

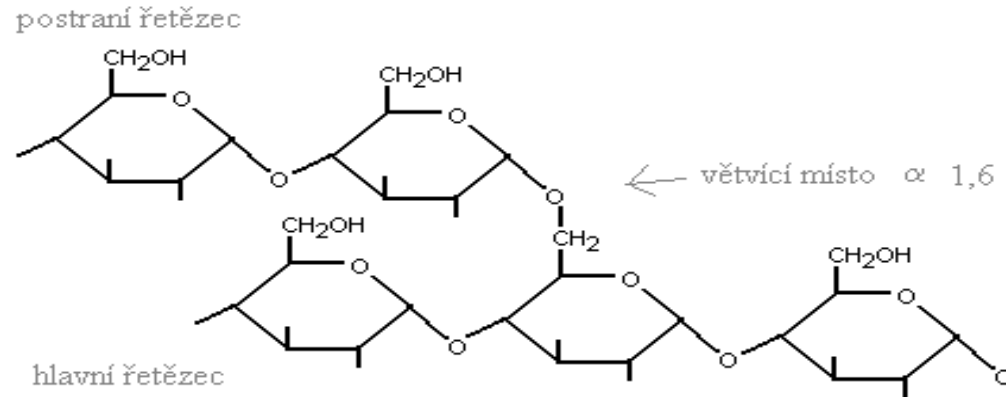
Význam sacharidů ve výživě

Sacharidy

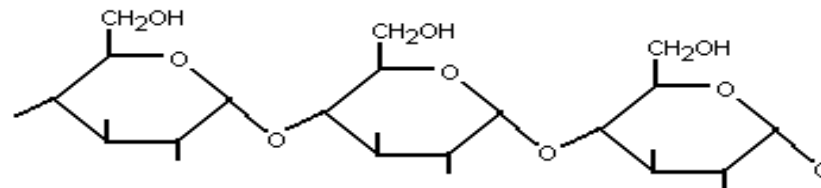
- **využitelné**
 - *monosacharidy*: glukosa, fruktosa (ribosa)
 - *oligosacharidy (disacharidy)*: sacharosa, maltosa, laktosa
 - *polysacharidy (delší oligosacharidy)*: škrob, dextriny, glykogen
 - *deriváty sacharidů*: alkoholické cukry (= např. sorbitol)
- **špatně (částečně) využitelné a nevyužitelné**
 - *polysacharidy*: celulosa, hemicelulosy, pentosany, pektin, inulin, resistantní škrob, ... (a některé další polysacharidy)
 - *oligosacharidy*: rafinosa, stachyosa

Škrob

- Škrob je polysacharid se vzorcem $(C_6H_{10}O_5)_n$ složený z dvou různých polysacharidů: amylozy a amylopektinu.



Amylopektin



Amylosa

Škrob - reakce

- **Hydrolýza škrobu**
 - Makromolekula škrobu se štěpí částečnou hydrolýzou (kyselou nebo enzymovou) na polysacharidy s nižší molekulovou hmotností – dextriny.
- **Bobtnání zrn**
 - Adsorbce vody do zrn a tím jejich zvětšování.
- **Mazovatění škrobu**
 - Po dosažení teploty asi 60 °C rozrušení mezimolekulárních vazeb (vodíkových můstků).
 - Prudké zvětšování objemu zrn, difuze amylosy do roztoku, následně dojde k naprosté desintegraci zrn.
- **Ochlazování**
 - Vznik škrobového gelu – spojitá pevná trojrozměrná síť s velkým množstvím zabudované vody.
- **Retrogradace škrobu**
 - Škrobový gel po čase mění strukturu a reologické vlastnosti, vznik dvoufázového systému pevná látka kapalina, další tvorba intermolekulárních vodíkových vazeb (přednostně u amylopektinu)

Rezistentní škrob

- **Rezistentní škrob - nerozpustná vláknina**
- **Většina škrobů je** trávicím traktem **zcela zpracována** a využita.
- **Rezistentní škroby** procesu trávení v tenkém střevě odolávají a dostávají se v **nezměněné podobě** až do **tlustého střeva**, kde se chovají jako **dietní vláknina**.
- Rezistentní škrob je po příchodu do tlustého střeva působením mikroorganismů **fermentován** (zkvašován) na látky zvané těkavé **mastné kyseliny** (nejdůležitější je **kyselina máselná**) - představuje důležitý **zdroj energie** pro buňky vystylající vnitřek stěny tlustého střeva, přitom má **schopnost zabraňovat** přeměně těchto buněk na buňky rakovinné.

Rezistentní škrob

- Možnost **snížování rizika rakoviny tlustého střeva.**
- Denní příjem rezistentního škrobu na jednoho obyvatele střední Evropy činí cca 5 gramů nedostačuje na ochranné účinky.
- **Rezistentní škrob se nachází v:**
 - syrových bramborách
 - nezralých banánech
 - okoralém chlebu
 - luštěninách
 - neporušených zrnech a semenech

Využitelné sacharidy

Jejich význam ve výživě

- = nejvýznamnější zdroj energie
 - o měly by hradit 55-60 % energetického příjmu
 - o nahrazení sacharidů lipidy a/nebo bílkovinami je pro organismus zátěží
 - o polysacharidy **x** mono- a oligosacharidy
 - polysacharidy by měly ve stravě výrazně převažovat
 - polysacharidy (škrob) ↔ tráví se pomaleji → glukosa se vstřebává postupně → menší zatížení organismu
 - současně se škrobem se automaticky přijímá vláknina a řada vitaminů
 - mono- a oligosacharidy (glukosa a sacharosa) ↔ rychlé dodání energie ↔ sportovní výkon apod.

Sacharosa ve výživě

- **příjem:**
 - o **před cca 200 lety:** 0,25 kg/osoba/rok
 - o **nyní:** asi 40 kg/osoba/rok
 - o **doporučení:** snížit alespoň na 20 kg/osoba/rok
- **negativa:**
 - o „prázdné“ kalorie (neobsahuje žádné výživově cenné složky)
 - o vzniká návyk na sladkou chuť
 - o je rychle trávena a vstřebávána → zátěž pro organismus
 - o je využívána mikroorganismy dutiny ústní
 - o sacharosa se v trávicím systému hydrolyzuje na glukosu a fruktosu **x** regulační mechanismy řídící příjem potravy reagují pouze na glukosu → nadměrný konzum stravy a příjem energie

Reakce snižující využitelnost sacharidů

- reakce neenzymového hnědnutí (Maillardova reakce)
 - o nejvýznamnější reakce sacharidů v potravinách
 - o vznik sensoricky aktivních látek (významně ovlivňujících vůni, chuť a barvu tepelně opracovaných potravin)
 - o vznik látek vykazujících jisté antinutriční či toxické účinky
 - o vznik antioxidantů
- karamelizace
- vznik pražných dextrinů

Maillardova reakce

- **Reaktanty**
- cukry (karbonylové sloučeniny)
 - monosacharidy a redukující oligosacharidy
 - (neredukující oligosacharidy, polysacharidy, glykosidy)
 - triosa > > pentóza > hexóza (acyklická forma)
 - aldosa > ketosa
 - α -dikarbonyly > aldehydy > ketony > sacharidy
- bílkoviny (aminosloučeniny)
 - ϵ -NH₂ Lys, N-koncová NH₂, guanidylová Arg, SH Cys
 - volné aminokyseliny, aminy, amoniak
 - ϵ -NH₂ > > β -NH₂ > α -NH₂
 - NH₃ > R-NH₂ > aminokyselina

Maillardova reakce

- **Reakční podmínky**
- aktivita vody (a_w 0,3–0,7)
- pH (9–10)
- další (teplota, doba reakce, další složky)
- **Důsledky pozitivní, negativní**
- vznik aromatických látek
- vznik žlutých, hnědých, černých pigmentů melanoidinů
- snížení výživové hodnoty
- potenciálně toxické produkty
- reakce in vivo (glykosylace bílkovin)

Maillardovy reakce u významných komodit

- **pozitivní i negativní důsledky, žádoucí i nežádoucí reakce**
- **technologie (vůně, chuť, barva, nutriční hodnota)**
- pražení
- vaření, pečení, smažení
- sušení
- extruze, mikrovlnný ohřev
- mléko, mléčné výrobky – Lys: 10-30 % tradiční sušení, 3 % sprejové sušení
- cereálie, cereální výrobky – Lys: 70 % kůrka chleba, 10 % celkem
- maso, masné výrobky – mutageny
- ovoce, zelenina
- káva, kakao, ořechy

Inhibice MR

- vytváření nepříznivých podmínek
 - obsah vody (aktivita), snížení teploty, úprava pH
- odstranění jednoho z partnerů
- použití inhibitorů

Karamelizace

- cukry (sacharóza, glukóza, fruktóza, škrobové sirupy, invertní cukr)
- teplota 150–190 °C (240 °C)
- doba reakce 5–10 hodin
- katalyzátor
- karamel – pevný produkt
- kulér – roztok

Dělení kuléru

třída		název kuléru	přídavné látky	použití
I	CP	kaustický	Na ₂ CO ₃ , K ₂ CO ₃ , NaOH, KOH, H ₂ SO ₄ , octová, citronová kyselina	lihoviny (vysoký obsah alkoholu)
II	CCS	kaustický sulfitový	SO ₂ , H ₂ SO ₄ , Na ₂ SO ₃ , K ₂ SO ₃ , NaOH, KOH	ocet, pivo, lihoviny, aromatizovaná vína, medovina
III	AC	amoniakový	NH ₃ , (NH ₄) ₂ SO ₄ , Na ₂ CO ₃ , H ₂ SO ₄ , NaOH, KOH	pivo aj. alkoholické nápoje, kyselé potraviny
IV	SAC	amoniakový- sulfitový	NH ₃ , SO ₂ , (NH ₄) ₂ SO ₃ , Na ₂ SO ₃ , K ₂ SO ₃ , Na ₂ CO ₃ , K ₂ CO ₃ , NaOH, KOH, H ₂ SO ₄	kyselé potraviny, nealkoholické nápoje

Pražné dextriny

- Při pečení (chleba, pečiva) při teplotách 160-180 °C dochází k neenzymové hydrolýze škrobu na menší celky, které následně kondenzují ve větší molekuly vázanými glykosidovými vazbami α -(1→6) nebo etherovými (6→6), které se neštěpí běžnými sacharasami v trávicím traktu.

Poruchy metabolismu sacharidů

- diabetes mellitus
 - I. typu
 - II. typu
- laktosová intolerance

Diabetes mellitus

Glykemie

- = hladina (koncentrace) glukosy v krvi
- **normální:** 4,0 až 5,5 mmol/l (= 0,7 až 1,0 g/l)
- přísně regulována v rámci homeostázy
- příjem stravy a výdej energie glykémii ovlivňují, nesmí ale docházet k jejímu výraznému narušení, tj. takovému, které nejsou schopné regulační mechanismy „zvládnout“
- **regulace glykemie:** reakce *glukosa* ↔ *glykogen* a další mechanismy; hormony produkované v Langerhansových ostrůvcích pankreatu: insulin a glukagon

Hyperglykemie a hypoglykemie

- **hyperglykemie = více než 8,0 mmol/l (= 1,5 g/l)**
 - o nastává po příjmu většího množství glukosy (ale i jiných sacharidů) a při některých poruchách metabolismu glukosy
 - o **extrémní** = nad 1,8 g/l → glukosa se začne vylučovat ledvinami (= glykosurie; u zdravých jedinců nastává při jednorázovém podání 150 až 160 g glukosy nebo 150 až 200 g sacharosy)
- **hypoglykemie = méně než 4,0 mmol/l (= 0,7 g/l)**
 - o = úporný pocit hladu, svalový třes, bušení srdce
 - o nastává při náhlém vyšším výdeji energie nebo při některých metabolických poruchách
 - o **extrémní** = hypoglykemický šok (*bezvědomí s akutním ohrožením života*) = méně než 2,5 mmol/l (= 0,4 g/l); u zdravého člověka velmi vzácně (*při rozsáhlé fyzické námaze bez relaxace a příjmu energie*)

Poruchy metabolismu glukosy

- = především diabetes mellitus (úplavice cukrová, cukrovka)
- = porucha regulace glykemie
 - testuje se jako tzv. glykemická křivka
(= reakce na orální podání většího množství glukosy)
 - **zdravý člověk:** glykemie stoupne a po určité době se vrátí zpět
 - **poruchy metabolismu glukosy:** návrat je pomalejší
- **příčiny:**
 - **nedostatečná sekrece hormonu insulinu** ↔ diabetes mellitus I. typu
 - **snížená citlivost tkání k insulinu** ↔ diabetes mellitus II. typu
(především u obesných lidí; typicky po 40. roce života; asi 90 % diabetiků)
 - **jiné příčiny** ↔ sekundární typy diabetu

Diabetes mellitus / důsledky

- ***organismus je dlouhodobě ve stavu zvýšené glykemie nebo hyperglykemie:***
 - o glukosa přechází do moči
 - o *ketoacidosa* = obsah ketolátek v krvi, především v důsledku využívání mastných kyselin (tuku) jako zdroje energie
 - o ketony přechází i do moči (*ketonurie*)
 - o dochází k nadměrné tvorbě moči (*polyurie*)
 - o ... ⇒ *zvýšený osmotický tlak, zvýšený oxidační stres* ⇒
 - o při velkém zatížení glukosou může nastat diabetické (hyperglykemické) koma (= ztráta vědomí)
 - o ***zevní příznaky:*** žízeň a svědění kůže

Diabetes mellitus / důsledky

Pozdní komplikace:

- o retinopatie (= poruchy oční sítnice až slepota)
- o nefropatie (= poškození ledvin až jejich selhání)
- o neuropatie (= snížené vnímání bolesti → „diabetická noha“)
- o cévní choroby

při předávkování insulinu, při jeho nadprodukcí nebo nedostatečné produkci glukagonu nebo při závažnější dietní chybě a/nebo vyšší fyzické námaze může nastat insulinová hypoglykemie (v krajním případě přechází v hypoglykemické kóma)

↔ *pacienti u sebe musí mít pro tento případ cukr*

Diabetes mellitus / léčba

- *vždy diabetická dieta – viz ⇒*
- *diabetes mellitus I. typu*
 - o + (většinou) insulin (podávaný injekčně, podkožně)
- *diabetes mellitus II. typu*
 - o snížení celkového příjmu energie
 - o snížení tělesné hmotnosti
 - o + (individuálně) perorální antidiabetika zvyšující produkci insulinu a zlepšující jeho využití v periferních tkáních

Diabetes mellitus / dietní opatření

- ***individuální nutriční terapie***
- ***základní pravidla:***
 - o řízený příjem sacharidů
 - o množství přijímaných sacharidů se určuje na základě energetické potřeby a dalších faktorů (tělesná hmotnost, dávky insulínu, efektivita potlačení hyperglykemie, ...)
 - o min. 100 g/den (prevence ketoacidózy)
 - o přijímat především škrob
 - o omezit až vyloučit sacharózu (a glukózu) *

Diabetes mellitus / dietní opatření

- ***náhrada cukru (sacharosy) jinými sladidly:***
 - o bez náhrady
 - o fruktosa, sorbitol, ...
 - o sladidla neodvozená od sacharidů (obvykle syntetická)
 - o např. sacharin, aspartam, acesulfam K, ...
- ***další pravidla:***
 - o dodržovat zásady správné výživy, především prevence vzniku a rozvoje cévních chorob
 - o více jídel denně; konstantní stravovací rytmus
 - o omezit alkohol (alkohol zvyšuje riziko hypoglykemie)
 - o zvýšit příjem vlákniny

Laktózová intolerance

- Laktózová intolerance je částečná nebo úplná **neschopnost trávicího traktu zpracovávat laktózu**.
- Příčinou neschopnosti zpracovat laktózu bývá **nedostatek enzymu - laktázy**, který laktózu štípí.
- Střevo se snaží svůj obsah naředit, proto dovnitř jeho průsvitu začne pronikat velké množství vody, která způsobí zvětšení objemu střevního obsahu, co se projeví urychlením peristaltiky a vzniká **průjem**.
- Laktóza ve tlustém střevě představuje potravu pro bakterie, které ji začnou kvasit. Tím vzniká - vodík, plyny jako metán a oxid uhličitý, a také organické kyseliny, které dráždí stěnu střevní a vyvolávají **křeče a bolesti břicha**.
- Vodík se vstřebává a bývá vydechován plícemi, čehož se využívá při diagnostice onemocnění.
- U některých pacientů, zejména kojenců, nebývá typickým příznakem průjem, ale bolesti břicha, následné odmítání potravy a nedostatečné přibývání dítěte na váze.

Nevyužitelné sacharidy

Nevyužitelné sacharidy

- **souhrnně označovány jako vláknina**
 - **rozpustná** (hlavně pektiny)
 - **nerozpustná** (hlavně celuloza a hemicelulosy)
 - **dříve označovány jako balastní sacharidy**
- **zdroje: (rostlinné potraviny)**
 - ovoce, zelenina, brambory, luštěniny
 - pečivo z tmavých a celozrnných mouk
- **doporučený příjem:**
 - 20 až 30 g denně
 - skutečný příjem v ČR jen asi 10 až 15 g
 - ne více než 60 g denně
 - vysoká spotřeba není vhodná pro děti do 2 let (a staré lidi)
 - nerozpustná : rozpustná = 3 : 1 (odpovídá poměru v potravinách)
 - z přirozených zdrojů (ne vlákninové koncentráty)

Jejich význam ve výživě

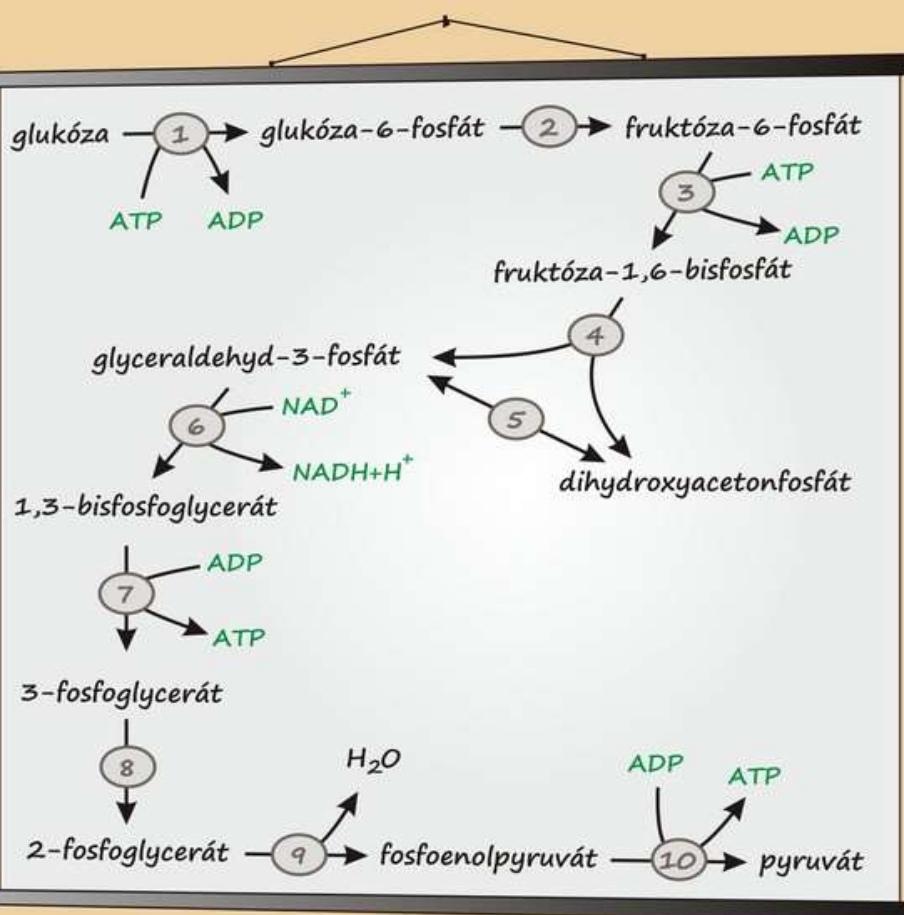
- ***v trávicím systému se netráví a/nebo nevstřebávají***
- působí jako prevence řady neinfekčních chorob
- využívány střevní mikroflorou = **obecně +**
- váží kovy a snižují tak jejich vstřebávání = **+/-**
- snižují vstřebatelnost dalších látek
 - tuky, cholesterol = **+**
 - voda, vitaminy = **-**
- zvyšují vylučování žlučových kyselin = **+**
- zvětšují objem potravy = **obecně +**
- podněcují střevní peristaltiku = **+**
- snižují riziko karcinomu, především tlustého střeva

Trávení, vstřebávání a metabolismus

- v tenkém střevu se vstřebávají pouze monosacharidy
- polysacharidy a oligosacharidy se nejprve hydrolyzují působením velmi selektivních enzymů
- **glukosa** →
 - o oxidace → energie + CO₂ + H₂O
(hlavní energetický substrát; vydatný, rychle dostupný zdroj energie)
 - o syntéza glykogenu (= pohotový zdroj energie)
 - o syntéza glycerolu a mastných kyselin → triacylglyceroly (= tuk) (= dlouhodobý zdroj energie)
 - o další pro organismus potřebné sacharidy (ribosa a galaktosa)

Sacharidy → glukosa → pyruvát → Acetyl-CoA → citrátový cyklus

Metabolismus sacharidů-glykolýza



zdroj: převzato z S14 a upraveno

- 1. Povýšení glukózy na energeticky výhodnější substrát (glukóza -6-fosfát.....fruktóza-1,6- bisfosfát) – potřeba 2 ATP
- 2. Štěpení fruktóza-1,6-bisfosfátu na dva tříuhlíkaté fosforylované cukry. Jednak vzniká glyceraldehyd-3-fosfát (GAP) a také dihydroxyacetonfosfát (DHAP, glyceronfosfát). Nutné přeměnit DHAP na GAP (jen ten se dále metabolizuje).
- 3. Ve třetí fázi glykolýzy se na přeměnu 1 molekuly glukózy vytvoří 4 ATP a 2 NADH+H⁺ (nikotinamiadenindinukleotid redukovaná forma)

Citrátový cyklus – vznikne 12 ATP

