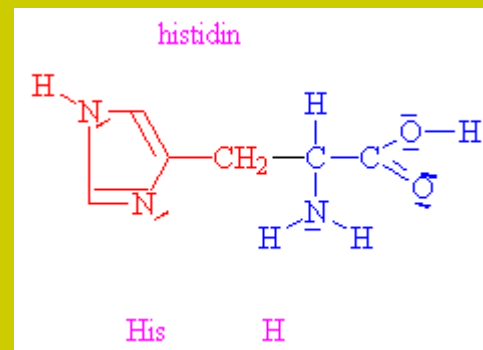
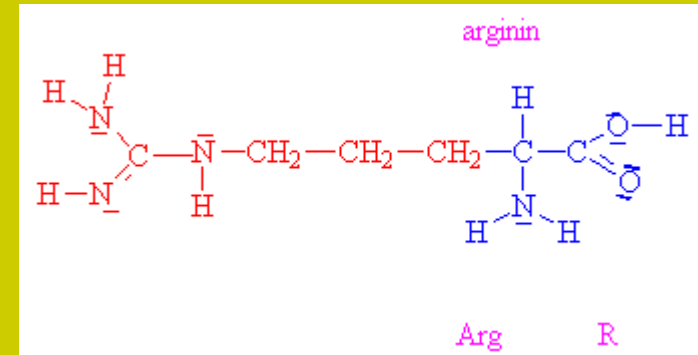
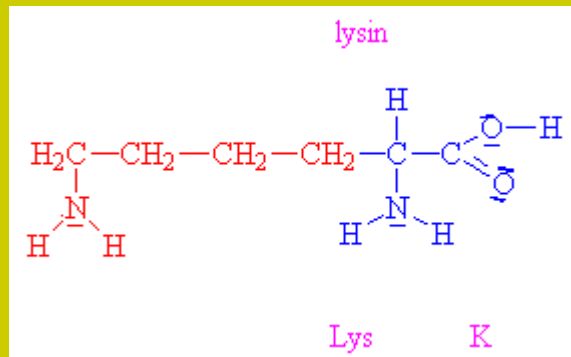
# Aminokyseliny kyselé

2 skupiny COOH



# Aminokyseliny bazické

2 skupiny NH<sub>2</sub>



# Jaká je funkce bílkovin v těle?

## stavební

- *keratin* (vlasy, nehty)
- *kolagen* (kosti, šlachy, chrupavky)

## transportní a skladovací

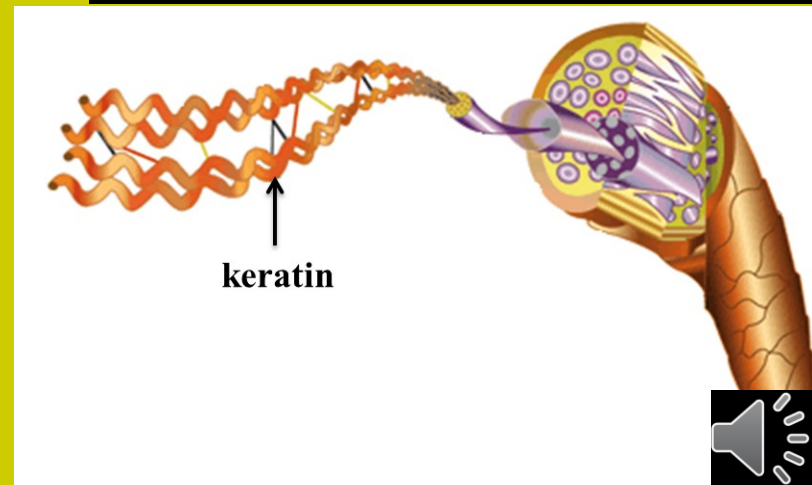
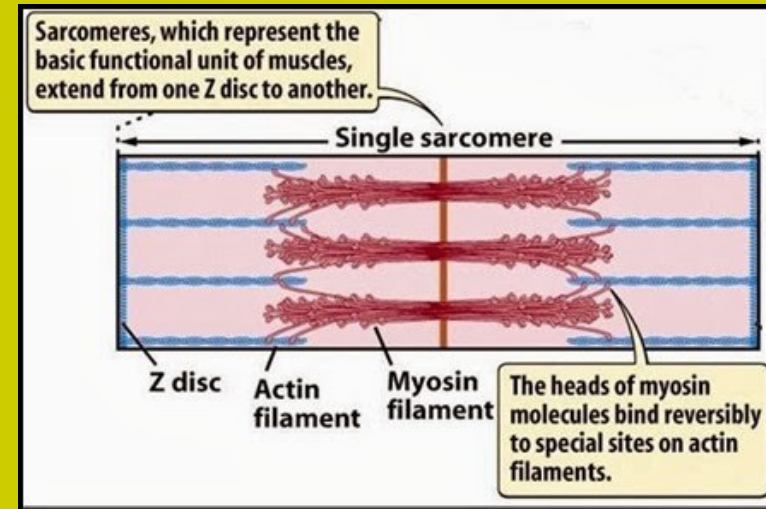
- *hemoglobin*

## pohybová - *aktin, myosin*

## řídící – *enzymy, hormony*

## obranná - *fibrin...*

(energetická)



## OBSAH BÍLKOVIN VE 100g



**1 g** bílkovin

**14 kJ** energie

Čerpání energie z bílkovin **není** pro tělo **výhodné!**



# Jaké jsou zdroje bílkovin?

**ŽIVOČIŠNÉ** (doporučeno)

- **vejce** (3 - 4 x týdně- dnes už není pravda)
- **maso** (libové)
- **mléčné výrobky** (2 - 4 porce denně)
- **ryby** (2 x týdně)



## ROSTLINNÉ

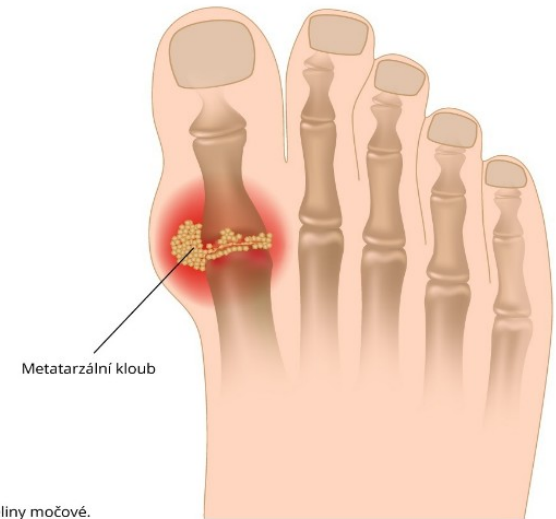
- luštěniny (soja)
- ořechy
- semena
- obiloviny



*0,8 g – 1g bílkovin/kg hmotnosti/den*



## Dna – podagra – pakostnice



Usazené krystaly kyseliny močové.  
Artritida – zánět kloubu.  
Kloub bolestivý, oteklý, s dočasnou ztrátou hybnosti.

sygma.cz

**Nedostatek** = zastavení růstu  
pomalé hojení ran  
narušení obranyschopnosti  
poškození orgánů

**Přebytek** = zvýšení tlaku krve  
neadekvátní zatížení jater a ledvin (kyselina  
močová v krvi = DNA)

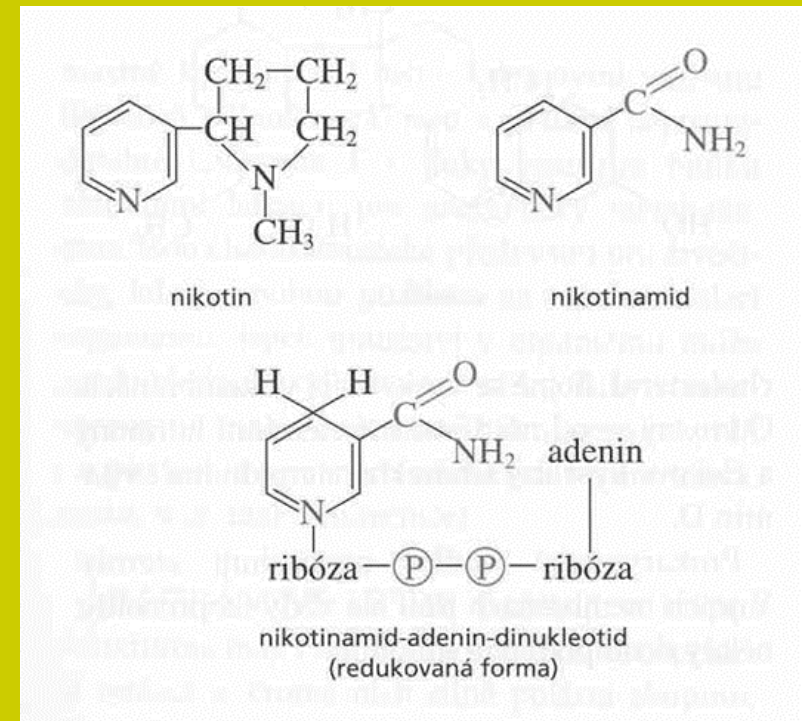
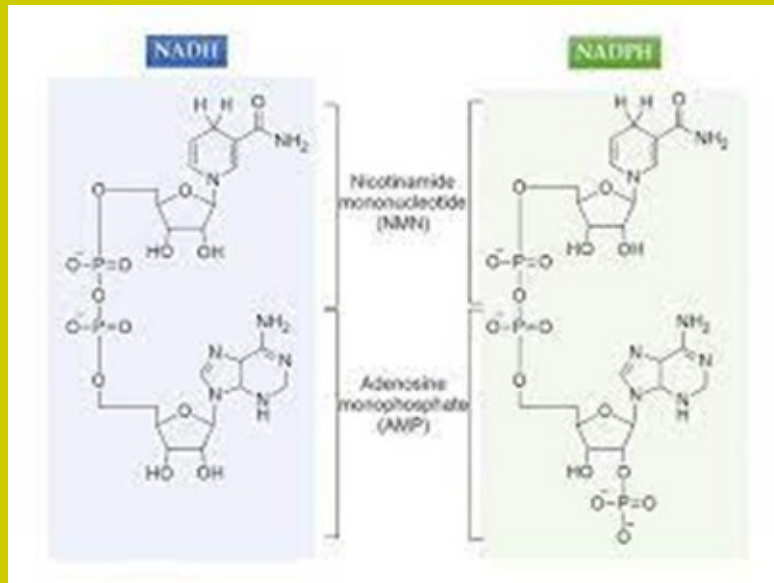




## Další dusíkaté látky

**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 – makroergní vazby



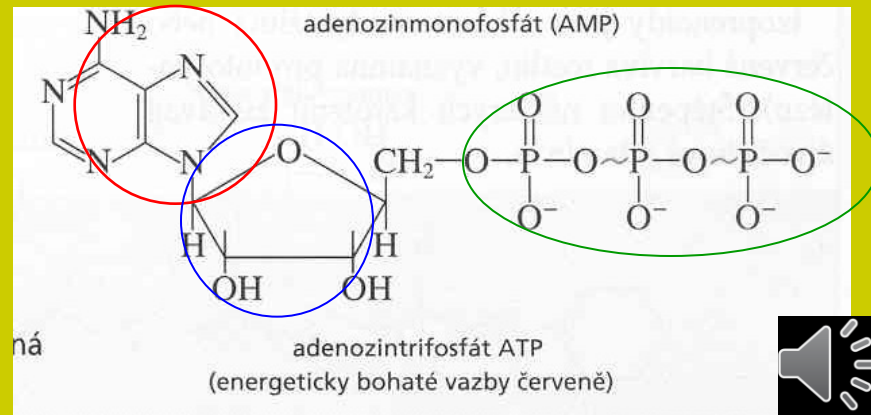
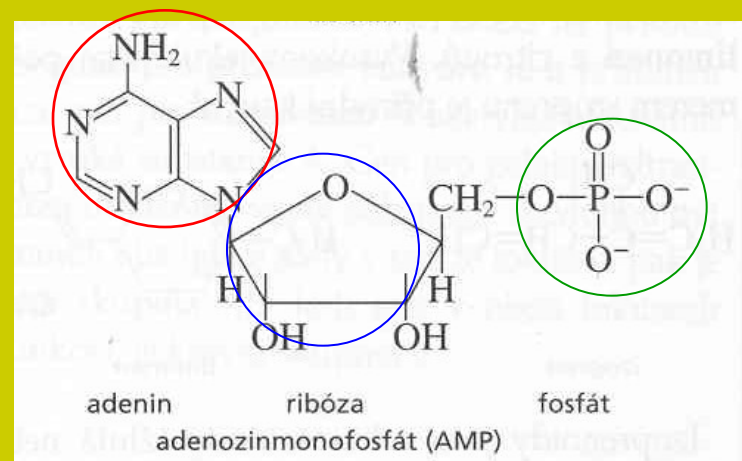
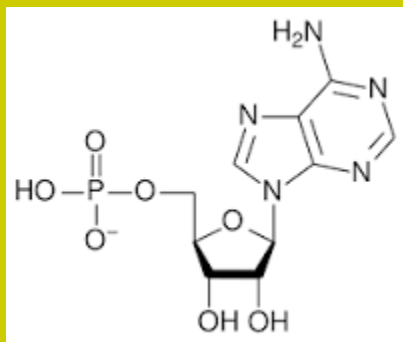
# makroerní vazby

**Nukleotidy** – trojsložková makroerní sloučenina AMP, ATP

## N-cyklická báze

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

### AMP



# Lipidy

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



## Tuky

Nasyčené

Nenasycené

Mono-nenasycené

Poly-nenasycené

Omega-6

Omega-3



Živočišné tuky,  
Kokosový tuk

Ořechy,  
Avokádo,  
Olivový olej

Rostlinné  
oleje,  
Semena

Ryby,  
Mořské  
plody

**Tuky** jsou estery vyšších mastných kyselin (MK) a glycerolu.

Nerozpustné ve vodě, 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

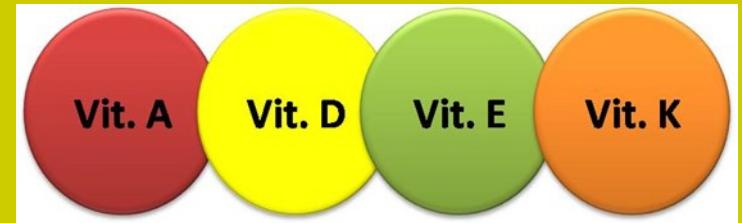
K. linolová, linoleová a arachidonová nepostradatelné (esenciální) – vitamín „



# Tuky

## Rozdělení tuků

rostlinné a živočišné - energetická hodnota je stejná  
prospěšné a „špatné“



## Funkce

- Základní složka potravy, nezbytná pro fungování organismu
- Zásobárna energie -mají vysokou energetickou hodnotu (38 kJ) → Jsou nositeli chutě
- Pomáhají udržovat tělesnou teplotu
- Ochraňují vnitřní orgány (tvoří jejich obal)
- Napomáhají vzniku důležitých látek (testosteron)
- Při odbourávání tuků působí nenasycené tuky
- Některé vitamíny jsou v nich rozpustné, napomáhají jejich přenosu A, D, E, K
- Nevhodný výběr a nadměrná konzumace zvyšuje riziko vzniku řady onemocnění (kardiovaskulární, cukrovka)



# Denní příjem tuků

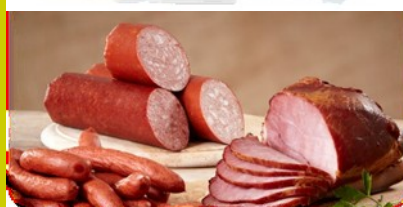
- příjem tuků by neměl být více jak 35 % z celkového energetického příjmu
- nadměrný příjem nevhodných tuků je spojen s rizikem:
  - vzniku nadváhy a obezity - adipocyty
  - s onemocněním srdce a cév
  - s rozvojem některých typů nádorů
- nutné hlídat množství i kvalitu tuků a zastoupení jednotlivých MK



# Nasyčené mastné kyseliny :

- Bez dvojné vazby v uhlíkovém řetězci » tepelně stálejší
- Vhodné ke smažení
- Přítomny hlavně v živočišných tucích
- Z rostlinných zdrojů – palmojadrový tuk, kokosový tuk, kakaové máslo, pokrmové tuky
- Zvyšují hladinu cholesterolu, nadbytek tuků s nasycenými mastnými kyselinami vede k zánětlivým procesům v mozku, degeneraci nervových spojů (synapsí) a poklesu poznávacích funkcí, jako je paměť či orientace.
- Konzumaci nasycených mastných kyselin bychom měli snižovat na daný poměr mezi nasyc a nenasyc.MK

kde to lze, tam nahradit „nasyčené“ tuky nenasycenými.



## Průměrné zastoupení nasycených mastných kyselin v tuku

kokosový tuk	90 %
palmojadrový tuk	80 %
mléčný tuk	66 %
palmový tuk	50 %
sádlo	45 %
olivový olej	15 %
řepkový olej	7 %

# Nenasycené MK

V oblasti doplňků stravy se nejčastěji setkáváme s nenasycenými mastnými kyselinami známými pod označením omega 3.



- dle místa dvojně vazby:
- 1. omega – (neesenciální, vycházení z kyseliny olejové) a 2. esenciální omega – 3, 6
- esenciální omega – 6 (jsou odvozené od linolové kyseliny, zahrnují kyselinu arachidonovou)
- Omega-3 nenasycené mastné kyseliny (odvozené od linolenové kyseliny a zahrnuje aktivní eikosapentaenovou kyselinu EPA)
- jsou důležité pro růst, rozmnožování, funkci mozku, očí
- Jsou podstatnou součástí buněčných membrán, které jsou nezbytné pro růst, vývoj a funkce imunitních buněk
- Umožňují systézu látek s imunitními vlastnostmi eikosanoidů (leukotrieny a prostaglandiny, tromboxany), ovlivňují genové regulace a jsou vnitrobuněčné signalizační molekuly



# Trans a cis konfigurace



Většina přírodních nenasycených mastných kyselin se vyskytuje v konfiguraci cis. **Trans izomery** (transmastné kyseliny nebo TRANS) vznikají (při jednom ze způsobů ztužování rostlinných olejů částečnou hydrogenací) a nachází se ve velmi malém množství v tuku přežvýkavců.

zvyšují hladinu cholesterolu mnohem více než cis nasycené mastné kyseliny (zvyšují tak riziko aterosklerózy)

Zdroje: ztužené polevy, méně kvalitní "čokoládové" cukrovinky, náhražky čokolád a mléka, smažené výrobky, trvanlivé pečivo, dorty aj.

**Cis-mononenasycené** kyseliny zrychlují odbourávání lipoproteinů, snižují tak hladinu cholesterolu v krvi a regulují (LDL a HDL).

# Které tuky jsou nejlepší a kterým se vyhnout?

## Stravování

- **Nejzdravějšími** tuky jsou ty, které nebyly tepelně upraveny.
- Zdroje: tučné ryby (losos, makrela), řepkový olej, máslo, vejce, ořechy a semínka, avokádo, olivy...
- **Nejhoršími** tuky jsou přesmažené oleje a vysoce průmyslově upravované oleje.

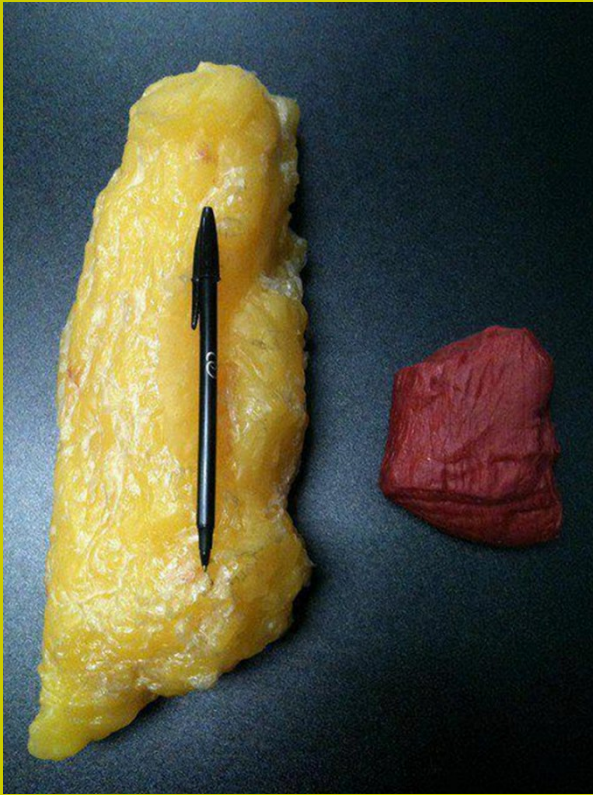


# Obsah tuku - stravování

Potravina	% tuku
Slanina	85,3
Máslo	81,1
Pistácie	54,7
Mák	40,8
Žloutek	32,5
Pribináček	17
Máslová vánočka	10,1
Slané tyčinky	6
Jahodový koktejl	1,92
Vaječný likér	0



# Tuk a svalová hmota



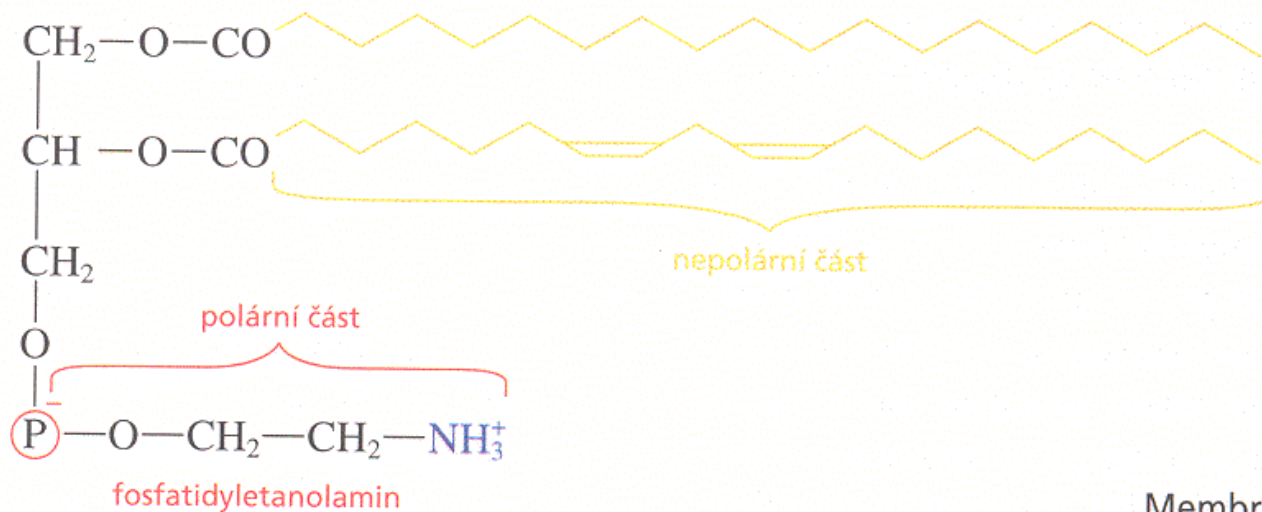
- Oba útvary na obrázku váží přibližně stejně ale rozdíl jejich objemů je pozoruhodný.
- Svaly naplněné vodou jsou těžší než bezvodý tuk



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

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

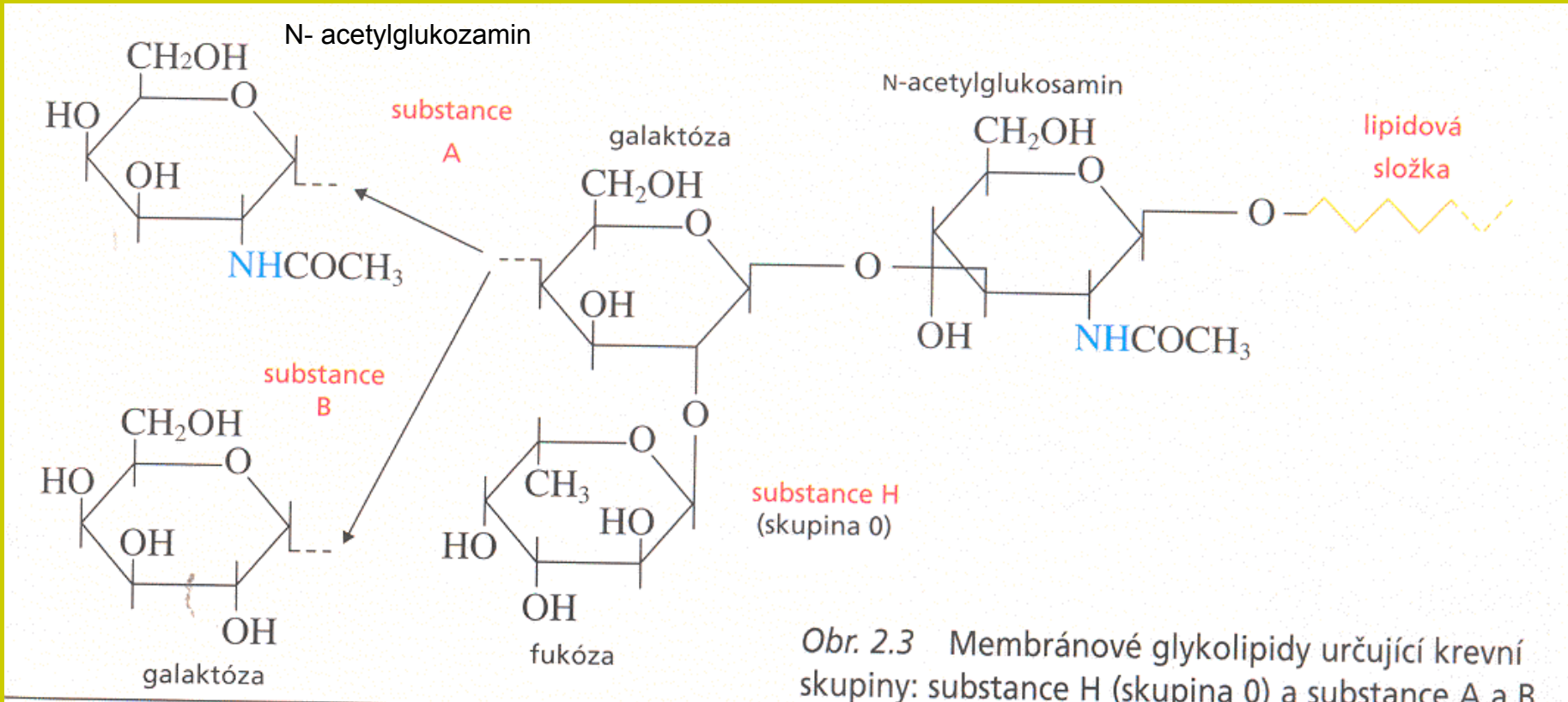
**Glykolipidy** – hexóza nebo polysacharid, př. s trisacharidem N-acetylglukosamin-galaktoza-fukóza (0) jsou součástí krevních skupin



Membránový fosfolipid.



# Glykolipidy známé



Obr. 2.3 Membránové glykolipidy určující krevní skupiny: substance H (skupina 0) a substance A a B



## Nepolární látky

Zmíněné **uhlovodíky** – hlavně rostlinného původu.

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

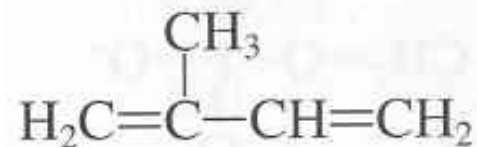
**Izoprenoidy** vznikají kondenzací nejméně dvou pětiuhlíkatých jednotek – viz limonen z citrusů.

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

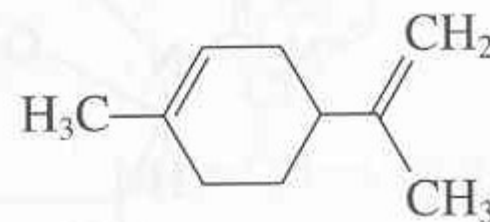
Od izoprenoidů odvozujeme i málo polární **steroly**.

Živočišný **cholesterol** se vyskytuje v membránách.

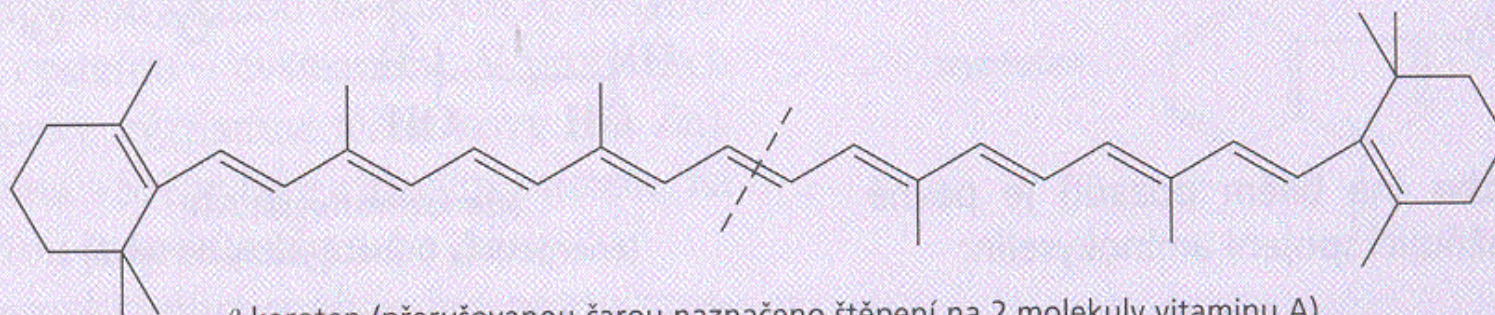
Odvozují se od něj **živočišné steroidní hormony, žlučové kyseliny i vitamin D.**



izopren

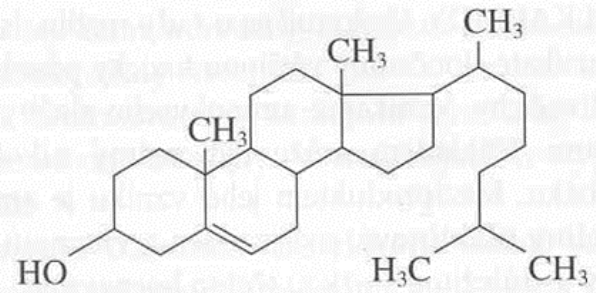


limonen

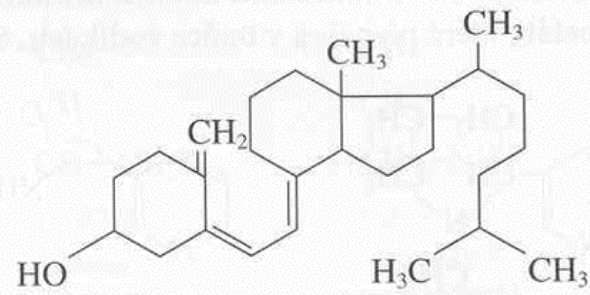


$\beta$ -karoten (přerušovanou čarou naznačeno štěpení na 2 molekuly vitaminu A)





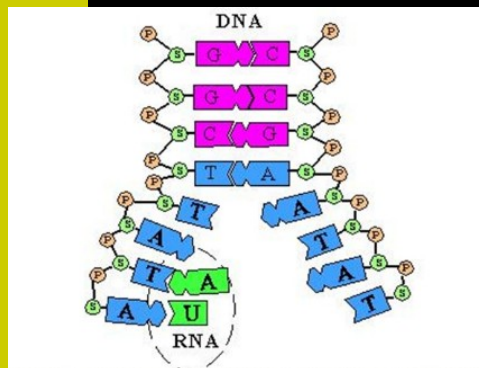
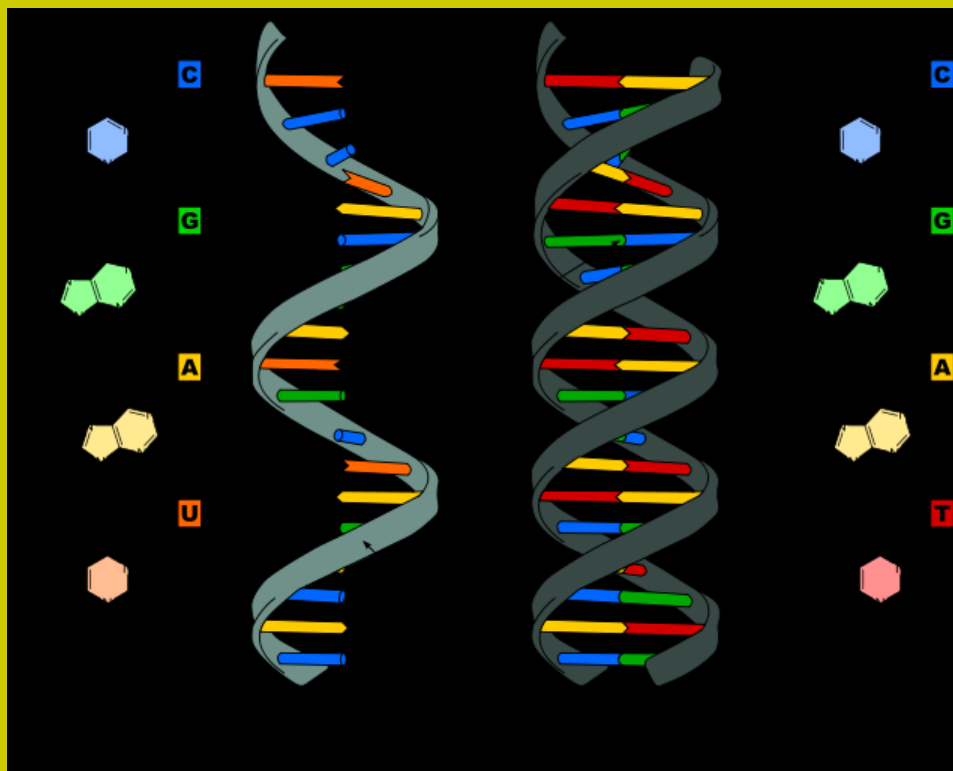
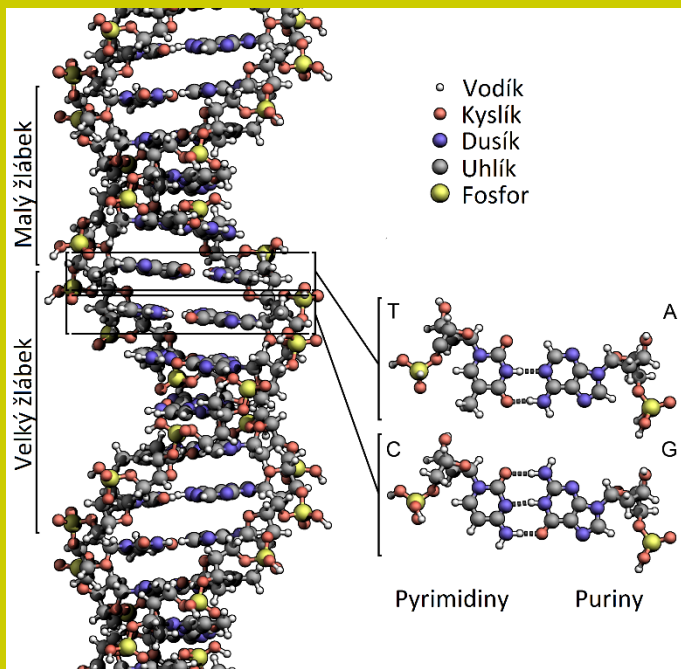
cholesterol



vitamin D<sub>3</sub>



# Nukleové kyseliny



# Nukleové kyseliny

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**

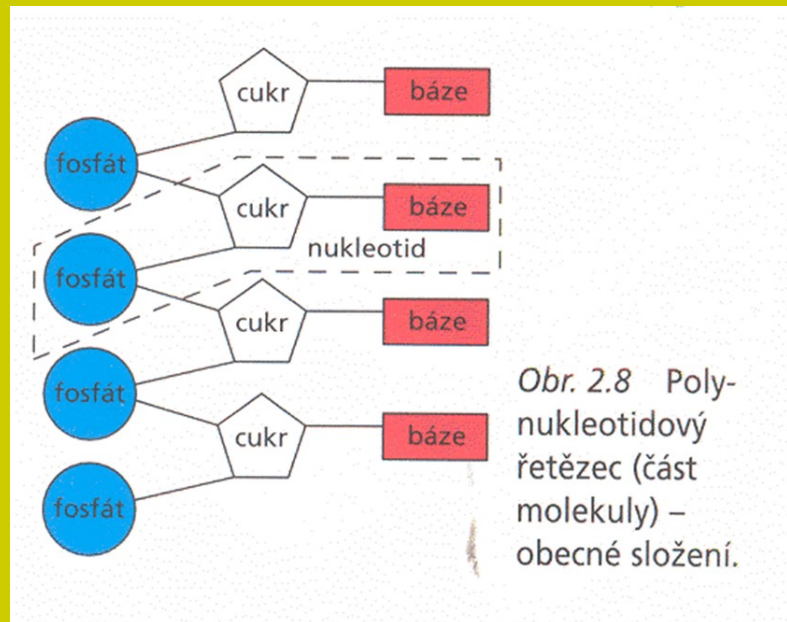
Pyrimidinové:

**tymin T**

**cytozin C**

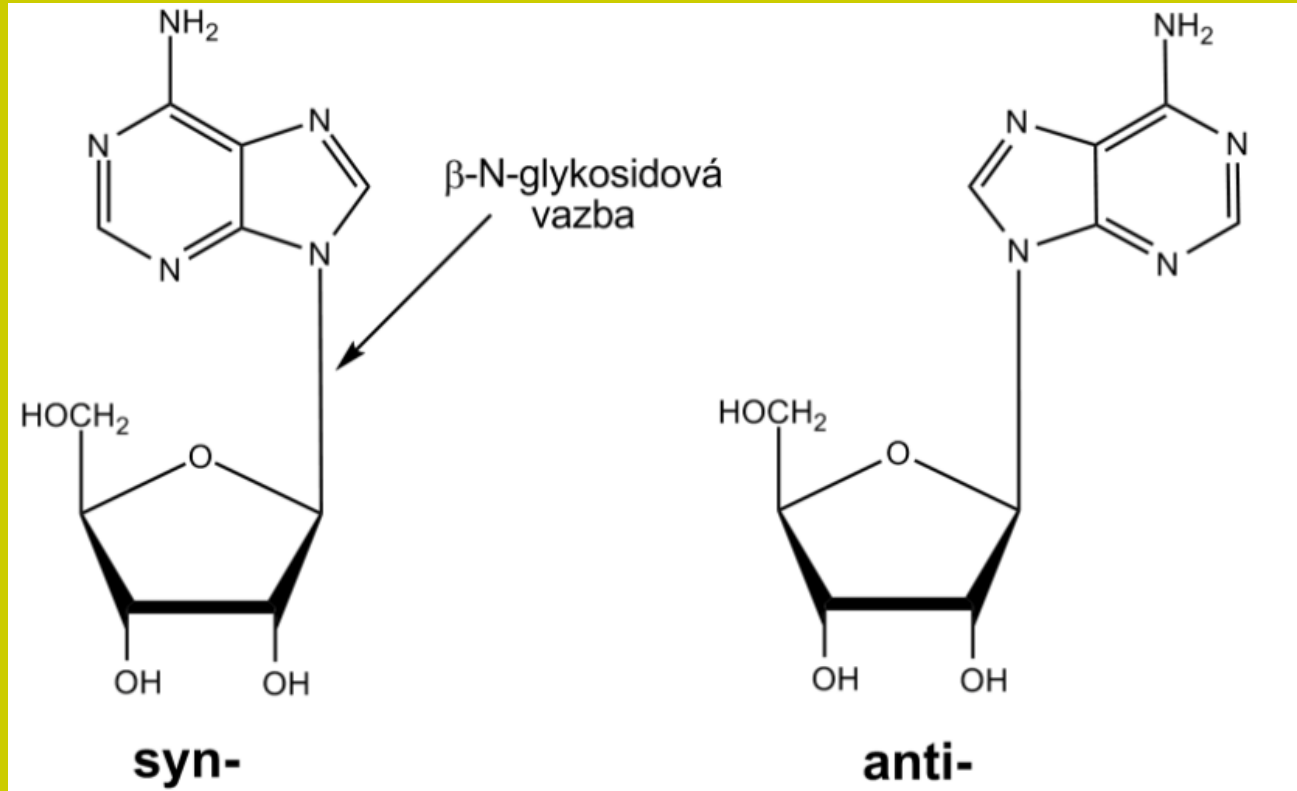
(**uracyl U**)

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



## Nukleosid

Sloučenina dusíkaté báze se sacharidem se nazývá **nukleosid**, podle pentózy **ribonukleosid** (konkrétně cytidin, uridin, thymidin) nebo **deoxyribonukleosid** (adenosin, guanosin).



Syn- a anti- konformace nukleosidu adenosinu

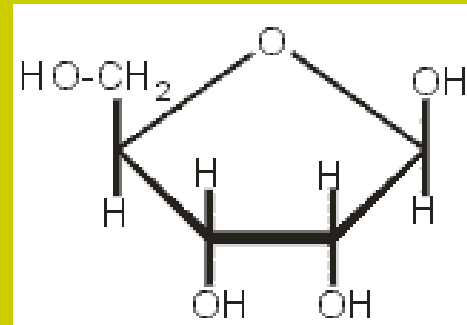


**RNA:** biopolymer tvořený ribonukleotidy, látky složené z nukleové báze (adenin (A), guanin (G), cytosin (C) nebo **uracil** (U)), pětiuhlíkatého monosacharidu ribózy a jednoho zbytku kyseliny fosforečné.

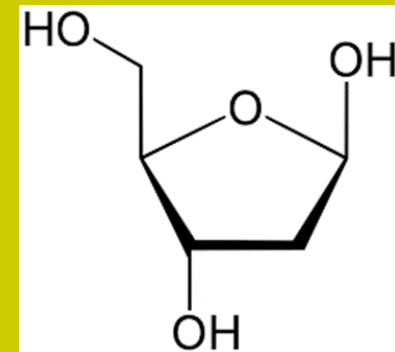
V přírodě: většinou jednořetězcová (někdy intramolekulární komplementární sekvence), méně dvouřetězcová

**DNA:** deoxynukleotidy složené z jedné ze čtyř nukleových bází: adenin A, guanin G, cytosin C nebo thymin T, z cukru deoxyribózy, jednoho zbytku kyseliny fosforečné

V přírodě: jedno – čtyřřetězcová. Viry: jedno- a dvouřetězcová, buňky dvouřetězcová v podobě dvoušroubovice

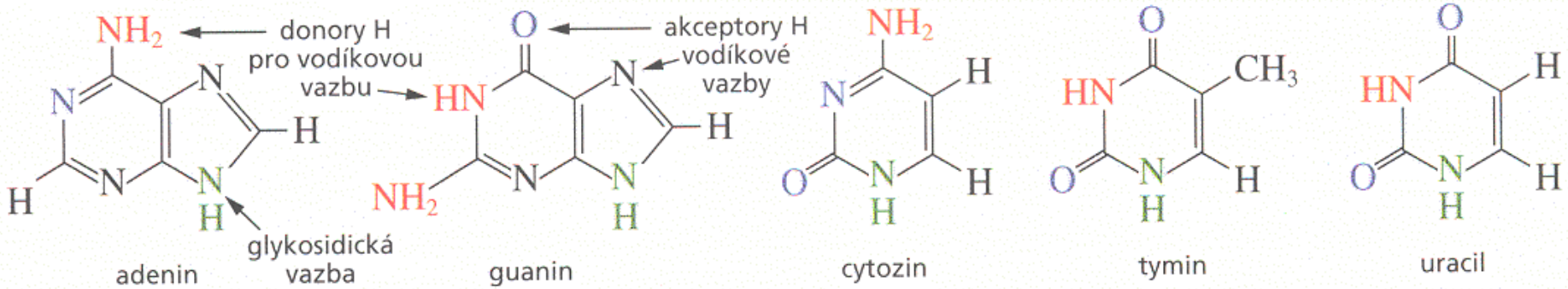


ribóza

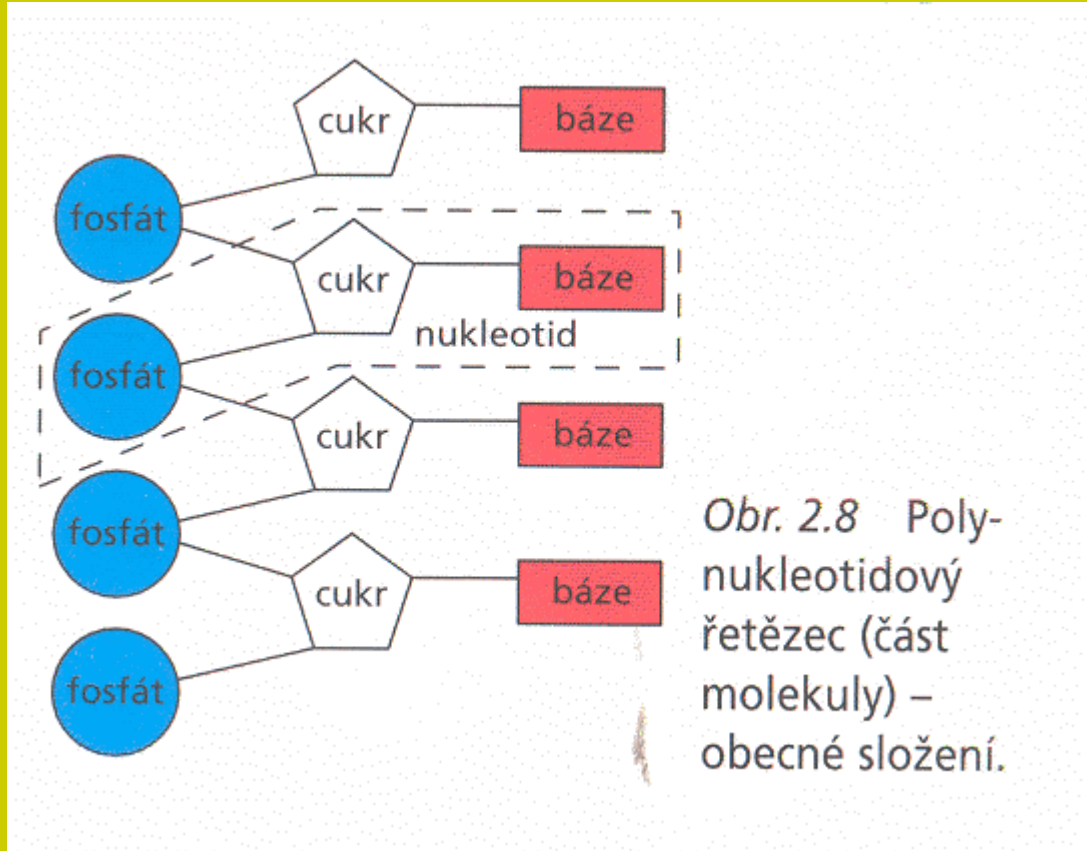
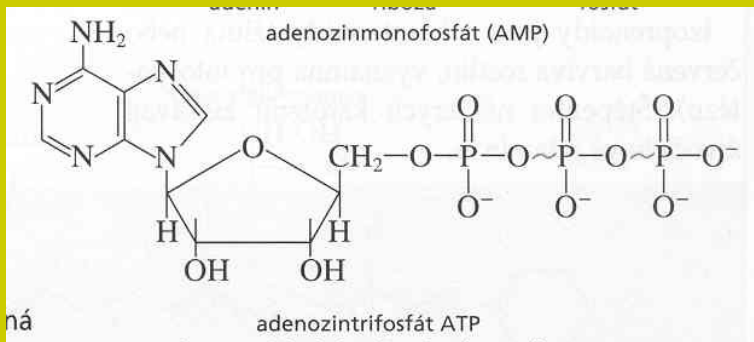
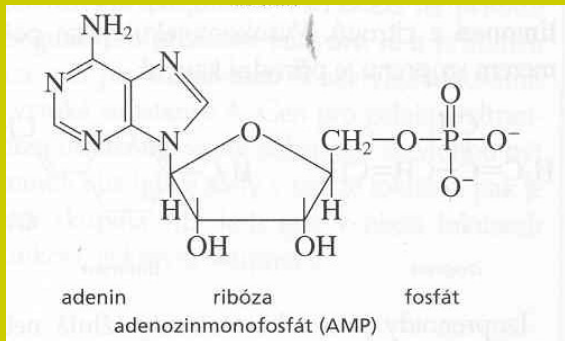


deoxyribóza





## Makroergní nukleotidy (pro srovnání)



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



Zdroje obrázků a teorie: Google.cz

M. Vácha a kol. Srovnávací fyziologie živočichů 2004

Brožek et al. Poznámky k přednáškám a fyziologie (2000)

Vokurka a Hugo: Praktický slovník medicíny (2000)

Vodrážka Z. Fyzikální chemie pro biologické vědy 1982, či analog.učebnice

