



SACHARIDY – obecná charakteristika

- ➔ z lat. *saccharum* = cukr
- ➔ jiný název: *glycidy*
- ➔ zastarale a chybně: *uhlovodany*, *uhlohydráty* nebo *karbohydráty*
- ➔ organické sloučeniny patřící do skupiny polyhydroxyderivátů karbonylových sloučenin (aldehydů, ketonů)
- ➔ přírodní i syntetické látky
- ➔ Obecný vzorec $(CH_2O)_n$

NÍZKOMOLEKULÁRNÍ SACHARIDY jsou rozpustné ve vodě a mají více či méně sladkou chuť. Sladké sacharidy se označují jako **CUKRY**.

Sacharidy jsou nejrozšířenější přírodní látky
Přítomné ve všech rostlinných a živočišných buňkách Tvoří největší podíl organické hmoty na Zemi

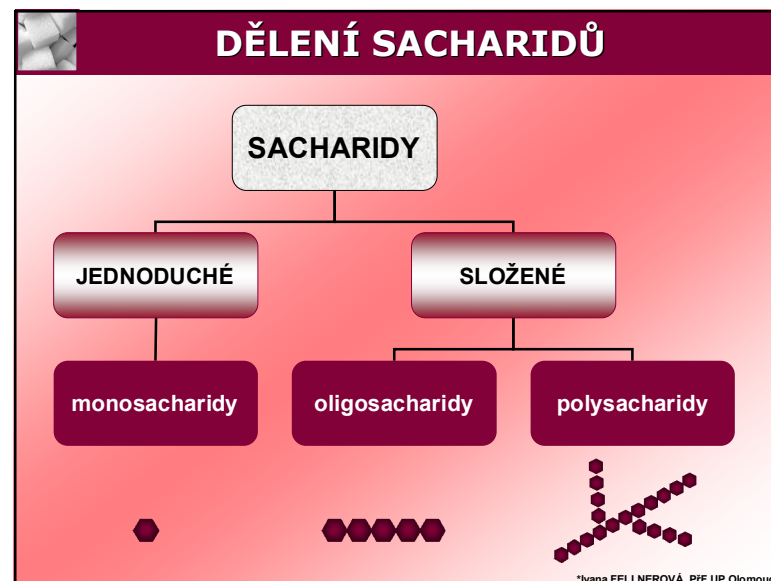
Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

SACHARIDY: Rostliny X živočichové

V zelených rostlinách vznikají **sacharidy** fotosyntetickou asimilací ze vzdušného oxidu uhličitého CO_2 a vody H_2O účinkem slunečního záření.

Živočišný organismus přijímá **sacharidy** převážně v potravě. Neobsahuje-li potrava dostatečné množství sacharidu, získává je organismus přeměnou aminokyselin nebo glycerolu z lipidů.

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc



MONOsacharidy

Ivana FELLNEROVÁ, PŘF UP Olomouc

MONOSACHARIDY: charakteristika

- Nelze už je rozdělit na jednodušší sacharidy
- Prvotně vznikají při fotosyntéze, druhotně např. při štěpení složených sacharidů
- Bezbarvé krystalické látky
- Dobře rozpustné ve vodě
- Osmoticky aktivní
- Sladká chuť
- Spolu s disacharidy jsou označovány jako „cukry“

Ivana FELLNEROVÁ, PŘF UP Olomouc

MONOSACHARIDY: dělení

- Podle charakteristických skupin přítomných v molekule dělíme monosacharidy na:
 - ALDÓZY** mají i skupinu aldehydickou $-\text{CHO}$ př. **Glukóza** 
 - KETÓZY** mají skupinu ketonickou $-\text{C}(=\text{O})-$ př. **Fruktóza** 
 - Podle počtu uhlíkových atomů v molekule dělíme monosacharidy na:
 - TRIÓZY** (3 uhlíkatý řetězec), **TETRÓZY** (4 uhlíkatý řetězec)
 - PENTÓZY** (5 uhlíkatý řetězec), **HEXÓZY** (6 uhlíkatý řetězec)
- Obecně monosacharidy označujeme jako aldo- nebo ketotriózy, tetrózy, pentózy, hexózy a heptózy**

Ivana FELLNEROVÁ, PŘF UP Olomouc

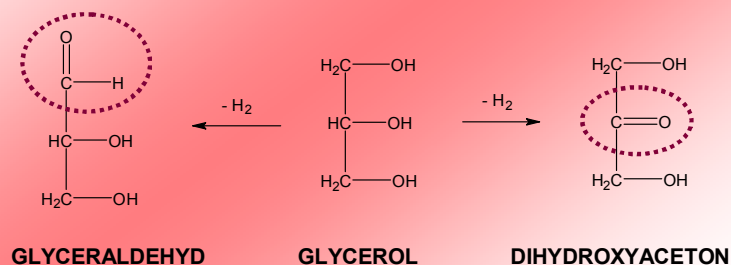
MONOSACHARIDY: triózy

TRIÓZY = NEJJEDNODUŠŠÍ MONOSACHARIDY

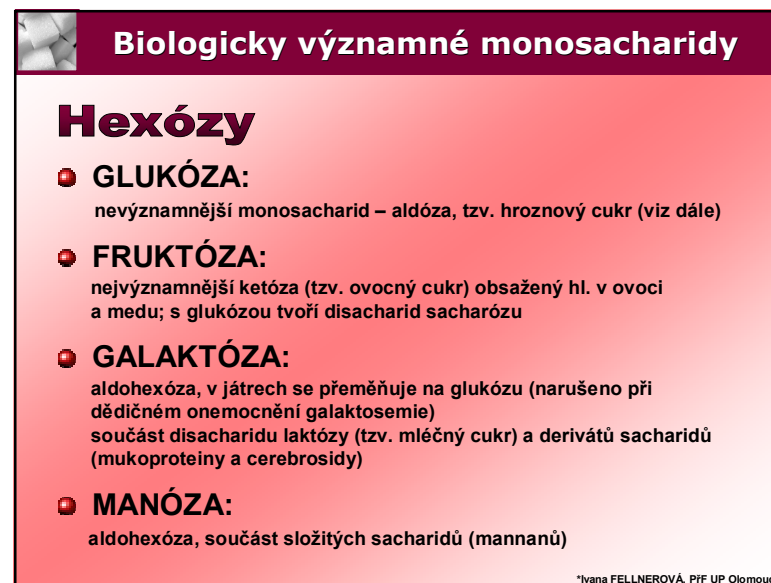
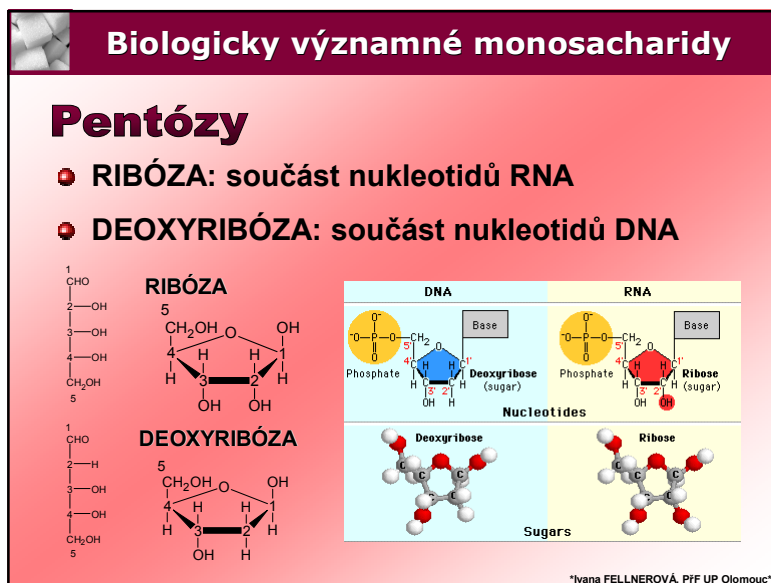
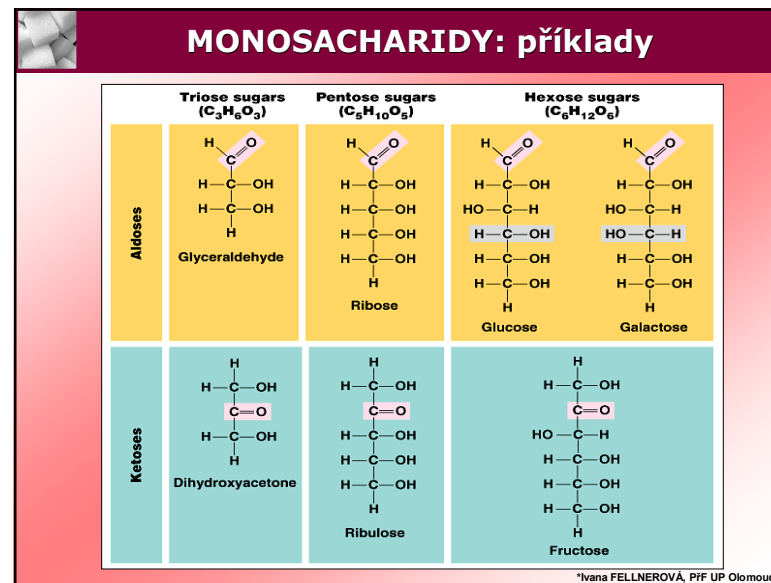
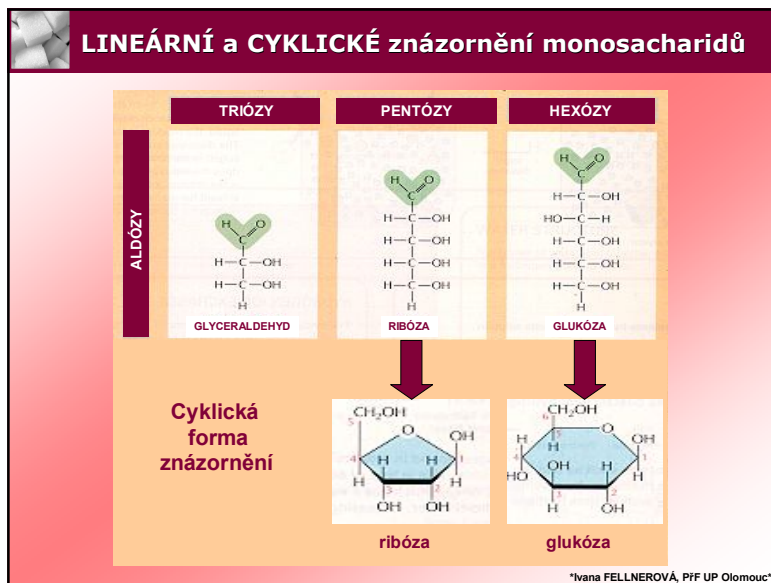
výchozí látka: GLYCEROL

jeho dehydrogenací nebo oxidací vzniká:

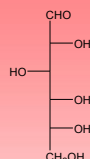
Glycerladehyd (aldotrióza) x Dihydroxyaceton (ketotrióza)



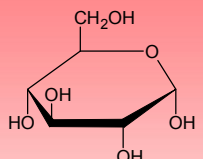
Ivana FELLNEROVÁ, PŘF UP Olomouc



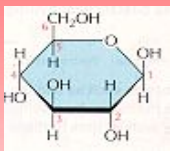
GLUKÓZA



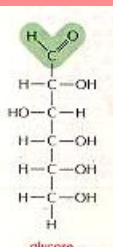
CHO
HO
OH
OH
CH₂OH



CH₂OH
OH
OH
OH



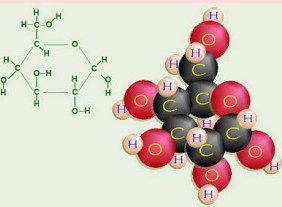
CH₂OH
OH
OH
OH



glucose

Klíčové postavení v těle živočichů





C₆H₁₂O₆

Ivana FELLNEROVÁ, PfF UP Olomouc

GLUKÓZA : charakteristika

- Nejvýznamnější monosacharid hexoaldóza, tzv. „hroznový cukr“
- Snadno stravitelný, osmoticky aktivní
- Významný zdroj energie živočichů součást infuzí s umělou výživou
- Hlavní součást oligosacharidů a polysacharidů



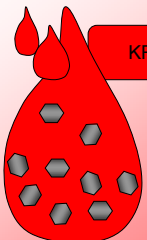
Výskyt:

- Primárně v rostlinách:
volná v rostlinných šťávách, ovoci; vázaná v polysacharidech (škrob, celulóza, chitin) a různých derivátech sacharidů
- U člověka a živočichů:
volná v tělních tekutinách (krev, lymfa aj.) – důležitá stálost koncentrace vázaná v polysacharidech (glykogen chitin)

Ivana FELLNEROVÁ, PfF UP Olomouc

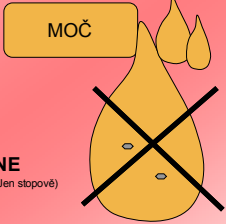
GLUKÓZA v tělních tekutinách

Ivana FELLNEROVÁ, PfF UP Olomouc



KREV

GLUKÓZA



MOČ

ANO

↕

NE
(Jen stopově)

GLYKÉMIE
hladina cukru v krvi. U člověka 3,6-6,0 mmol/l

HYPOGLYKÉMIE
Snížená hladina krevní glukózy (při námaze, hladovění, Nemoci slinivky břišní nebo jater)

HYPERGLYKÉMIE
Zvýšená hladina krevní glukózy (po jídle, při nemoci slinivky břišní nebo jater)

GLYKOSURIE
= vylučování cukru močí. Dochází k ní

- Při diabetes mellitus
- V těhotenství
- Při ledvinových onemocněních
- Při alimentární hyperglykémii

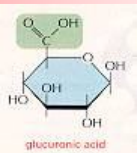
Podrobněji v ppt ➡ Glykémie

DERIVÁTY MONOSACHARIDŮ

- **GLYKOSIDY:**
látky s cukernou složkou vázanou glykosidicky přes atom kyslíku síry nebo dusíku (necukerná složka = aglykon), např. nukleosidy; Často ale jedovaté látky (např. amygdalin)
- **AMINOCUKRY:**
jedna hydroxylová skupina je nahrazena aminoskupinou –NH₂, např. D-glukosamin, D-galaktosamin (součást mukopolysacharidů chrupavek)
- **CUKERNÉ KYSELINY:**
obsahují kyselou skupinu –COOH např. kyselina glukuronová: uronová kys. vznikající oxidací glukózy, rozpustná ve vodě, umožňuje vázat a vyloučit z těla jinak málo rozpustné látky. Je stavebním prvkem mukopolysacharidů



glucosamine



glucuronic acid

Ivana FELLNEROVÁ, PfF UP Olomouc

OLIGOSACHARIDY: charakteristika

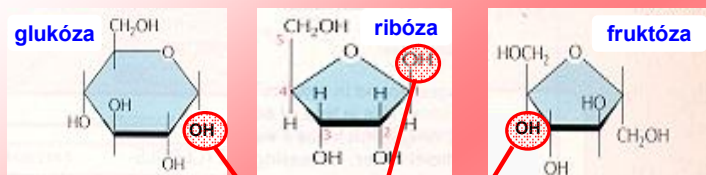
- sacharidy složené z 2 - 10 stejných nebo různých monosacharidových jednotek lineárně vázaných glykosidickými vazbami
- podléhají hydrolýze, štěpí se na monosacharidy
- podle počtu monosacharidových jednotek dělíme na:
 - disacharidy (2 jednotky)
 - trisacharidy (3 jednotky)
 -
 - dekasacharidy (10 jednotek)

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Disacharidy

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

GLYKOSIDICKÁ VAZBA - oligosacharidy

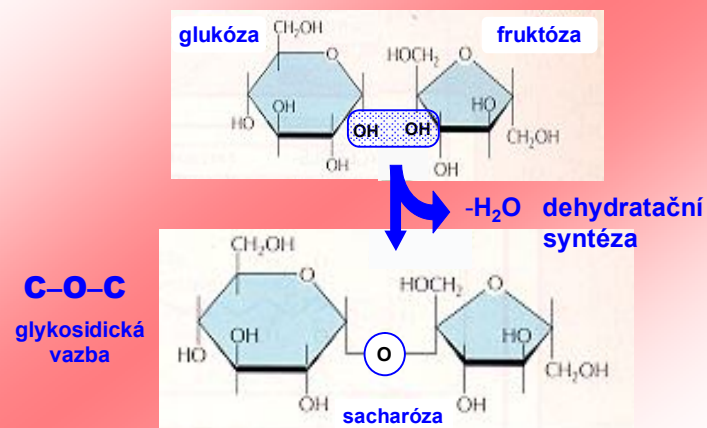


POLOACETALOVÝ HYDROXYL
má silné redukční účinky

Využití při důkazech jednoduchých cukrů
(Fehlingova zkouška)

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

GLYKOSIDICKÁ VAZBA - oligosacharidy



Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Sacharóza, maltóza: SYNTÉZA

SACHARÓZA: Dehydratační syntéza

GLUKÓZA + **FRUKTÓZA** → **SACHARÓZA** + H₂O

MALTÓZA: Dehydratační syntéza

GLUKÓZA + **GLUKÓZA** → **MALTÓZA** + H₂O

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

DISACHARIDY

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

- Biologicky nejvýznamnější oligosacharidy
- vznik spojením dvou molekul monosacharidů prostřednictvím glykosidické vazby za odštěpení vody

$$C_6H_{12}O_6 + C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{-H_2O} C_{12}H_{22}O_{11}$$

MALTÓZA
α-D-Glucopyranosyl-(1→4)-D-glucopyranose

LAKTÓZA
β-D-Galactopyranosyl-(1→4)-D-glucopyranose

SACHARÓZA
α-D-Glucopyranosyl-(1→2)-β-D-fructofuranoside

Disacharidy: SACHARÓZA

- „řepný, třtinový cukr“
- složení: glukóza + fruktóza
- ve všech rostlinách (nejvíce v cukrové řepě a cukrové třtině)
- bezbarvá krystalická látka dobře rozpustná ve vodě
- nepoužívanější sladidlo potravin a nápojů

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

OTÁZKY k ZAMYŠLENÍ...

Rafinovaný cukr

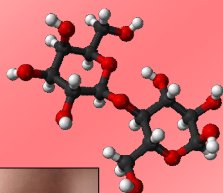
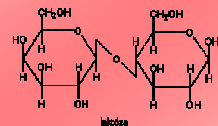
bílý x rafinovaný cukr
(rozdíly, vlastnosti, vliv na organismus)

med
(vznik, složení, vliv na organismus)

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Disacharidy: LAKTÓZA

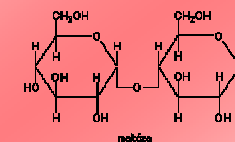
- „mléčný cukr“
- složení: glukóza + galaktóza
- zdroj: mléko savců



Ivana FELLNEROVÁ, PŘF UP Olomouc

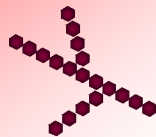
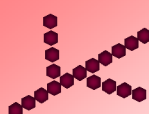
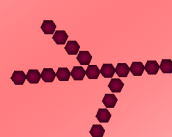
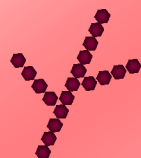
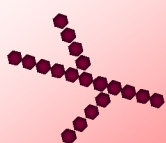
Disacharidy: MALTÓZA

- „sladový cukr“
- složení: glukóza + glukóza
- krystalická látka, redukuje Fehlingův roztok
- volně v přírodě jen v medu a některých rostlinách
- vzniká jako štěpný produkt škrobu a glykogenu v průběhu trávení; hydrolytické štěpení zajišťuje maltáza
- využití při výrobě piva



Ivana FELLNEROVÁ, PŘF UP Olomouc

POLYSacharidy



Ivana FELLNEROVÁ, PŘF UP Olomouc

POLYSACHARIDY

- nejrozšířenější typ sacharidů, makromolekulární látky
- složení: 11 – několik tisíc monosacharidových jednotek vázaných glykosidickými vazbami
- povaha monosacharidových jednotek:
 - ♦ většinou *aldohexózy*
 - ♦ občas *aldopentózy*
 - ♦ zřídka *ketopentózy*, *ketohexózy*
- vlastnosti:
 - ♦ závisí na druhu monosacharidových jednotek a způsobu jejich navázání + stupni rozvětvení
 - ♦ nerozpustné ve vodě
 - ♦ nejsou sladké
 - ♦ podléhají kyselé nebo enzymatické hydrolýze, rozpadají se na oligo- až monosacharidy

Ivana FELLNEROVÁ, PŘF UP Olomouc

POLYSACHARIDY

dělení podle počtu monosacharidových jednotek v makromolekule:

- homopolysacharidy (monosacharidové jednotky jsou stejného typu) – např. glukany (jednotka: glukóza)
- heteropolysacharidy (monosacharidové jednotky jsou různého typu)

dělení podle stavby řetězce:

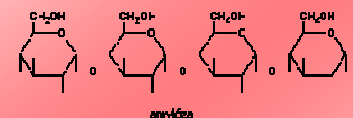
- nerozvětvené (lineární)
- rozvětvené (1 hlavní řetězec + vedlejší řetězce)

dělení podle funkce v organismu:

- stavební – nerozpustné ve vodě, málo reaktivní (příčina – spousta vodíkových můstků → zpevnění) př. celulóza, hemicelulózy, pektiny, chitin
- zásobní – škrob, inulin, glykogen
- speciální – př. mukopolysacharidy (kys.hyaluronová), heparin (polysacharid vázaný na bílkovinu)

Ivana FELLNEROVÁ, PŘF UP Olomouc

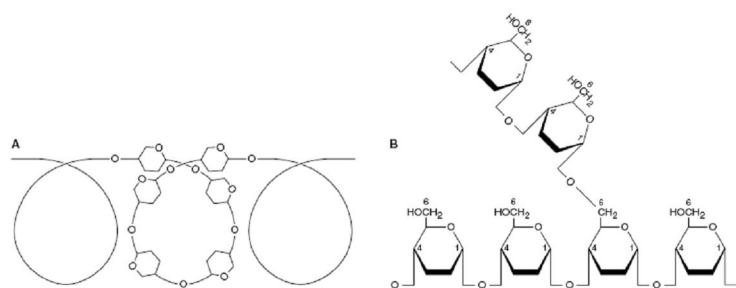
Polysacharidy: ŠKROB



- zásobní látka rostlin
- nejednotná látka – obsahuje amyulózu a amylopektin
- stavební jednotkou obou látek je glukóza
- jeho degradací kyselinami nebo teplotou vznikají kratší řetězce = dextriny, dalším štěpením vzniká disacharid maltóza a nakonec monosacharid glukóza
- výskyt:** některé části rostlin (plody, hlízy, semena, kořeny)
- zdroj energie – potrava většiny teplokrevných živočichů
- dobře barvitelný jódem (fialové zbarvení)
- široké průmyslové využití

Ivana FELLNEROVÁ, PŘF UP Olomouc

Polysacharidy: ŠKROB



amyulóza (maltóza)_n

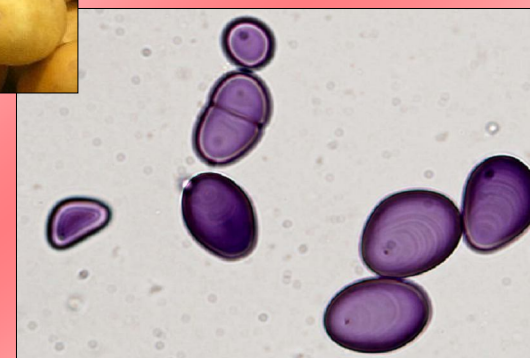
amylopektin

Ivana FELLNEROVÁ, PŘF UP Olomouc

Polysacharidy: ŠKROB



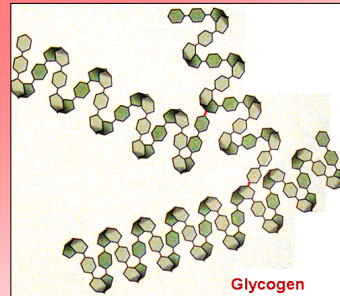
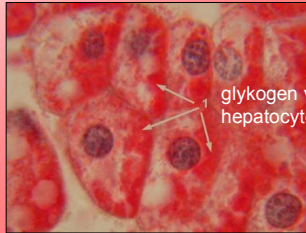
Bramborové hlízy – významný zdroj škrobu, kde tento polysacharid tvoří škrobová zrna.



Ivana FELLNEROVÁ, PŘF UP Olomouc

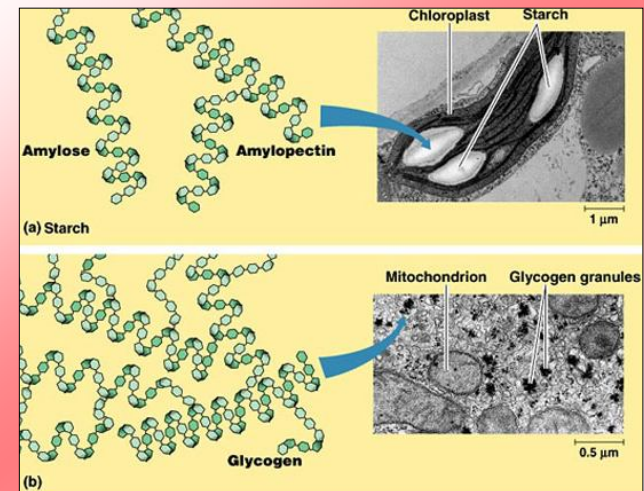
Polysacharidy: GLYKOGEN

- zásobní látka živočichů
- strukturně připomíná amylopektin, ale je více větvený
- nerozpustný ve vodě, jódem se nebarví
- uložený v játrech a svazech (v případě potřeby z něj vzniká glukóza)



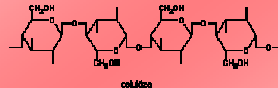
Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Srovnání: ŠKROB x GLYKOGEN



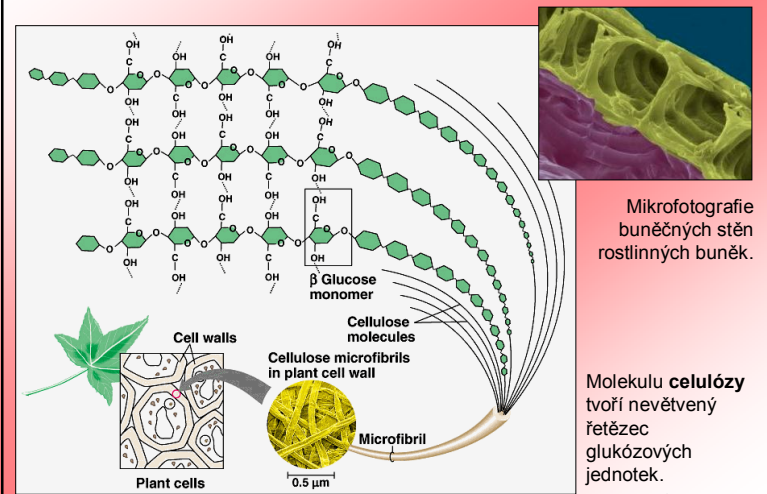
CELULÓZA

- hlavní živina býložravců
- nejrozšířenější organická látka na světě
- nevětvený řetězec glukózových jednotek
- základní stavební jednotka: disacharid cellobióza
- výskyt:
 - hlavní složka buněčných stěn vyšších rostlin
 - bakterie, pláštěnci (*Tunicata*)
- enzym celulóza → štěpení celulózy (živočiškové tento enzym nemají, je pro ně tedy celulóza nestravitelná, ale jako vláknina podporuje střevní peristaltiku a pročišťuje střeva)
- některé bakterie a prvoci štěpit celulózu umí → pomoc trávení celulózy živočichům (býložravcům, termitům)
- široké průmyslové využití (papír, buničina, celofán, vata, ...)



Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

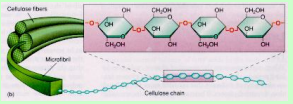
CELULÓZA



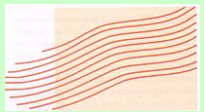
Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

CELULÓZA – ŠKROB - GLYKOGEN

CELULÓZA



Lineární nevětvené, paralelně uspořádané polymery glukózy způsobuje pevnost a vysokou chemickou stabilitu celulózy

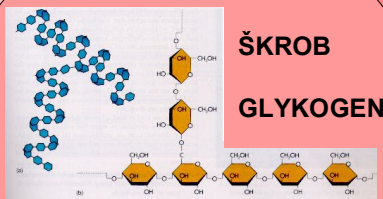


Vlákně celulózy buněčné stěny v elektronovém mikroskopu



Ivana FELLNEROVÁ, PfF UP Olomouc

ŠKROB GLYKOGEN



Větvené molekuly škrobu a glykogenu jsou chemicky méně stabilní v porovnání s celulózą




Červeně barvené granule škrobu a jaterního glykogenu

ŠKROB
GLYKOGEN

CELULÓZA v živočišné říši




V bacheru přežvýkavců žijí symbiotické mikroorganismy (prvoci - bachořci, houby, bakterie), které pomáhají trávit celulózu z přijaté potravy.




Ukázky bachořců – rody *Ophryoscolex* a *Entodinium*.

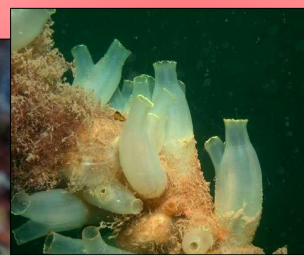
Ivana FELLNEROVÁ, PfF UP Olomouc

CELULÓZA v živočišné říši




CELULÓZA v živočišné říši

Ukázky pláštěnců (konkrétně sumek), jediných živočichů, kde je celulóza stavebním prvkem.

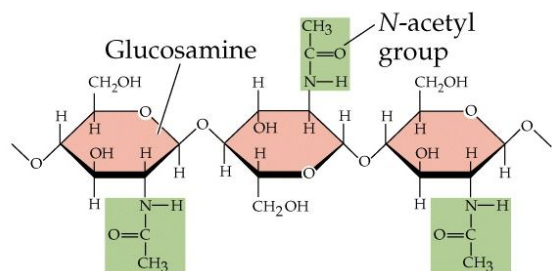
Ivana FELLNEROVÁ, PfF UP Olomouc*



Polysacharidy: CHITIN

- chemicky velmi podobný celulóze
- hlavní složka exoskeletu členovců
- také součástí buněčné stěny buněk většiny hub a některých řas

(c) Chitin



Ivana FELLNEROVÁ, PfF UP Olomouc



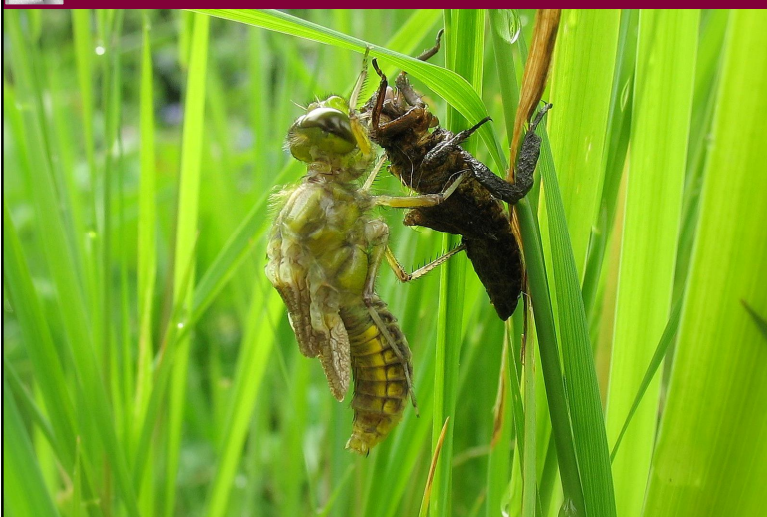
Polysacharidy: CHITIN

Ivana FELLNEROVÁ, PfF UP Olomouc

Ukázky svlékání a metamorfózy u členovců s chitinózním exoskeletem.



Polysacharidy: CHITIN



Polysacharidy: AGAR

- přírodní polysacharid agaróza se využívá k výrobě agaru
- zdroj: některé červené mořských řas (čel. *Floridae*)
- vysoká gelující schopnost



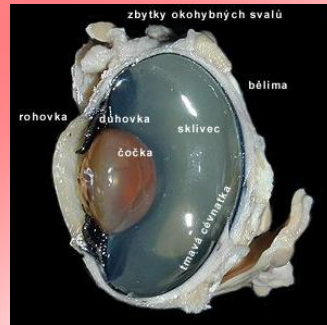
agar jako živné médium rostlin



Ivana FELLNEROVÁ, PfF UP Olomouc

MUKOPOLYSACHARIDY (deriváty polysacharidů)

- živočišný původ
- v hlenovitých sekretech dýchací a trávicí soustavy, součást pojivové tkáně, kůže ...
- např. kyselina hyaluronová – váže vodu v organismu (pupeční šňůra, kloubní tekutina, sklivec)



Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

Složené sacharidy

GLYKOLIPIDY

- lipidy, které ve své molekule obsahují jeden nebo více monosacharidových zbytků (většinou galaktóza) glykosidicky navázaných na –OH skupinu mono/diacylglycerolu nebo sfingosinu
- výskyt:** biomembrány, játra, slezina, šedá kůra mozková

GLYKOPROTEINY

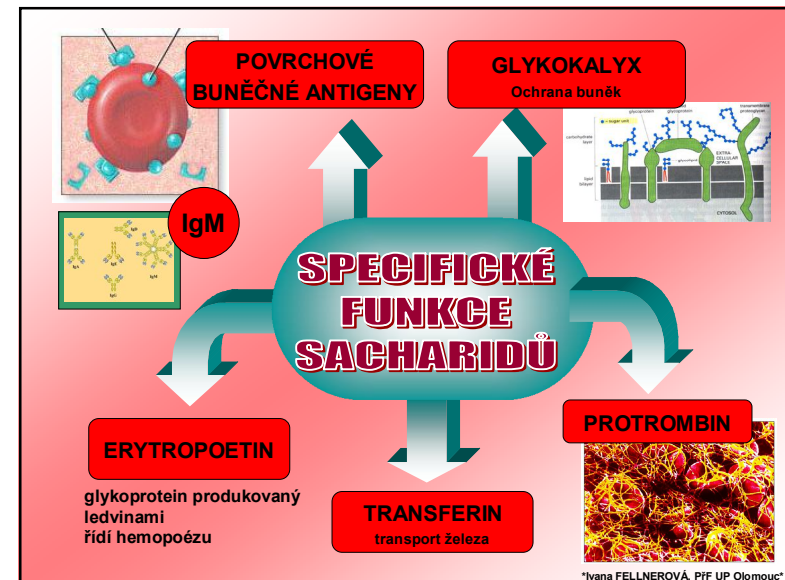
- bílkoviny obsahující glykosidicky navázaný sacharid
- součástí sekretů sliznic (dodávají jim vazkost), chrání organismus před natrávením vlastními enzymy

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

VÝZNAM – FUNKCE sacharidů

- Zdroj energie
- Zásobní a stavební funkce:
 - glykogen** (játra, svaly: zásoba energie)
 - chitin** = glukosamin (exoskelet členovců)
 - kys. hyaluronová** (sklivec, klouby – biologické „tlumiče nárazů“)
 - škrob a celulóza**
- Řada specifických funkcí

Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc



Ivana FELLNEROVÁ, PFF UP Olomouc

	Název	Výskyt	Funkce
Monosacharidy	glukóza	krev, buňky	zdroj energie
	fruktóza		
	ribóza		složka nukleotidů (RNA)
	deoxyribóza		složka nukleotidů (DNA)
Deriváty			
	glukosamin (amínoskupina)	složka chitinu	exoskelet členovců
	galaktosamin (amínoskupina)	pojiva živočichů	
Oligosacharidy	sacharóza (glu + fru)		
	laktóza (gal + glu)	v mléce	
	maltóza (glu + glu)		
Polysacharidy	škrob (glu+++)	rostliny	zásobní funkce
	glykogen (glu+++)	všechny buňky, hlavně však	živočišný zásobní polysacharid
		játra a svaly	
	celulóza (glu+++)	rostliny (nejhojnější organická	stavební funkce
		stoučenina na světě)	
	inulin (fru+++)	rostliny	zásobní funkce
	agar (gal+++)	mořské řasy	
	dextran (glu+++)	bakterie, kvasinky	součást buněčné stěny
	chitin (glukosamin)	členovci	exoskelet

Ivana FELLNEROVÁ, PfF UP Olomouc

	Název	Výskyt	Funkce
Deriváty: mukopolysacharidy			
	kys. hyaluronová	kloubní "maz", sklívec	biologické tlumiče nárazů
	heparin	granule žírných buněk	inhibuje srážení krve
Glykoproteiny			
	protrombin	krev	srážení krve
	transferin	krev	transport železa
	erytropoetin	vylučován ledvinami	hemopoetický růstový faktor
	imunoglobuliny		obránná funkce
	antigeny krevních skupin (ABO)		
Glykolipidy			
	sacharidové zbytky vázané na membránové lipidy	jsou součástí buněčných membrán	

Ivana FELLNEROVÁ, PfF UP Olomouc