

## C9500 Užitá chemie

9. lekce

# Chemie potravin

Mgr. Ing. Radka Kopecká, Ph.D.

[175344@mail.muni.cz](mailto:175344@mail.muni.cz)

# Chemie potravin

Věda o potravinách (food science) aplikovaná disciplína spojující řadu přírodovědných i humanitních odvětví.

Potrava = veškeré materiály pro výživu organismů

Poživatiny = potrava pro lidskou výživu (rostlinného původu, živočišného původu event. řasy, mikroorganismy)

Potraviny = dodávání živin a energie organismu

Výživová (nutriční) hodnota = energetická hodnota daná obsahem živin, obsah živin, stravitelnost, využitelnost, obsah dalších látek, stravovací režim, zdravotní a psychický stav aj.

Lahůdky = přechodná skupina poživatin mezi potravinami a pochutinami (konzumace převážně pro jejich sensorické vlastnosti, mají výživovou hodnotu)

Nápoje = požitelné tekutiny (charakter potravin či pochutin)

Pokrmý = poživatiny nebo jejich směsi upravené k požívání (loupáním, vařením apod.)

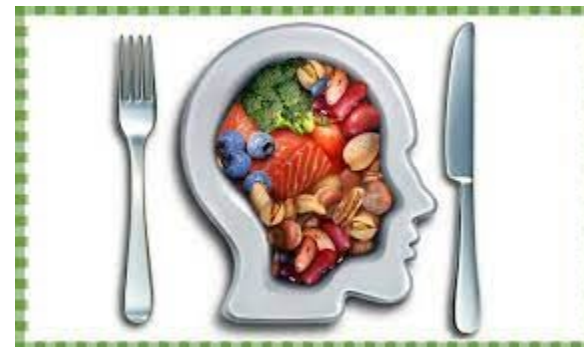
Jídlo = sestava pokrmů podávaná v určité době (oběd, večeře...)

Strava = sestava jídel v určitém časovém období (celodenní strava apod.) též označení dieta

# Přirozené složky potravin

- Živiny
  - proteiny (bílkoviny)
  - lipidy (tuky aj.)
  - sacharidy (cukry)
  - vitaminy
  - minerální látky (esenciální výživové faktory)
- Voda
- Senzoricky významné látky

Organoleptické vlastnosti určují sensorickou (smyslovou) hodnotu (jakost) - chuť, vůně, aróma, barva, textura, konsistence (nosieli těchto vlastností jsou látky vonné a chuťové (síllice, kys.citronová apod.)
- Barviva (karotenoidní barviva, antokyany apod).
- Antinutriční látky biochemickými mechanismy zhoršují využitelnost živin
- Toxické látky (zejména rostlinné poživatiny) - jen pro citlivé jedince (potravní nesnášenlivost – intolerance) - toxiny látky jedovaté pro lidský organismus
- Kontaminující látky



# Aminokyseliny

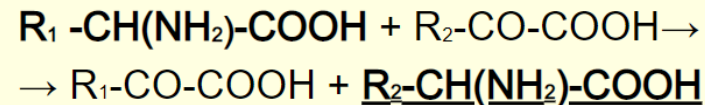
• **Aminokyselina** je molekula obsahující karboxylovou (-COOH) a amino (-NH<sub>2</sub>) funkční skupinu.

## ■ Esenciální AK (nepostradatelné)

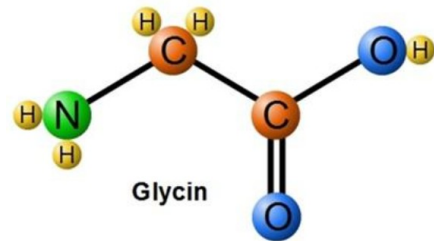
- příjem v potravě  
Val, Leu, Ile, Met, Phe, Thr, Trp, Lys

## ■ Neesenciální AK (postradatelné)

- syntéza transaminací z oxokyselin



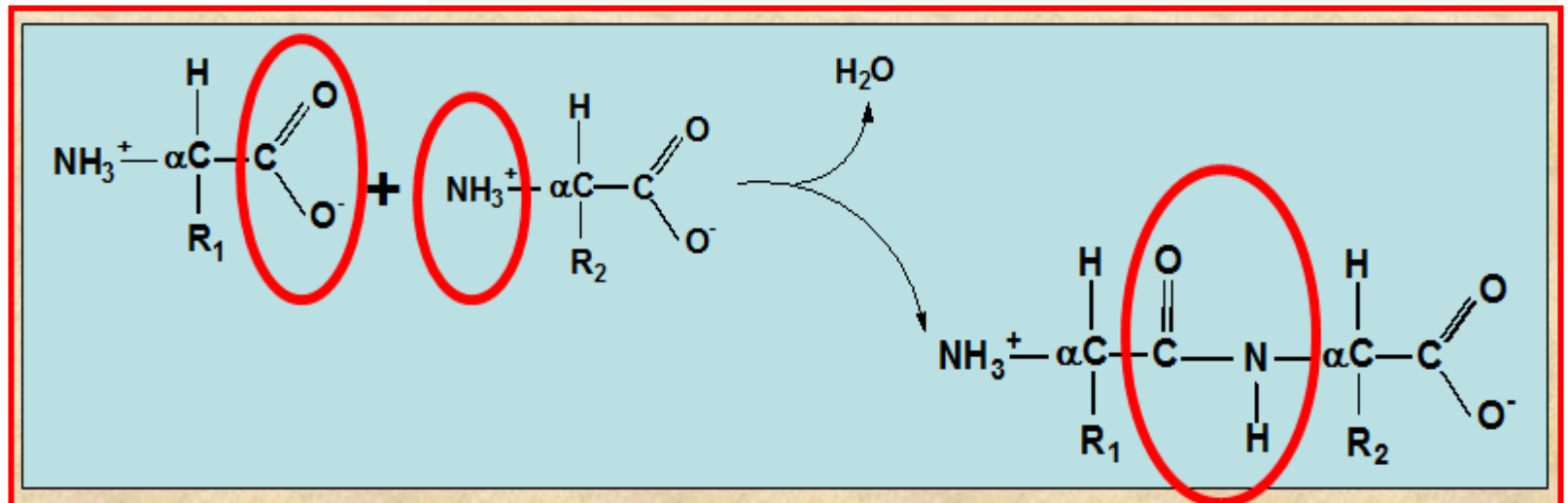
- C-N = 0,149 nm, C=O = 0,127 nm
- Peptidová vazba = 0,132 nm



## Delenie aminokyselín

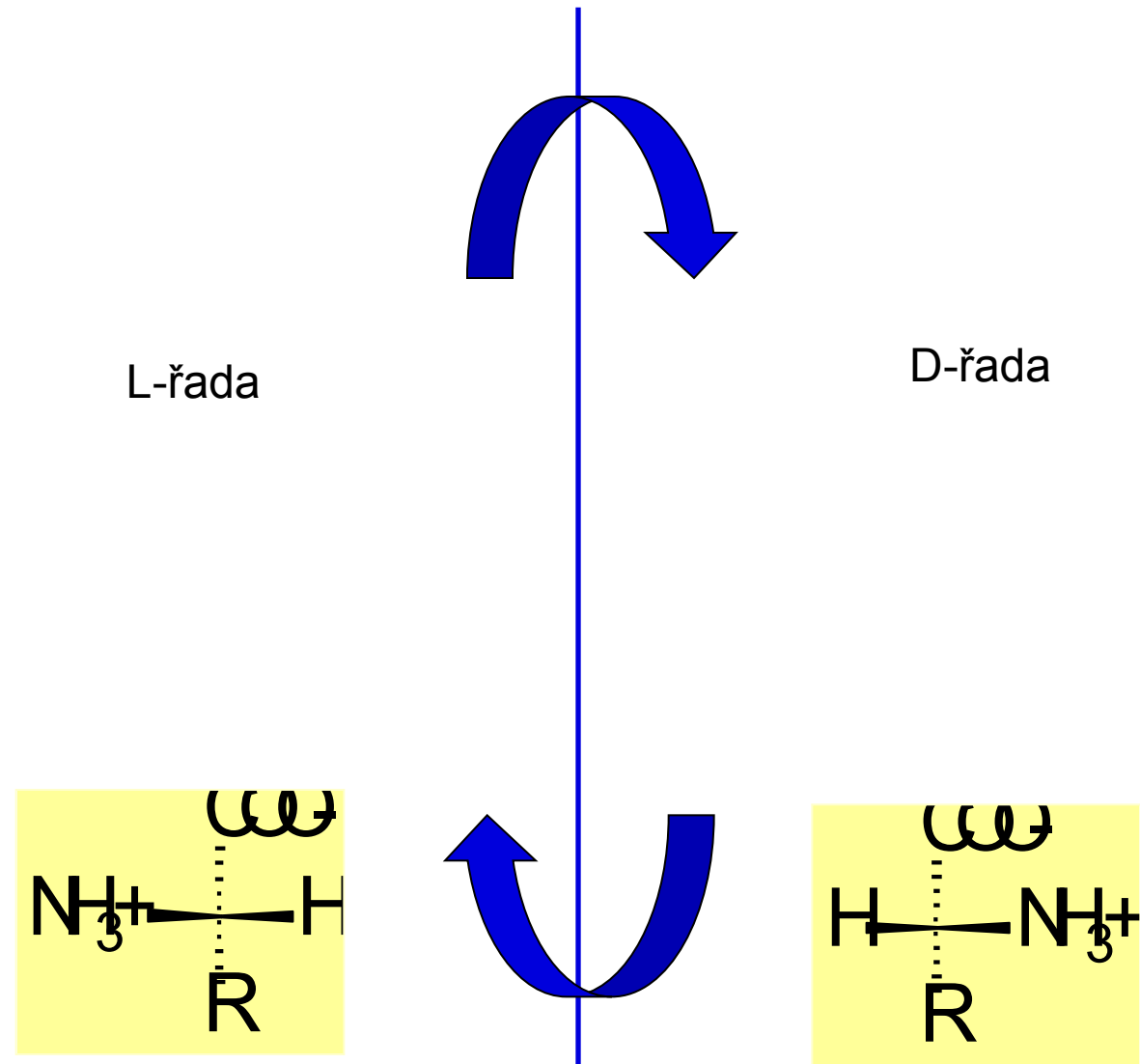


Vznik peptidové vazby je reakce, při které reagují alfa-karboxylová skupina jedné aminokyseliny s alfa-aminovou skupinou druhé za odštěpení molekuly vody. Toto řetězení aminokyselin je principem spojování v peptidy a dále v proteiny (bílkoviny). Je to nejdůležitější reakce aminokyselin.



# Optická isomerie aminokyselin

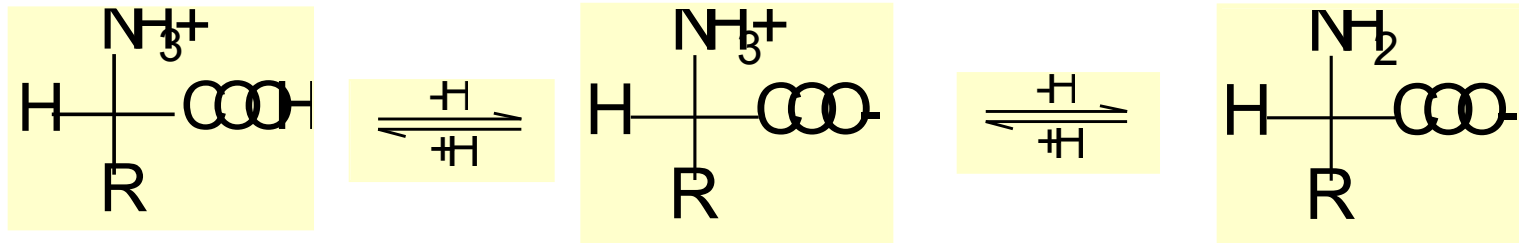
- s výjimkou glycinu obsahují všechny kódované AMk ve své struktuře **asymetrický atom uhlíku** a to je spojeno s **optickou aktivitou**
- asymetrický atom uhlíku nese čtyři různé substituenty
- označují se: **D- a L- formy** (nověji se v organické chemii označují jako R- a S-izomery)
- **v bílkovinách se vyskytují pouze L-formy !!!**
- řada mikroorganismů využívá D-formy k tvorbě vysoce toxických peptidů – antibiotika



- **V živých organismech se vyskytují převážně L-formy AMK.**

# Disociace aminokyselin

- aminokyseliny jsou **amfionty** (částice, které obsahují kyselé i zásadité skupiny)



převažuje při pH ~ 1

převažuje při pH ~ 7

převažuje při pH ~ 11

- **AMK se chovají jako amfionty – mohou nést kladný i záporný náboj.**

- **isoelektrický bod (pI):** hodnota pH roztoku, kdy volný náboj amfiontu je nulový (amfiont se nepohybuje v elektrickém poli)

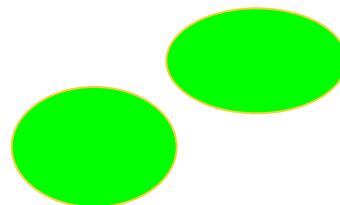
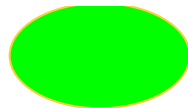
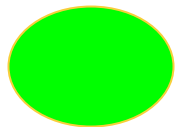
$$pI = \frac{pK_1 + pK_2}{2}$$

*pK - disociační konstanty*

→ migrace amfiontů v elektrickém poli se využívá při elektroforetickém dělení



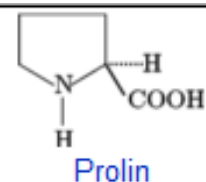
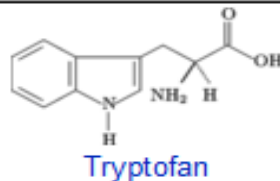
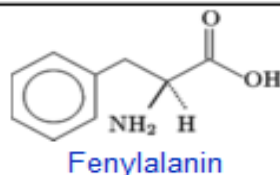
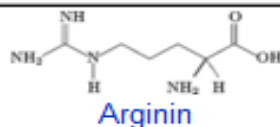
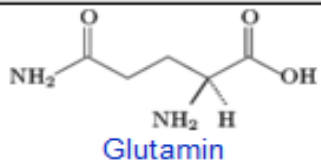
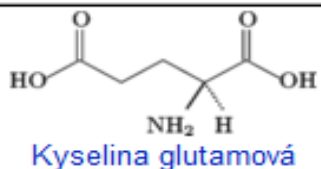
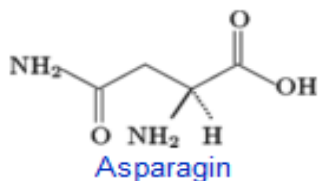
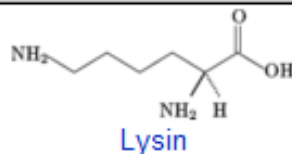
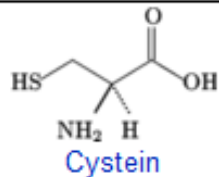
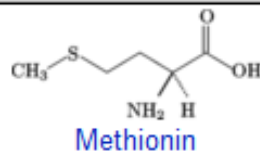
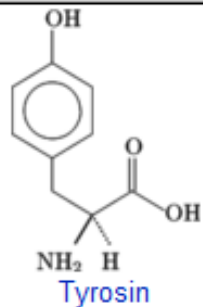
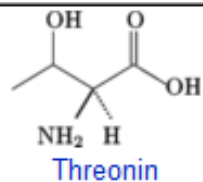
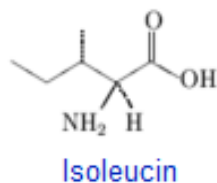
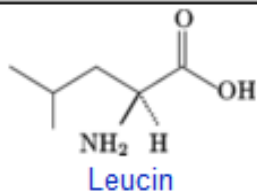
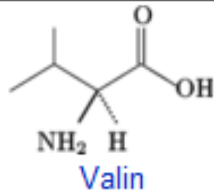
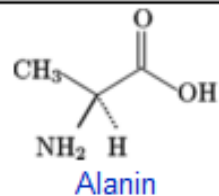
**kapilární elektroforéza**



- kyselé prostředí      alkalické prostředí      neutrální prostředí

**Isoelektrický bod (pI) – pH, při kterém jsou si disociace obou skupin rovny- látka se jeví jako elektricky neutrální dipól – nepohybuje se v elektrickém poli (nejmenší stálost-srážení)**

## Biogenní aminokyseliny



Aminokyseliny se dělí na:

### Esenciální

- Valin
- Leucin
- Isoleucin
- Threonin
- Methionin
- Lysin
- Fenylalanin
- Tryptofan

### Poloesenciální

- Arginin
- Histidin

### Neesenciální

- Glycin
- Alanin
- Serin
- Cystein,
- Selenocystein
- Asparagová kyselina
- Glutamová kyselina
- Tyrosin
- Prolin

## Dědičné nemoci

- Fenyketonurie (fenylalanin)
- Nemoc javorového sirupu (leucin)

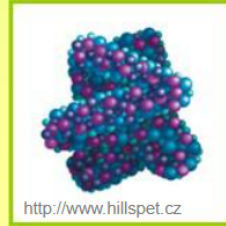
# Bílkoviny - proteiny

**Bílkoviny** jsou složené převážně z atomů uhlíku, vodíku, kyslíku a dusíku (C,H,O,N). Vedle toho mohou obsahovat i jiné prvky, jako jsou fosfor P, železo Fe, síra S, selen Se, vápník Ca, hořčík Mg, atd..

Z chemického hlediska jsou základem bílkovin molekuly aminokyselin, které jsou na sebe vzájemně vázány tzv. peptidovou vazbou. (NH<sub>2</sub> a COOH skupiny vytvářejí amidovou vazbu –NH–CO– (amidy). Proteiny mají často složitou molekulovou strukturu.

**Podle počtu aminokyselin rozlišujeme:**

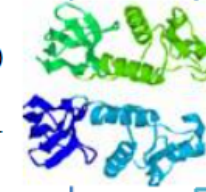
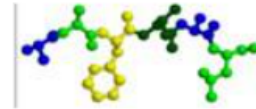
- oligopeptidy (2–10 aminokyselin)
- polypeptidy (11–100)
- proteiny (více než 100 aminokyselin)



## BÍLKOVINY

### Funkce bílkovin

- Pohybová** (např. aktin a myozin) – jsou obsaženy mimo jiné ve svalech
- Stavební** – (např. keratin, elastin, kolagen) – jsou obsaženy např. ve vlasech, šlachách či kloubech
- Ochranná** – (např. imunoglobuliny) napomáhají při obraně organismu
- Transportní** – (např. hemoglobin) – zajištění přenosu jiných látek

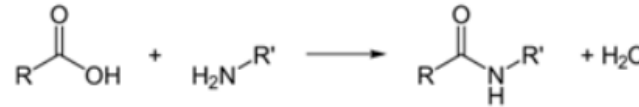


- **PROTEINY**
- vznikají z různých AMINOKYSELIN
- makromolekulární látky, které obsahují vázané atomy uhlíku, vodíku, kyslíku, ale i dusíku, síry či fosforu
- základní látka všech organismů

bílkoviny

### Peptidová vazba

- z jedné molekuly aminokyseliny se reakce účastní karboxylová skupina, z druhé molekuly aminoskupina, odštěpí se voda



## Bílkoviny

Bílkoviny jsou nepostradatelnou složkou potravy živočichů. Živočichové na rozdíl od rostlin si neumí bílkoviny sami vyrobit z minerálních látek.

Nejvíce bílkovin z rostlinné složky potravy obsahují luštěniny – čočka, hrách, soja, fazole, ale i brambory či obilniny.

Bílkoviny živočišného původu jsou nejvíce obsaženy v mase, vejci, mléce, sýrech  
....

- 15% potravy
- Obsahují H, C, O, N, S, P a některé kovové prvky
- tvorba bílkovin je závislá výhradně na příjmu potravy na rozdíl od sacharidů, které se mohou tvořit z bílkovin a tuky ze sacharidů
- minimální denní dávka je 0,6g/ kg hmotnosti
- při nedostatku příjmu dochází k odbourávání proteinů a využívání vzácných aminokyselin k tvorbě energie (glukoneogeneze)



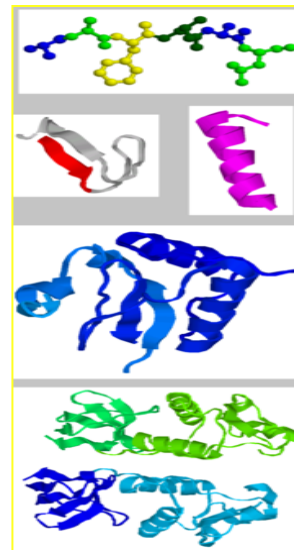
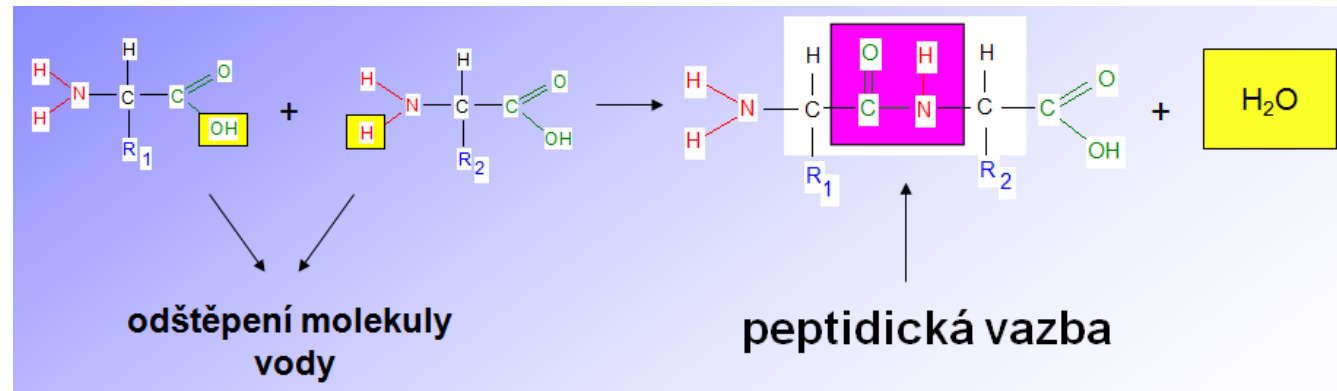
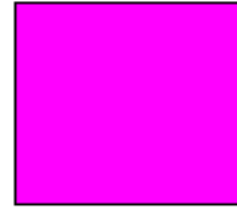
# Bílkoviny - proteiny

Základním znakem každé bílkoviny je pořadí aminokyselinových zbytků v jejím polypeptidovém řetězci. Záleží na prostorovém uspořádání a funkci.

- Skládají se z 20 základních aminokyselin, které se dělí do 4 skupin:
  - Hydrofobní (např. Fenylalanin)
  - Polární (např. Cystein)
  - Bazické (např. Lysin)
  - Kyselé (např. Kyselina glutamová)

## Struktura bílkovin:

- **primární** – určuje pořadí aminokyselin v řetězci
- **sekundární** – prostorové uspořádání úseků řetězce – šroubovice, skládaný list
- **terciární** – prostorové uspořádání celého řetězce – vláknitá, tvar klubka
- **kvarterní**



## Funkce:

Stavební (Kolagen, Elastin, Keratin)  
Transportní a skladovací (Hemoglobin, Transferin)  
Zajišťující pohyb (Aktin, Myosin)  
Katalytické, řídicí a regulační (Enzymy, hormony)  
Ochranné, obranné (Imunoglobulin, Fibrin, Fibrinogen)

## • **Bílkoviny:**

- **Živočišné bílkoviny** – v potravinách živočišného původu: mase, rybách, mléce, mléčných výrobcích a vejcích.
- **Rostlinné bílkoviny** - zdrojem jsou brambory, semena olejnatých rostlin, sója, obiloviny a obilné klíčky.

### • **Jednoduché**

- Prolaminy
- Albuminy - často přítomny s globuliny.
- Globuliny - obsaženy ve většině bílkovinných látek
- Histony - obsaženy v plazmě buněčného jádra a chromozomech
- Gluteliny - spolu s prolaminy tvoří bílkovinu lepku (gluten)
- Protaminy - vyskytují ve vaječných buňkách ryb
- Skleroproteiny - podpůrná hmota buňky

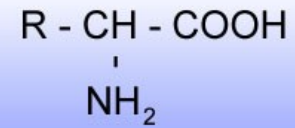
### • **Složené**

- Fosfoproteiny
- Glykoproteiny - obsahující sacharidovou prostetickou skupinu
- Chromoproteiny - obsahují prostetickou skupinu barviva - hemoglobin, katalázy, myoglobin, cytochromy, peroxidázy, a flavoproteiny
- Lipoproteiny - mají na protein navázaný neutrální tuk nebo jiné lipidy. Mají velký fyziologický význam v metabolismu při transportu tuků v krvi.
- Nukleoproteiny - spojení bílkovin s nukleovými kyselinami. Hrají roli v dědičnosti
- Metaloproteiny - obsahují vázaný kov (ceruloplasmin, feritin)

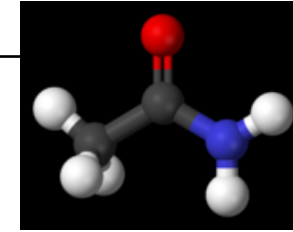


# Struktura bílkovin

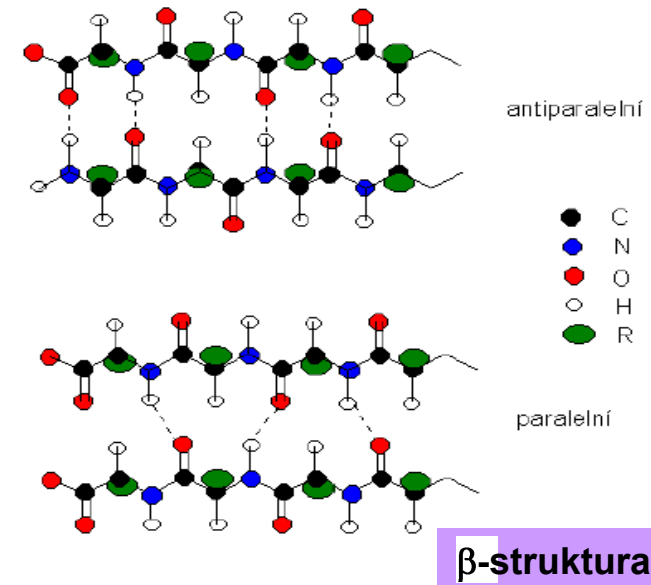
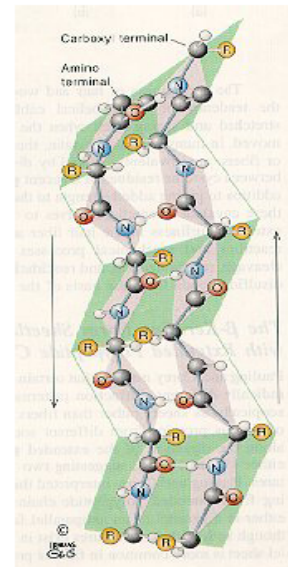
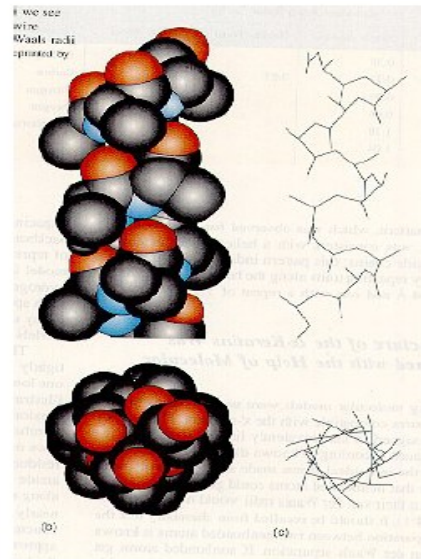
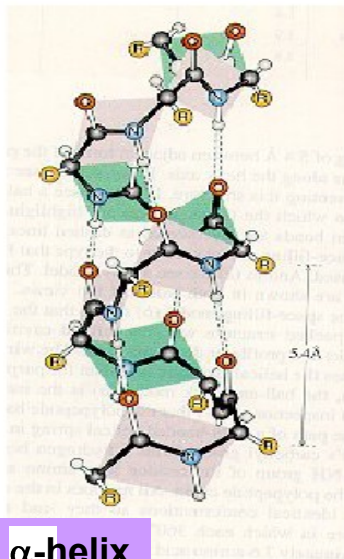
Primární struktura (chemická): pořadí aminokyselin v řetězci, další detaily (umístění disulfidických můstků, prosthetických skupin, glykosylace).



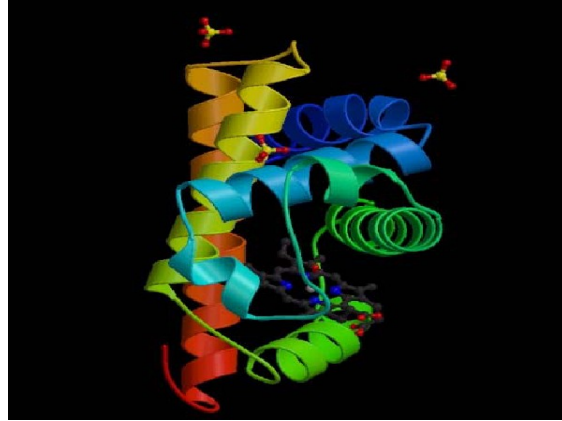
Oběcný vzorec aminokyseliny



Sekundární struktura: vzájemný prostorový vztah sousedních nebo blízkých aminokyselin. Typické struktury:  $\alpha$ -helix,  $\beta$ -struktura. Stabilizace pouze vodíkovými můstky.

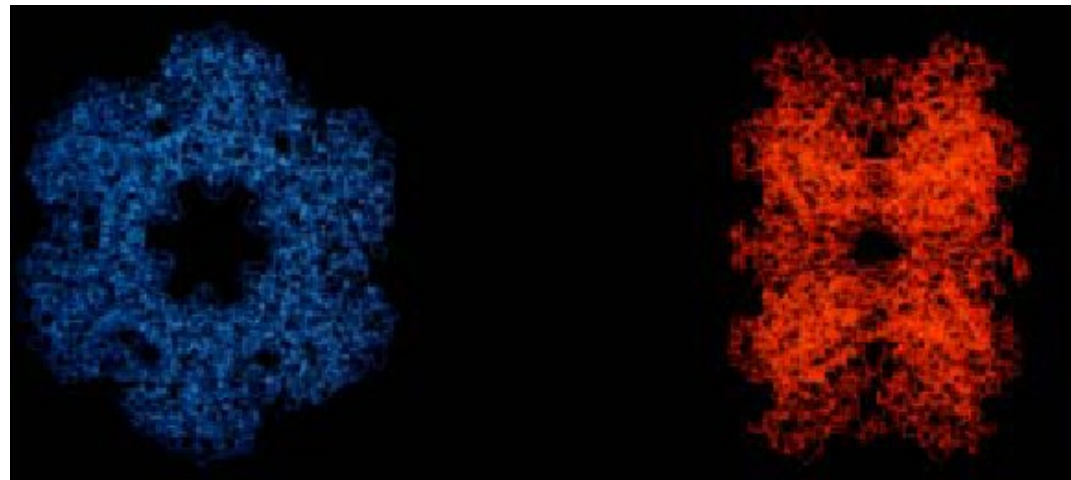


Terciární struktura: vzájemný prostorový vztah vzdálených částí řetězce. Stabilizace vodíkovými můstky, iontovými interakcemi, hydrofobními interakcemi a disulfidickými můstky.



•terciální struktura myoglobinu

Kvartérní struktura: prostorové uspořádání molekulových podjednotek, které tvoří celistvé molekuly (např: 2  $\alpha$  a 2  $\beta$  řetězce hemoglobinu)



# Tuky - lipidy

Lipidy jsou estery alkoholů a vyšších mastných kyselin.

## Charakteristika

- Tuky mají nejvyšší energetickou hodnotu ze všech potravin.
- V tucích jsou rozpustné vitamíny A, D, E, K.
- Tuky jsou bílé, čiré, žluté nebo žlutozelené, charakteristickou vůní i chutí.
- Přepálením tuků vzniká zdraví škodlivá látka – akrolein.

## Dělení tuků

### 1. Podle původu:

- živočišné
- rostlinné

### 2. Podle konzistence:

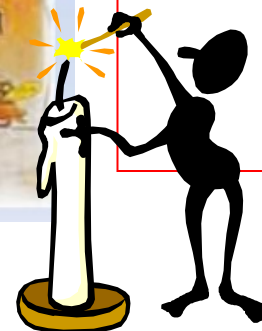
- tuhé
- mazlavé
- tekuté



- 20% potravy
- doporučená denní dávka silně závisí na hmotnosti
- charakteristickou vlastností je hydrofobnost (jsou nerozpustné ve vodě, dobře rozpustné v organických rozpouštědlech)
- zdroj a zásoba energie
- jsou součástí biomembrán nebo jinými stavebními složkami
- ochranné a izolační funkce

## Mastné kyseliny vázané v lipidech jsou:

- Jednosytné, se sudým počtem uhlíků
- nasycené – kyselina palmitová ( $C_{16}$ ) a kyselina stearová ( $C_{18}$ )
- nenasycené – kyselina olejová ( $C_{18}$  jedna dvojná vazba) a kyselina linolová ( $C_{18}$  dvě dvojná vazby)



## •Lipidy:

- Rostlinné tuky** (oleje) - tvořeny nenasycenými mastnými kyselinami, které neobsahují cholesterol
- Živočišné tuky** (máslo, sádlo, lůj, maso, mléko) - obsahují více nasycených mastných kyselin, jsou zdrojem cholesterolu. Urychlují rozvoj aterosklerózy (kornatění tepen)

- **Jednoduché lipidy** = estery mastných kyselin s alkoholy

- Tuky (triglyceroly) – estery mastných kyselin s glycerolem
- Vosky – estery mastných kyselin s vyššími alkoholy než glycerol (např. vosk včelí, palmový, lanolín z ovčí vlny, vorvaňovina...)

- **Složené lipidy** = estery mastných kyselin s alkoholy a dalšími látkami

- Fosfolipidy
- Glykolipidy




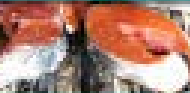
- **Odvozené lipidy** = získané z výše uvedených

- Steroidy (steroly, žlučové kyseliny, steroidní hormony, vitamíny D)
- Karotenoidy – rostlinné pigmenty

Potrava 100g	Tuk (g)
mrkev syrová	0,2
olej řepkový	92
máslo se zákys.	75
maso hovězí	15,3
čokoláda ml.	32,1
vejce	11,0
jahody	0,4



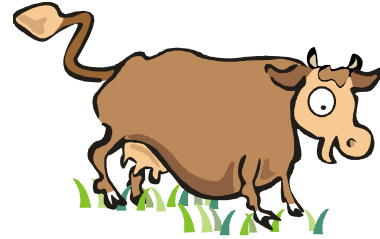
## Tuky

Nasycené	Nenasycené		
	Mono-nenasycené	Poly-nenasycené	
		Omega-6	Omega-3
			
Živočišné tuky, Kokosový tuk	Ořechy, Avokádo, Olivový olej	Rostlinné oleje, Semena	Ryby, Mořské plody

•**TUKY** - estery vyšších mastných kyselin a glycerolu.

•vyšší mastná kyselina

•glycerol



- tuky pevné – loje
- tuky polotekuté - sádla
- tuky kapalné - oleje

glycerol + karboxylové kyseliny → tuk + voda

Tuky snadno reagují s hydroxidy za tvorby *mýdel* – tato reakce bývá označována jako *zmýdelnění tuků* .

*Ztužování tuků* je proces hydrogenace tuků, který spočívá v adici vodíků na dvojně vazby nenasycených kyselin za vzniku nasycených kyselin a zvýšení odolnosti tuků proti žluknutí.

*Žluknutí tuků* – je rozklad tuků způsobený vzdušným kyslíkem a mikroorganismy. Podléhají mu nejnárodněji oleje obsahující nenasycené mastné kyseliny, při této reakci se uvolňují ostře zapáchající nižší mastné kyseliny

## Živočišné tuky

- Vepřové sádlo, hovězí a skopový lůj – získávají se z podkožních tukových vrstev.
- Máslo – se vyrábí stloukáním smetany.
- Husí a kachní sádlo se vypéká při pečení drůbeže.
- Rybí tuk získáme při zpracování ryb. Je velmi cenný pro obsah vitamínů a dalších látek.

## Rostlinné tuky

- Oleje – se získávají ze semen, plodů a dužiny rostlin. Na olej se u nás zpracovávají tyto suroviny: řepka olejka, slunečnice, podzemnice olejná, hořčice, mák, sója, len apod.
- Dovážené druhy – olivový olej, ořechový, sezamový.
- Zvlášť cenné jsou oleje lisované za studena – panenské.

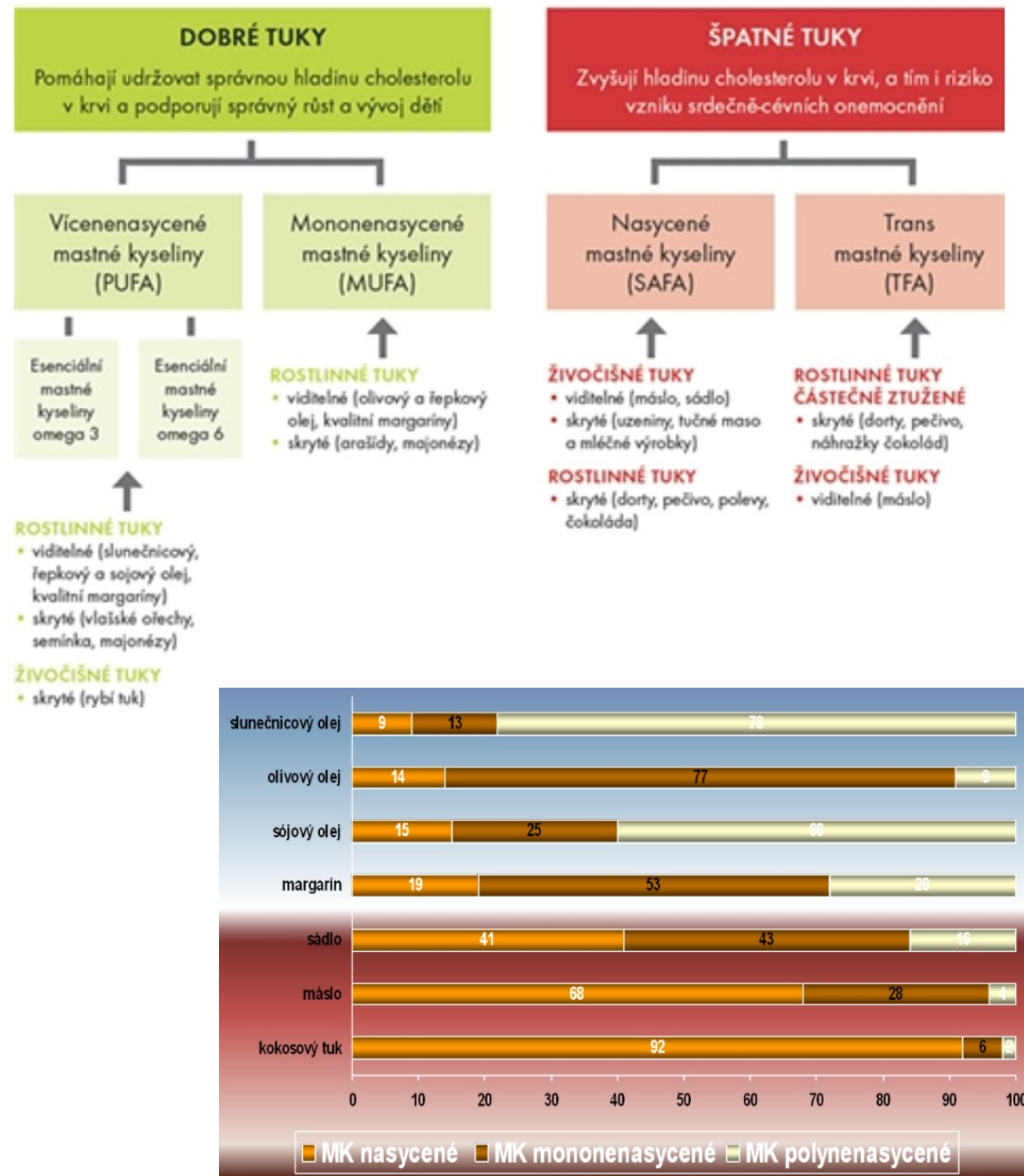


## Tuky mazlavé, tuhé a tekuté

**Tuhé** – rostlinné a živočišné (ztužené): Iva, Lukana, Ceres Soft, Omega, Planta

**Mazlavé** – rostlinné a živočišné: Hera, Lukana, Dukát, Rama, Alfa máslo, Stella, Perla, sádlo a máslo.

**Tekuté** – rostlinné tuky a oleje – slunečnicový, olivový, Maja, Vegetol, Vitol, sojový olej – Brölio, Lukana.





# Cukry - sacharidy

Jsou to nejrozšířenější organické látky, tvoří největší podíl organické hmoty na Zemi.

- 65% potravy
- minimální denní příjem sacharidů je 50 g, při nižším příjmu dochází k úbytku svalové hmoty
- většina energetického příjmu člověka - slouží jako zásobárna energie
- potřebujeme přijímat hlavně jednoduché cukry
- sladkou chuť cítíme pouze z jednoduchých cukrů (díky ptyalinu), proto nám například nepřijdou sladké brambory (obsahují složité cukry)

## Z chemického hlediska se dělí na:

**Monosacharidy** – (mono = jeden) jsou tvořeny jen jednou cyklickou molekulou. Příklady: glukóza nebo galaktóza. Rychle se vstřebávají do krve a jsou dobře rozpustné ve vodě.

**Disacharidy** – (di = dvě) jsou tvořeny dvěma cyklickými molekulami, vzájemně spojenými atomem kyslíku.

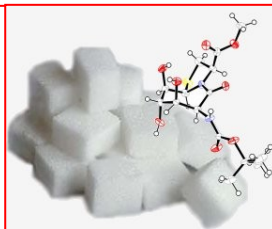
❖ Sacharóza, tj. řepný cukr vyráběný z řepy.

❖ Laktóza tj. mléčný cukr, způsobuje nasládlou příchuť mléka.

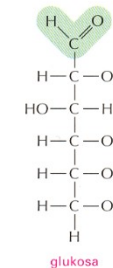
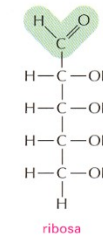
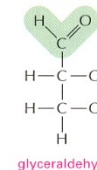
**Polysacharidy** – (poly = mnoho) jsou složeny z mnoha molekul monosacharidů. Typickým příkladem je škrob, jehož základem je monosacharid glukóza.

## •Funkce:

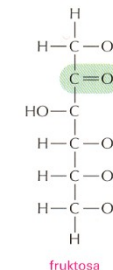
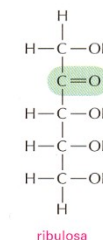
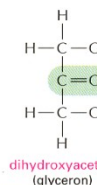
- zásobní látky v organismu (zdroje energie)
- stavební látky
- součást makromolekul odpovědných za přenos genetické informace
- součást bioregulátorů (hormony, vitamíny)



## •aldózy



## •ketózy



## Monosacharidy

Glukóza  
téměř všude

Fruktóza  
zejména v ovoci

Galaktóza  
téměř nikde

## Disacharidy

Maltóza

Sacharóza

Laktóza

## Polysacharidy

Škrob

Vláknina

Glykogen



•Chemicky odvozeny od jednoduchých uhlovodíků nahrazováním některých jejich vodíků následujícími funkčními skupinami: hydroxylovou (-OH), aldehydickou (-COH), ketonickou (-CO-) a karboxylovou (-COOH). V tzv. aminocukrech obsahují také funkční skupinu aminovou (-NH<sub>2</sub>).

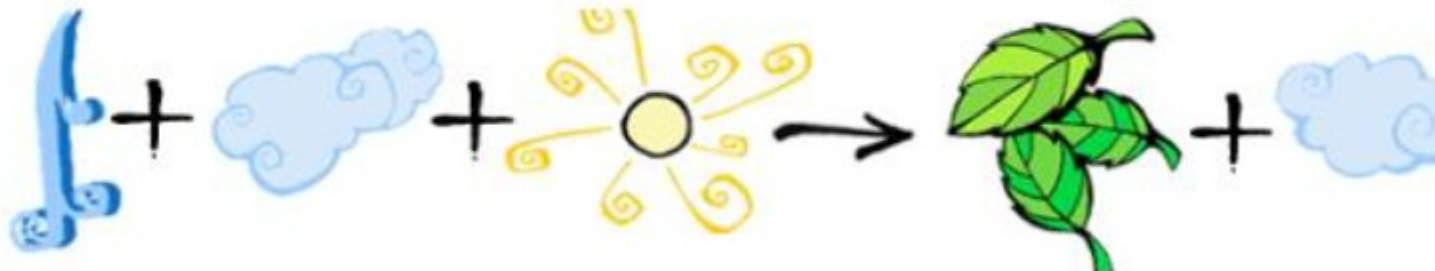
•obecný vzorec C<sub>x</sub>(H<sub>2</sub>O)<sub>y</sub>

## •Sacharidy:

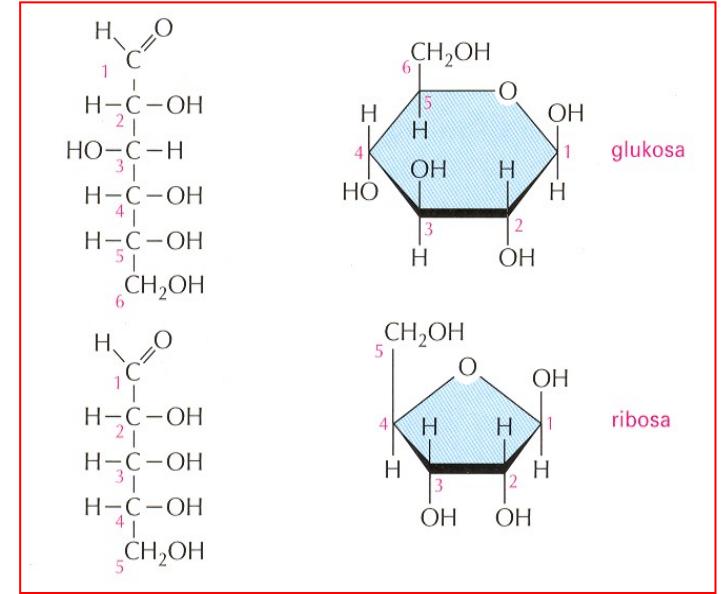
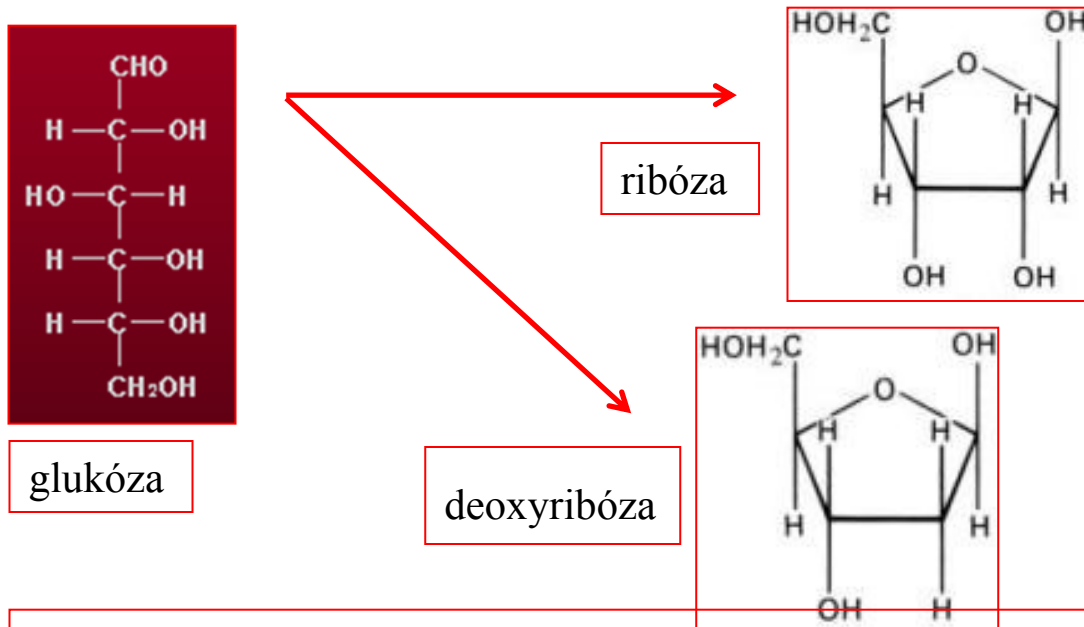
### •Rostlinné sacharidy

- Monosacharidy - sladkosti a moučníky, cukr, bílé pečivo, bílá mouka, slazené limonády
- Disacharidy - řepný a třtinový cukr
- Oligosacharidy
- Polysacharidy - škrob, vláknina

### •Živočišné sacharidy – jen málo




**MONOSACHARIDY:** rozlišujeme je podle toho, kolik atomů uhlíku obsahoval původní uhlovodíkový řetězec, na di-, tri-, tetra-, pentózy (ribóza, deoxyribóza) hexózy (glukóza, fruktóza, galaktóza, manóza, aminohexózy)




• Glukóza se vyskytuje v tělních tekutinách jako tzv. transportní cukr. Do krevního oběhu se dostává buď z trávicí soustavy z rozložené potravy nebo ze tkání jako produkt štěpení glykogenu. Z tělních tekutin se vstřebává do buněk, kde se buď oxiduje, nebo dochází k jejímu spojování na glykogen.

• Fruktóza (ovocný cukr) je důležitý meziprodukt v metabolismu glukózy.

• Ribosa se vyskytuje především v nukleových kyselinách (nositelky dědičnosti). A to jako ribosa v RNA nebo deoxyribosa v DNA

 **Glukóza** podléhá v těle oxidaci za vzniku oxidu uhličitého, vody a energie. V krvi člověka musí být udržována určitá hladina glukózy, asi 4,4mmol/L až 6,7mmol/L.

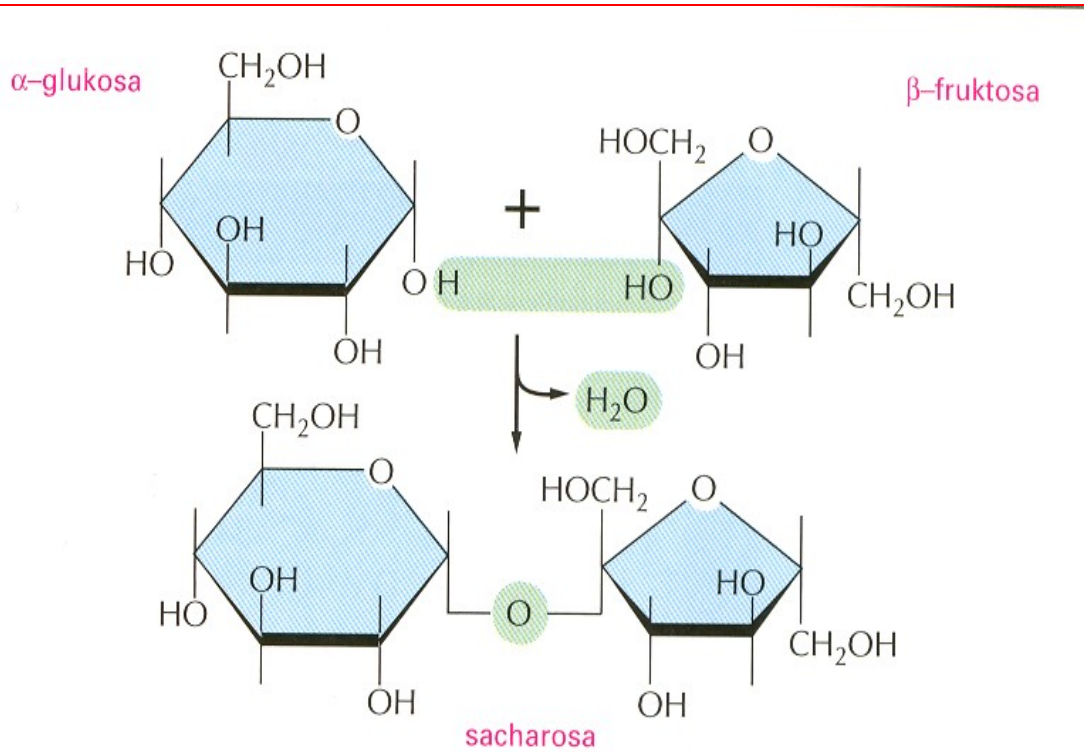
 **Nemoc diabetes (cukrovka)**  
Charakteristická vysokou hladinou cukru v krvi. Je způsobena špatnou funkcí slinivky, která produkuje hormon inzulín, což je hormon bílkovinné povahy, který snižuje hladinu cukru v krvi.

## OLIGOSACHARIDY: sacharóza, maltóza, laktóza, trehalóza, cellobióza

• Sacharóza (disacharid) vzniká spojením glukózy a fruktózy v tzv. poloacetátové (cyklické) formě tzv. glykosidickou vazbou. Běžný cukr, obsažený v mnoha rostlinách.

• Maltóza disacharid (cukr sladový) se skládá ze dvou zbytků glukózy. V těle vzniká nejčastěji jako meziprodukt při štěpení škrobu a glykogenu.

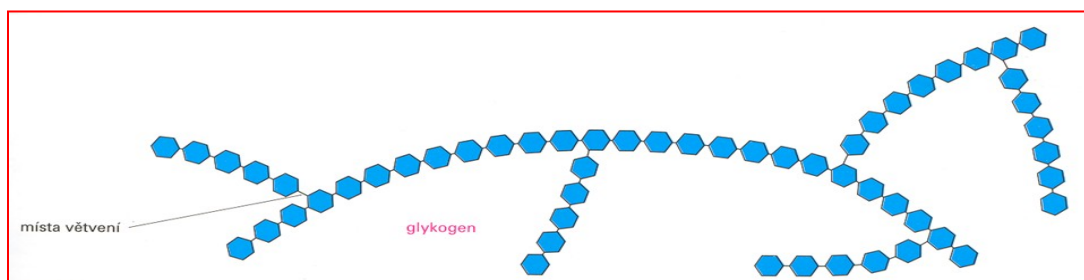
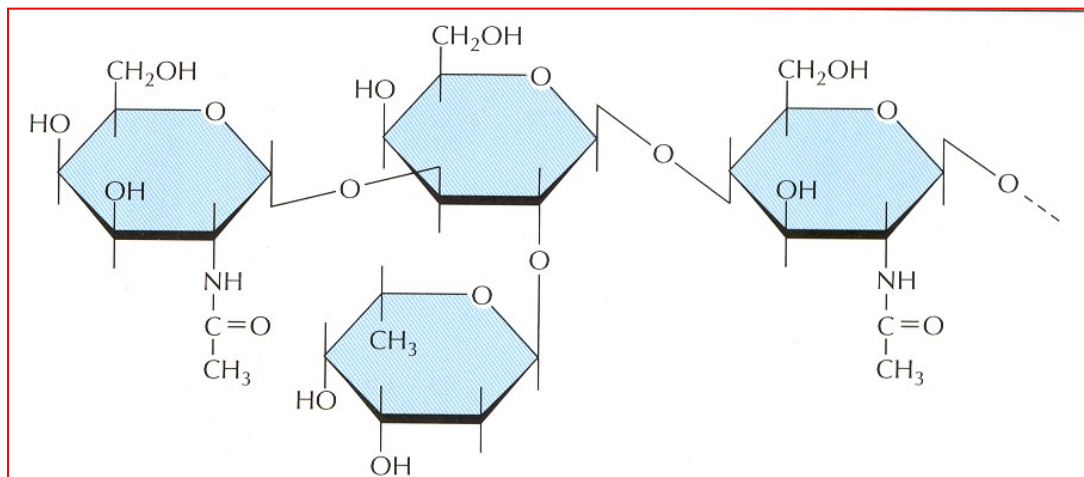
• Laktóza disacharid (cukr mléčný) vzniká polykondenzací jedné molekuly glukózy a jedné molekuly galaktózy. Je hojná v mléce savců.



# POLYSACHARIDY

(glykogen, tunicin, celulóza, chitin, galaktogen)

Obsahují mnoho monosacharidových jednotek (obvykle v pyranózové formě, tj ve formě šestičtého kruhu) spojených glykosidickou vazbou. Patří mezi nejrozšířenější sacharidy. Molekuly zásobních polysacharidů (škrob v rostlinách, glykogen u živočichů) jsou kulovitého tvaru a jsou rozpustné ve vodě. Naopak molekuly strukturálních polysacharidů (celulóza, chitin) se vyskytují ve formě vláken, navzájem pospojovaných vodíkovými vazbami a uložených rovnoběžně ve fibrilách, a jsou ve vodě nerozpustné.

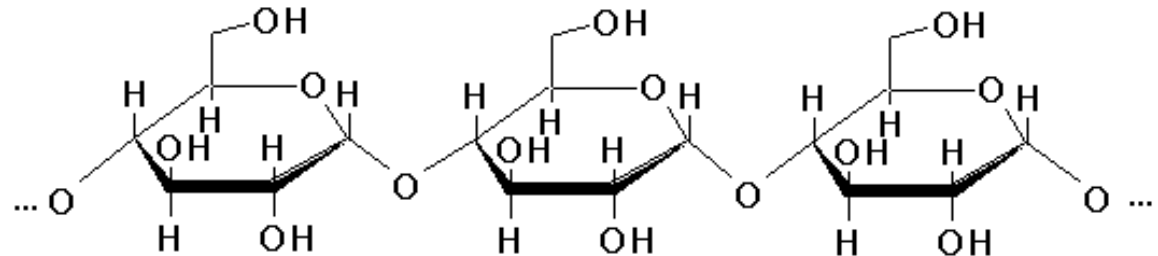


•Celulóza – obsahuje jen glukózové jednotky. Je to nejhojnější polysacharid u rostlin, tvoří buněčné stěny rostlinných buněk. Bavlna je čistá celulóza. Dřevo je celulóza s příměsí ligninu, pryskyřice a hemicelulózy. Celulóza je nestravitelná, ale přesto je důležitá pro trávení, protože podporuje peristaltiku střev

Chitin - se skládá z velkého počtu zbytků acetylglukosaminu. Štěpí se nejprve na disacharid chitobiózu. Je to strukturální polysacharid. Vyskytuje se hojně v krovkách členovců. Slouží jako potrava živočišného původu některým druhům hmyzu, měkkýšům a bakteriím.

•Glykogen (živočišný škrob) – je makromolekulární polysacharid, který obsahuje podobně jako amylopektin rozvětvené řetězce glukózy. Rozvětvení u molekuly glykogenu je však mnohem častější, takže řetězce glukózy jsou kratší. Konce řetězců obsahují asi 6–7 jednotek glukózy. Čistý glykogen je bílý prášek, který ve vodě snadno vytváří koloidní roztok. V alkoholu je zcela nerozpustný. V živočišném těle se ukládá jako rezerva cukrů hlavně v jaterní tkáni a ve svalovině.

•Škrob - je makromolekulární polysacharid, který je složen ze dvou makromolekulárních podjednotek a to z amylosy a amylopektinu. Amylosa je složena z lineárního řetězce molekul glukosy, amylopektin je složen z rozvětvených řetězců glukosy. V rostlinném těle je uložen především v semenech a plodech. Je to zásobní polysacharid.



# Náhradní sladidla

Jsou to látky, které mají sladkou chuť, ale z chemického hlediska nemusí mít se sacharidy nic společného. Mohou být mnohonásobně sladší než cukr. Pro organismus zpravidla nejsou žádným zdrojem energie. Dělí se na:

1. **Uměle vyrobená** – aspartam (asi 200x sladší než cukr), sacharin (250-500x sladší), sorbitol, acesulfam K, sukralóza. Často mají nežádoucí účinky. U **aspartamu** bylo údajně prokázáno asi 60 nežádoucích vedlejších účinků.

2. **Přírodní** – rostlina Stevia sladká. Nebyly u ní prokázány nežádoucí účinky.



Obrázek:  
<http://www.fansladidla.cz>



Obrázek:  
<http://conmigo8.blogspot.cz>



Obrázek:  
<http://www.steviaishop.cz>

