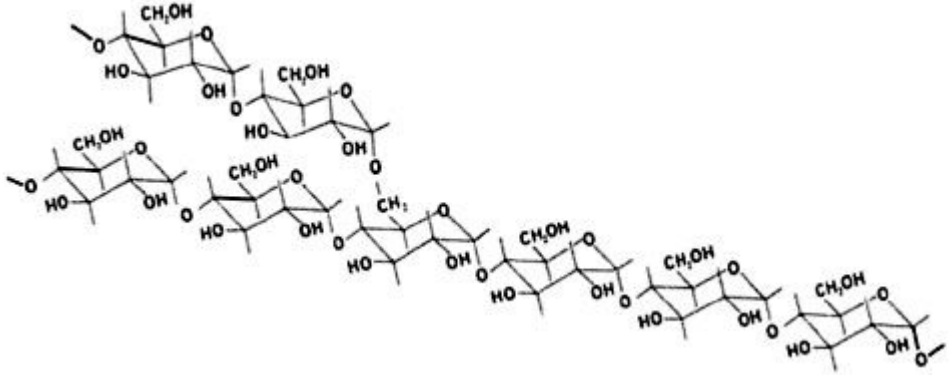
sacharidy



Sacharidy

struktura sacharidů

- \- polyalkoholy (aldehydy, ketony)
- \- alespoň 3 uhlíky
- \+ deriváty

sacharidy v přírodě

- v přírodě vznikají v buňkách fotoautotrofů (fotosyntézou), heterotrofové je získávají z autotrofů nebo glukoneogenezí
  ⇒ 90 % sušiny rostlin, několik % sušiny živočišných tkání

význam sacharidů

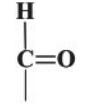
- zdroj **energie** (buněčné palivo, 17 kJ/g)
  kryjí 50-60 % potravy člověka
  (80-90 % by měly tvořit polysacharidy, nejvýše 20 % oligo- a monosacharidy)
  rezerva energie (škrob, glykogen, inulin)

- **strukturní složky buněk**, tkání a pletiv (celulosa, chitiny)

- **biologicky aktivní** látky
  (nukleotidy, kofaktory, oligosacharidy mléka …)

klasifikace sacharidů

- monosacharidy
  dle počtu uhlíků: triosy, tetrosy, pentosy, …
- oligosacharidy
  2-10 monosacharidů
- polysacharidy (glykany)
  >10 monosacharidů
- komplexní sacharidy
  komplexní, konjgované,
  obsahují navíc peptidy, proteiny, lipidy, …



aldosy

ketosy

fotosyntéza

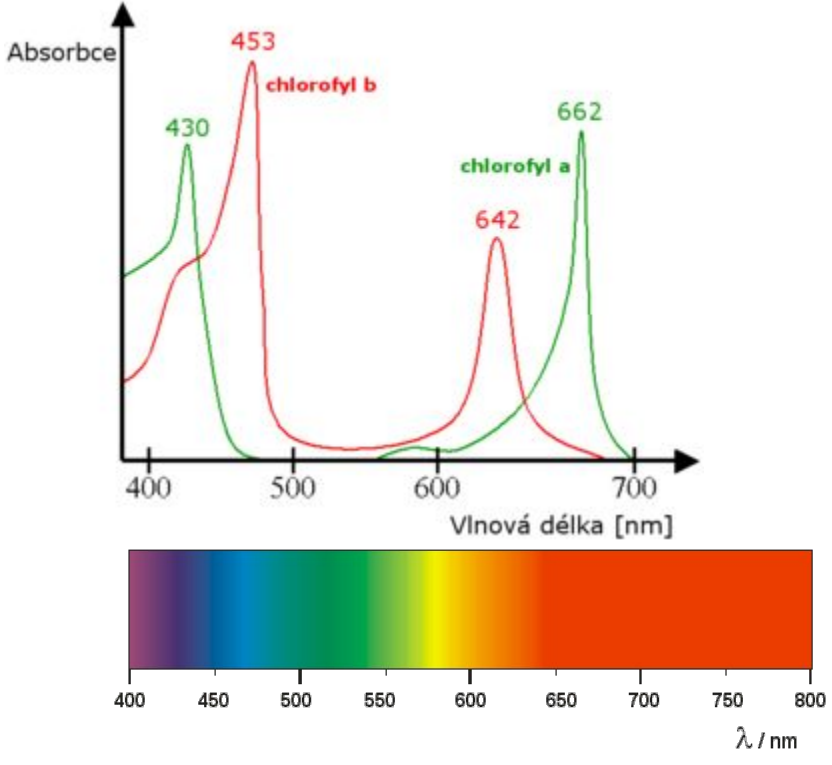
$$6\ CO_2 + 6\ H_2O \rightarrow C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2$$

kyslík: z vody
světlo: 400-750 nm

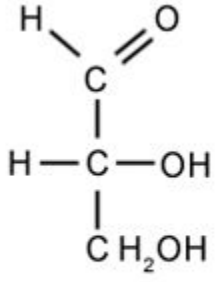
zisk energie: 479 kJ/mol
1g CO_2 … 0,4 g sušiny

první výskyt fotosyntézy
anoxická: ~ 3.5 mld let
oxická: ~ 2 mld let

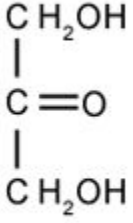
fotosyntéza - chlorofyl



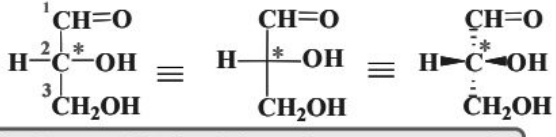
monosacharidy
triosy

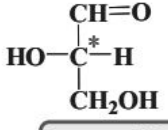


D-Glyceraldehyde



Dihydroxyacetone



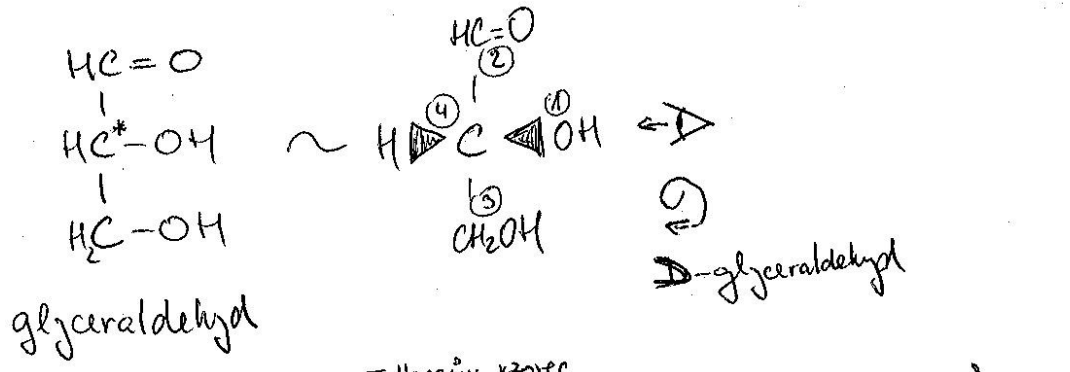


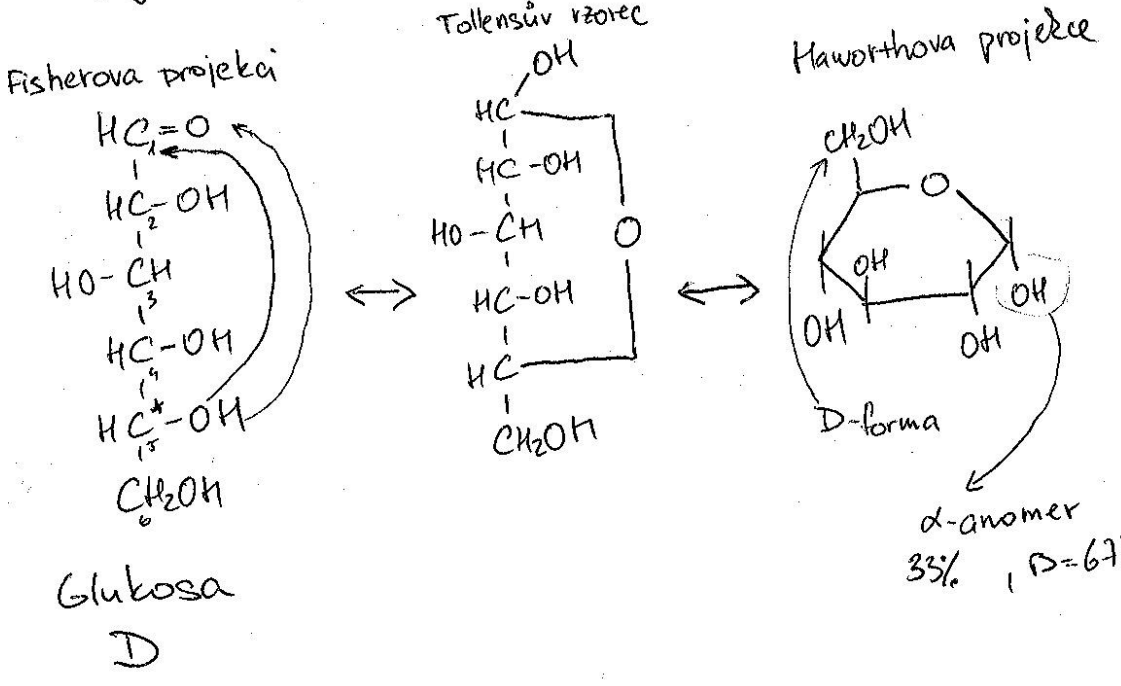
D-(+)-glyceraldehyd (D-*glycero*-triosa)

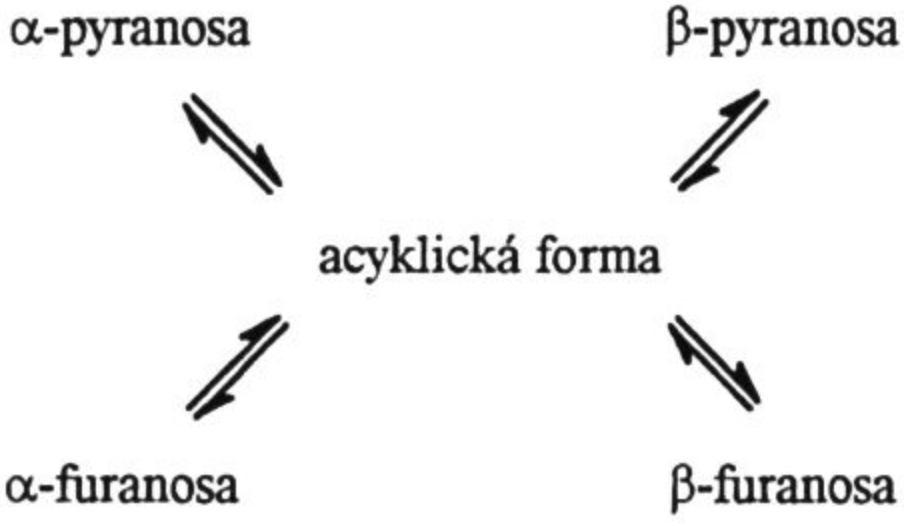
L-(-)-glyceraldehyd

optické isomery (enantiomery) **D/L, *R/S*** **d/l, +/-**

ekvimolární směs D + L = racemát (opt. neaktivní)


HC=O
HC*-OH
H2C-OH
glyceraldehyd
HC=O
CH2OH
D-glyceraldehyd


Fisherova projekci
Tollensův vzorec
Haworthova projekce
Glukosa
D
D-forma
α-anomer
35%
β=67%


α-pyranosa
β-pyranosa
acyklická forma
α-furanosa
β-furanosa

monosacharidy
důkaz cukrů

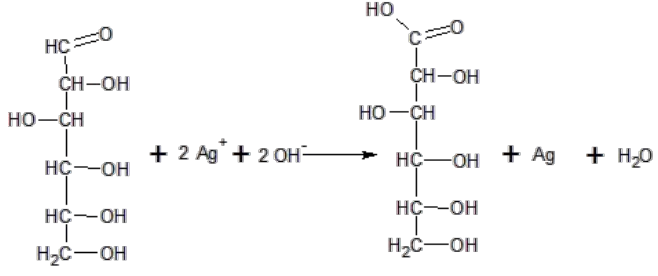
Tollensovo činidlo

redukce stříbrných iontů v amoniakálním prostředí

$$NH_4OH + 2\ AgNO_3 \rightarrow Ag^+[NH_3]_2{}^0OH^-$$

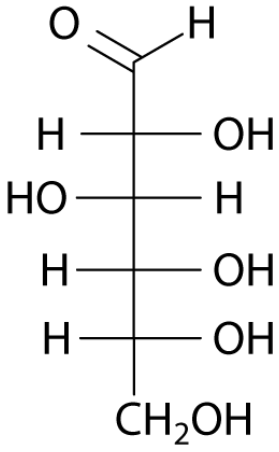
$$2\ \mathbf{Ag^+}[NH_3]^0 + R\text{-}H\mathbf{CO} \rightarrow 2\ \mathbf{Ag^0} + R\text{-}\mathbf{COO}^-NH_4{}^+ + 2\ NH_3 + H_2O$$

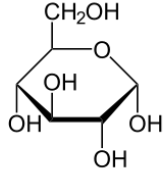
Redukující cukry redukují v amoniakálním prostředí stříbrné ionty Tollensov činidla na kovové stříbro (vzniká zrcátko).*



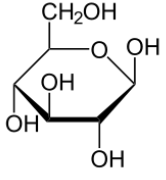
** redukující cukry obsahují alespoň jeden poloacetalový hydroxyl*
(*video*)

monosacharidy
hexosy - glukóza





α-D-Glucopyranose



β-D-Glucopyranose

Glukosa

(hroznový cukr, škrobový cukr, dextrosa)

hlavní monosacharid většiny potravin (s fruktózou)

v rostlinách fotosyntézou, savci glukoneogenezí

glykémie = koncentrace D-glukózy v krvi (běžně asi 5 mmol/l)

do buněk pomocí inzulinu (jeho antagonista: glukagon)

základ energetického metabolismu člověka

- mozek+krvinky spořebují cca 150 g denně
- zdroje: příjem / glykogen / glukoneogeneze / bílkoviny svalů
- když v krvi málo ⇒ produkce glukagonu a adrenalinu
- ukládána: játra, svaly

výroba fruktosy enzymaticky

disacharid glc-glc = maltóza

příklad

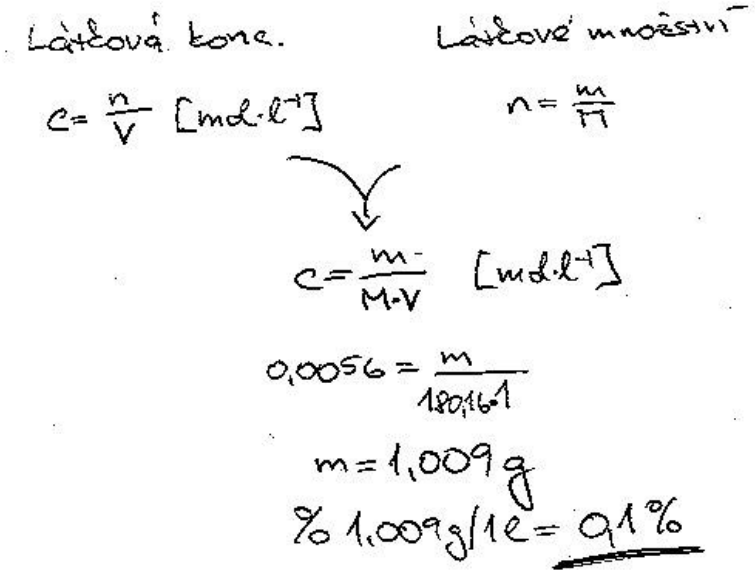
Pokud má pacient v krvi koncentraci glukózy 5,6 mmol/l, jaká je její hmotnostní koncentrace?

(M_{Glc} = 180,16 g/mol)

příklad

Pokud má pacient v krvi koncentraci glukózy 5,6 mmol/l, jaká je její hmotnostní koncentrace?

(M_{Glc} = 180,16 g/mol)



glukosa - glykémie, glykemický index

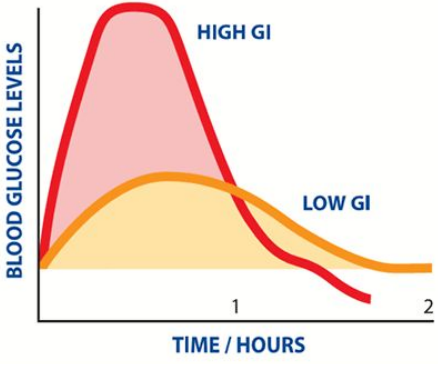
příjem glukózy a galaktózy → zvýšení hladiny glukózy v krvi

hladina glukózy v krvi (glykémie): 3,9–5,6 mmol/l nalačno

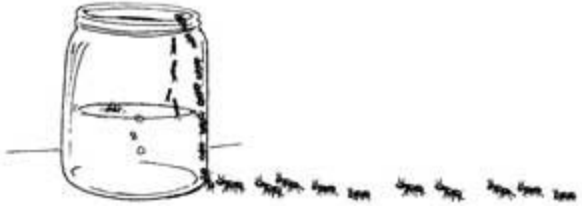
po jídle nižší než 10 mmol/l,

běžně do 30 min po jídle, po cca 2 hodiny
GI: poměr ploch pod křivkou: potravina / glukóza

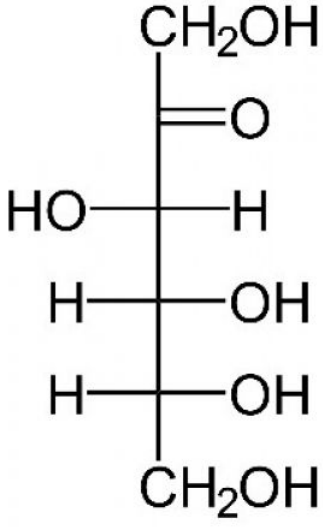
fruktóza a další přednostně metabolizovány v játrech, bez inzulinu
fruktóza ~ poloviční sekrece inzulinu



nízký GI <55	střední GI 56-69	vysoký GI 70+
jablko ovesná kaše sladká brambora jogurt hořká čokoláda	ananas pizza sýr celozrnné pečivo těstoviny	cornflakes bílé pečivo hranolky med cukr



monosacharidy
hexosy - fruktóza



Fruktóza

(ovocný cukr, levulosa)

sladší než glukóza (cca 1.5x)
v ovoci bohatém na vlákniny – jahodách, ostružinách, borůvkách
GI = 20 (dříve doporučované náhradní sladidlo)
produkce gherlinu

odbourávání v játrech

- Fru-6-P → glykogen
- Acetyl-KoA → syntéza mastných kyselin

výroba: třtina, řepa, kukuřice +enzymatická přeměna Glc
polemika o její souvislosti s obezitou, diabetem
těžko stanovit její příjem (dotazníky?)

HFCS

high-fructose corn syrup

levnější a sladší než sacharóza, od 70. let postupně nahrazuje sacharózu.

výroba enzymatickým štěpením kukuřičného škrobu
s následnou izomerací Glc→Fru
proměnlivé složení fruktosy (5-90%)

bez výrazného biologického rozdílu oproti cukru

polemika o souvislosti s obezitou a diabetem (studie neprůkazné)

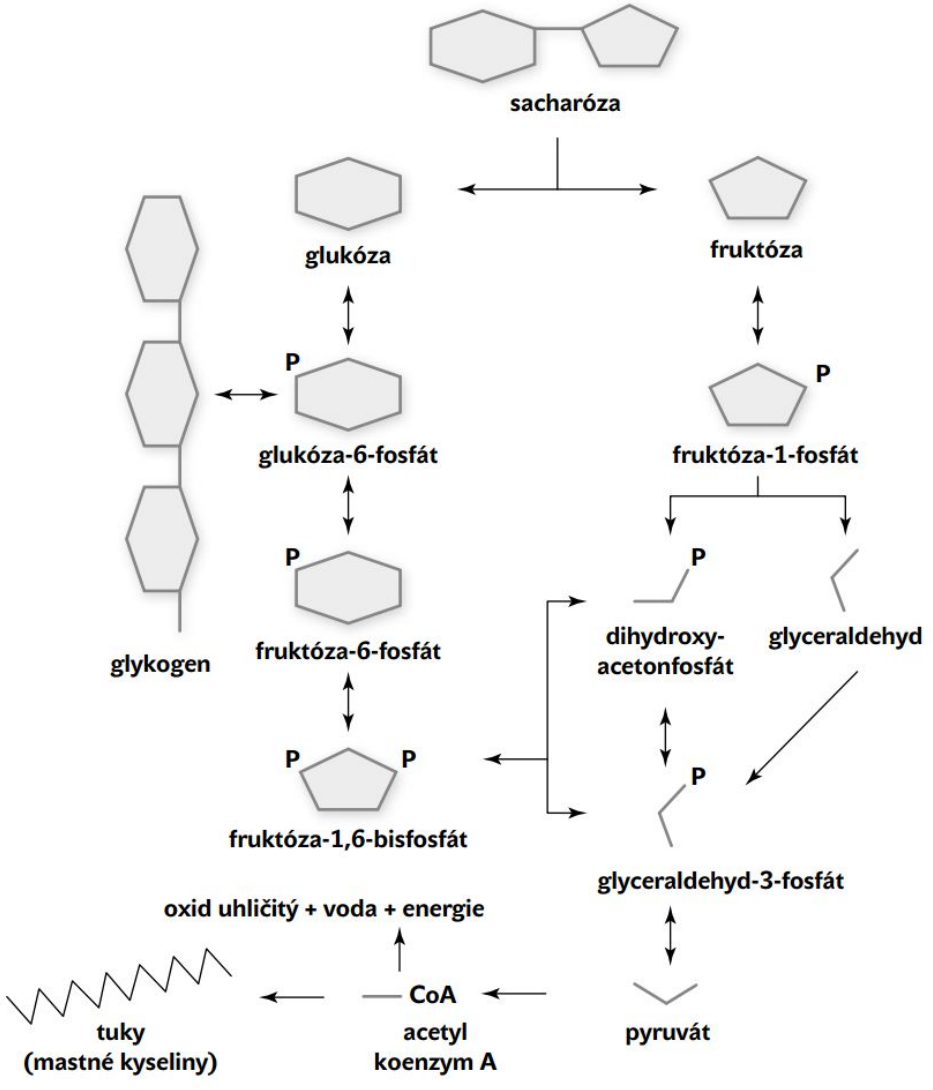
výhoda: tekutý
→ nápoje (rychlý průchod žaludkem, nedostatečný výlev leptinu -h.nasycení)

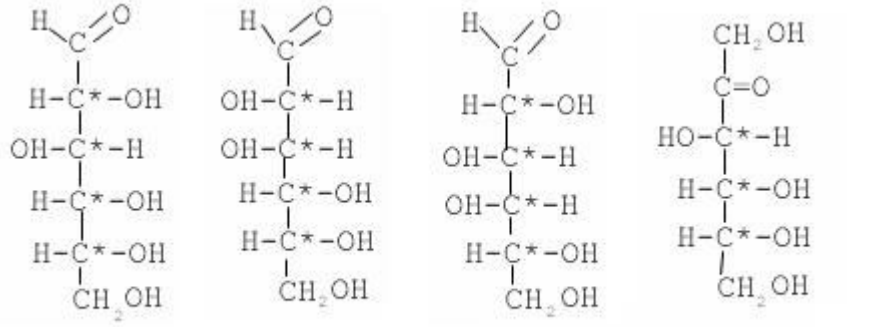
Zpracování fruktosy

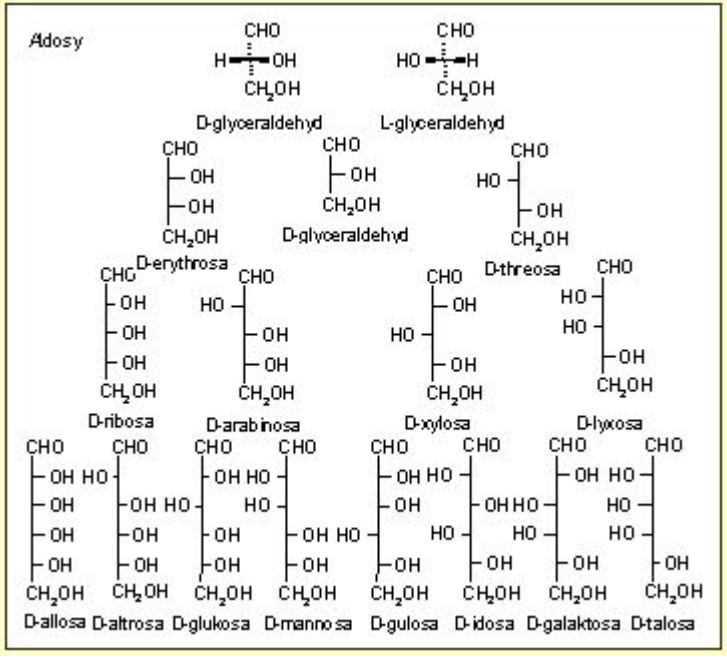
fruktóza: GI 20
⇒ pozvolný růst glykémie,
přechod do krve však rychlý
(efektivně vychytávána játry)

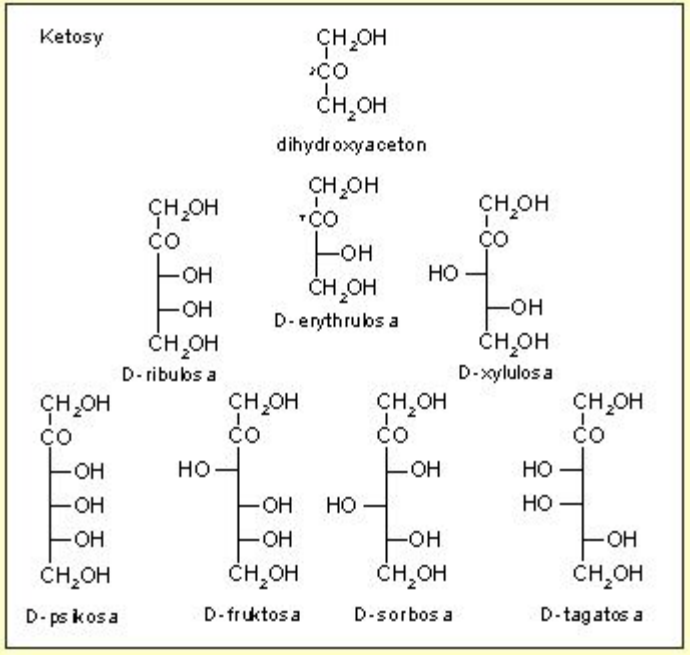
→ složitě začleněna do glykogenu
→ odbourána na laktát a acetyl-KoA
→ příp. syntéza tuku v játrech, VLDL

obavy z příliš slazených nápojů,
těžko prokazatelný vliv na zdraví




D-glukosa
D-mannosa
D-galaktosa
D-fruktosa


Aldosy
D-glyceraldehyd
L-glyceraldehyd
D-glyceraldehyd
D-erythrosa
D-threosa
D-ribosa
D-arabinosa
D-xylosa
D-lyxosa
D-allosa
D-altrosa
D-glukosa
D-mannosa
D-gulosa
D-idosa
D-galaktosa
D-talosa


Ketosy
dihydroxyaceton
D-ribulosa
D-erythrulosa
D-xylulosa
D-psikosa
D-fruktosa
D-sorbosa
D-tagatosa

monosacharidy v potravinách

téměř ve všech potravinách, proměnlivý obsah

Ovoce

- podle zralosti, skladování
- jablka: při sklizni pouze škrob (degradace škrobu, hemicelulóz, pektinu)
- glukóza, fruktóza

hrozny	~ 8 %
vinný mošt	120-250 g/l
Glc:Fru	0,5-0,9
suchá vína	< 4 g/l
sladká vína	> 45 g/l

málo obvyklé cukry:
jeřabiny (sorbóza),
jahody (heptulózy),
avokádo (heptu-, oktu-, nonulózy až 5 %)
sušené fíky ~ 60 % cukrů (bílý povlak je glukóza)

Ovoce	Glukosa	Fruktosa	Sacharosa	Cukry celkem	Sušina
jablka	1,8	5,0	2,4	11,1	16,0
hrušky	2,2	6,0	1,1	9,8	17,5
třešně	5,5	6,1	0,0	12,4	18,7
švestky	3,5	1,3	1,5	7,8	14,0
meruňky	1,9	0,4	4,4	6,1	12,6
broskve	1,5	0,9	6,7	8,5	12,9
jahody	2,6	2,3	1,3	5,7	10,2
maliny	2,3	2,4	1,0	4,5	13,9
rybíz červený	2,3	1,0	0,2	5,1	16,4
rybíz černý	2,4	3,7	0,6	6,3	19,7
hrozny [a)]	8,2	8,0	0,0	14,8	17,3
pomeranče	2,4	2,4	4,7	7,0	13,0
grapefruity	2,0	1,2	2,1	6,7	11,4
citrony	0,5	0,9	0,2	2,2	11,7
ananas	2,3	1,4	7,9	12,3	15,4
banány	5,8	3,8	6,6	18,0	26,4
datle	32,0	23,7	8,2	61,0	80,0
fíky	5,5	4,0	0,0	16,0	22,0

zelenina
převážně Glc a Fru
zřídka arabinosa, xylosa
běžně <10 %
kukuřice ale i 16 %
také v luštěninách (sója 3 %)
okopaniny a kořenová: škrob

Zelenina	Glukosa	Fruktosa	Sacharosa
brokolice	0,73	0,67	0,42
špenát	0,09	0,04	0,06
endivie	0,07	0,16	0,07
mrkev	0,85	0,85	4,24
řepa salátová	0,18	0,16	6,11
okurka	0,86	0,86	0,06
rajčata	1,12	1,34	0,01
cibule	2,07	1,09	0,89

maso
- glykogen (živočišný škrob) až 1 %
→ posmrtná degradace
→ 0,X % monosacharidy, fosforečné estery (glu-6-P)

mléčné výrobky
- monosacharidy stopově
- spíš disacharid laktosa

vejce
v sušině ~ 10 g/kg (tzn. 1 %)
z toho polovina glykoproteiny
zbytek galaktóza

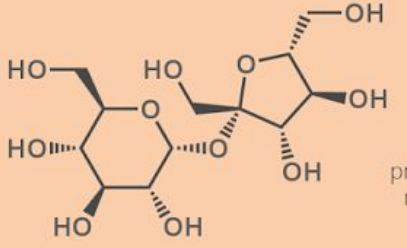
Med

základní složení

složka	obsah [%]
fruktóza	38
glukóza	31
voda	17*
maltóza	7,3
vyšší cukry	1,5
sacharóza	1,3
minerální látky	0,17

*obsah vody je významný parametr hodnocení medu, neměla by překročit 18 % (hrozí fermentace)

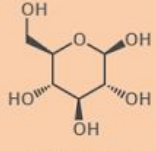
HOW DO BEES MAKE HONEY?



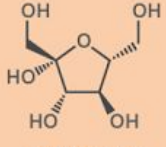
SUCROSE
primary sugar in many nectars

When bees harvest nectar, it is stored in their honey stomachs, separate from their normal stomach. The nectar is mixed with enzymes which break down the larger sugars in the nectar, such as sucrose, into the smaller sugars glucose and fructose.

The forager bee then passes it on to a house bee, who regurgitates and re-drinks the nectar over a 20 minute period, breaking down the larger sugars further.



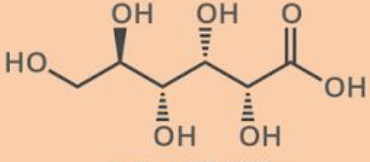
GLUCOSE



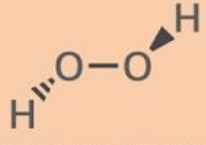
FRUCTOSE

The nectar is deposited in the honeycomb, and the bees fan it to hasten water evaporation, until the water concentration falls to around 17%.

WHY DOESN'T HONEY GO OFF?



GLUCONIC ACID



HYDROGEN PEROXIDE

Honey has such a low water content, it draws water from its surrounding environment, meaning it can dehydrate bacteria, thus preventing spoilage.

Gluconic acid is the dominant acid in honey, produced by the action of bee secretions on glucose. It, and other acids, give honey a low pH of between 3 and 4; this, along with the fact it also contains small amounts of hydrogen peroxide, makes it too hostile for bacterial growth.

invertní cukr

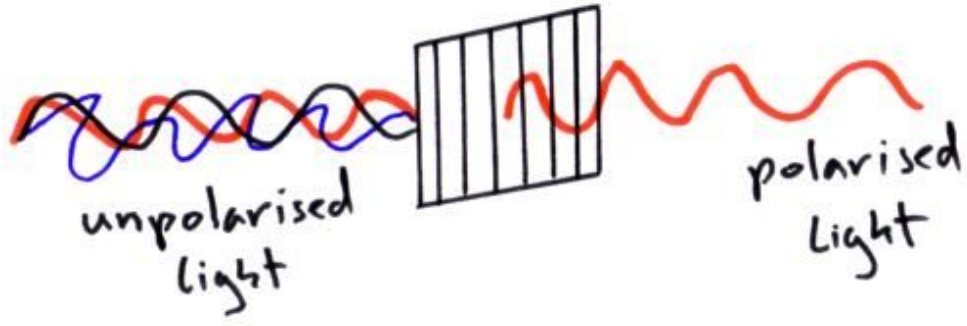
"umělý med"

ekvimolární směs glukóza a fruktózy
vyráběn kyselou hydrolýzou / enzymaticky
mírně sladší než sacharóza

využití
cukrovinky (hygroskopický - výhoda - vláčnost)
zmrzliny (zvyšuje jemnost)
výroba umělých sladidel
falšování medu

proč je invertní?

Polarimetrie

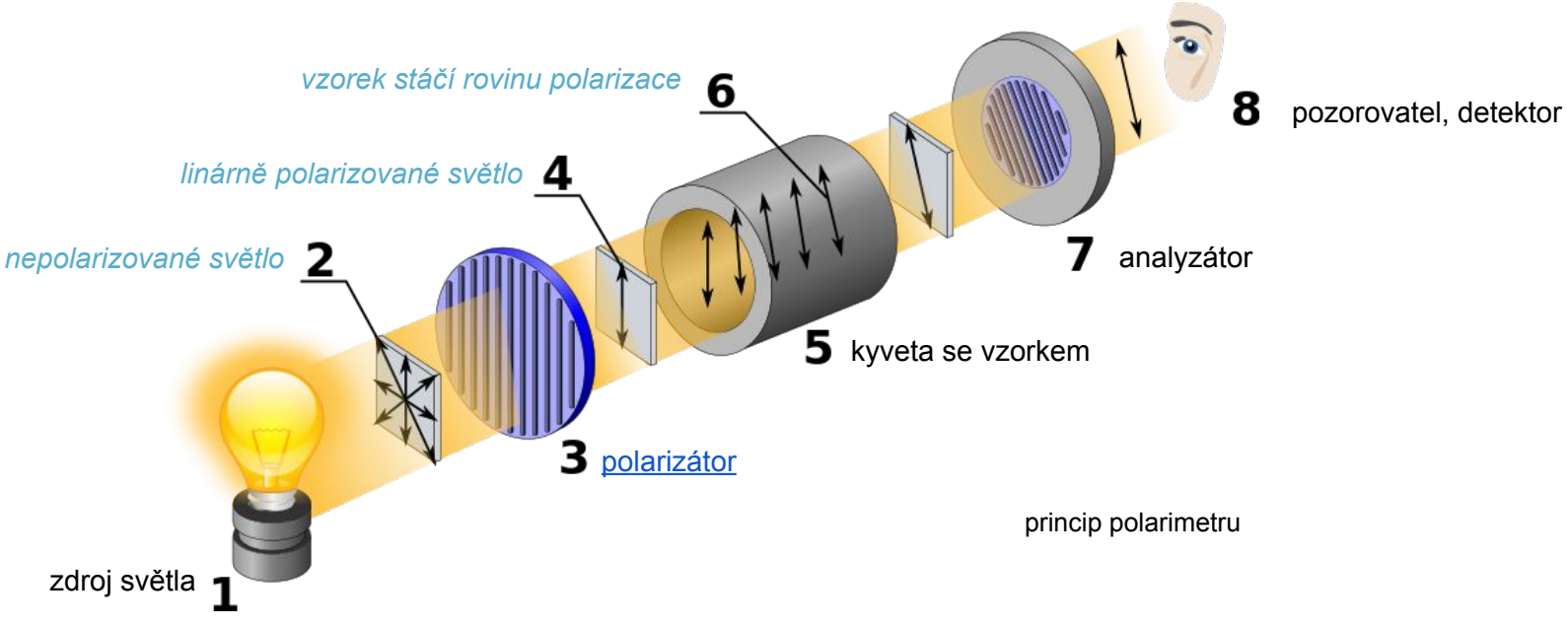


běžné světlo je nepolarizované (kmitá všemi směry)

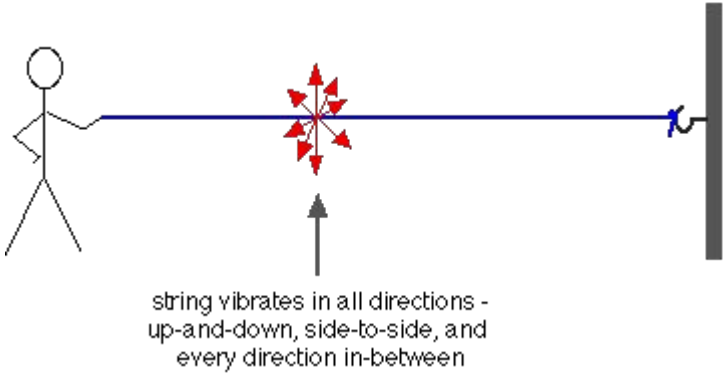
polarizace světla může nastat:

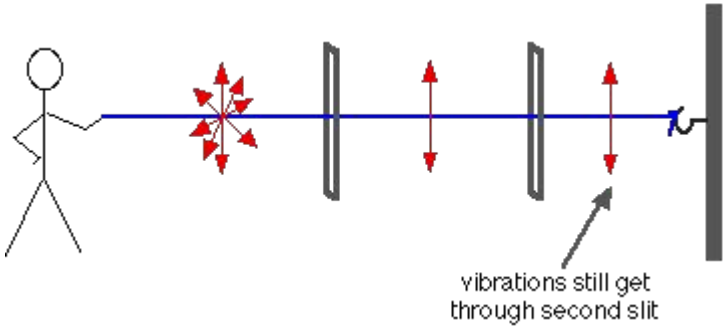
- odrazem
- dvojlomem
- polaroidem

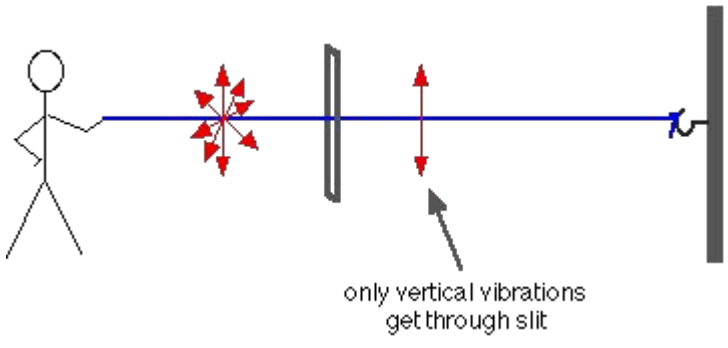
Polarimetrie

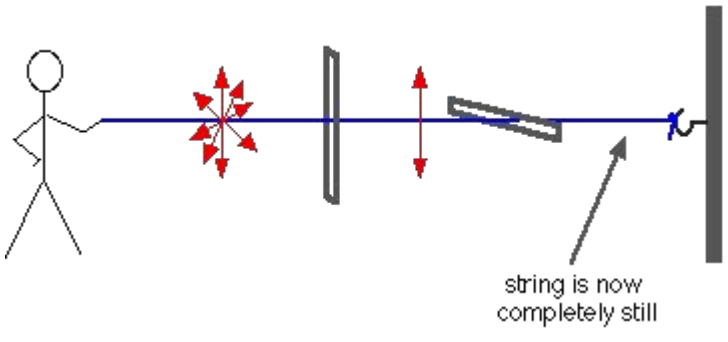


princip polarimetru


string vibrates in all directions -
up-and-down, side-to-side, and
every direction in-between


vibrations still get
through second slit


only vertical vibrations
get through slit


string is now
completely still

Polarimetrie

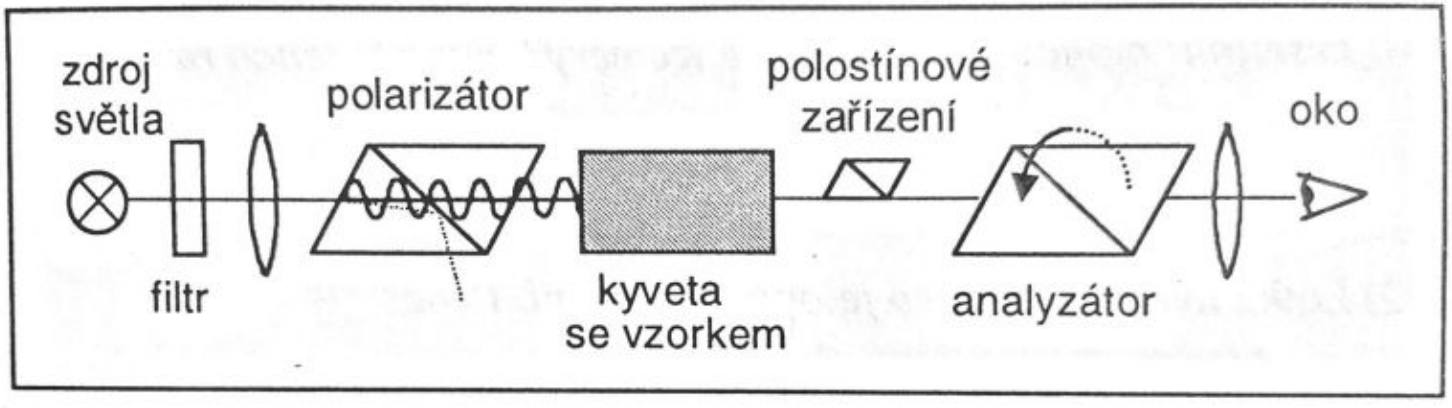
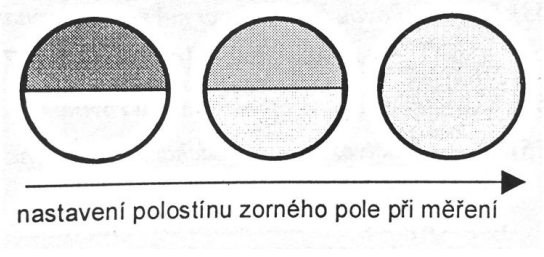


schéma subjektivního polarimetru



Polarimetrie

$$\alpha = [\alpha]_{\lambda}^{t} \cdot l \cdot \rho$$

$[\alpha]_{\lambda}^{t}$ ....měrná otáčivost látky při dané teplotě a vlnové délce,

α.....optická otáčivost nebo úhel otočení,

l.....tloušťka roztoku (dm),

ρ .....koncentrace ($g.cm^{-3}$).

Polarimetrie

využití polarimetrie

- studium opticky aktivních látek
- cukrovarnictví

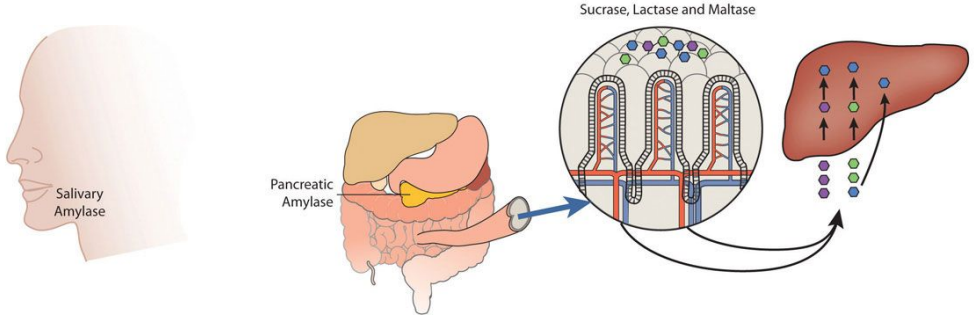
  (sacharimetry - přímo uzpůsobené pro stanovení sacharózy)
- kontrola chirální čistoty látek
- bílkoviny v moči, steroidy, ...

Agávový sirup

- ze sukulentů Jižní Ameriky
- sladivost ~2krát vyšší než cukr
- nízký glykemický index (20-30)
- vysoký poměr fruktózy (až 97%), z inulinu
- problémy spojené s vysokým obsahem fruktózy

fyziologie, výživa

sacharidy celkově ~ 55 % energie
z toho jednoduché ideálně <20 %



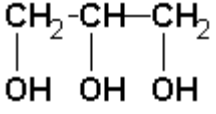
zpracování sacharidů

polysacharidy: štěpení amylasami
→ oligosacharidy: hydrolyzovány glykosidasami
→ monosacharidy
→ resorpce v t.s. (glukóza a galaktóza aktivně, ostatní difúzí)
→ transformace na glukózu v játrech
→ glukóza metabolizována ve svalech
→ voda, CO_2 (přebytek: glykogen)

Deriváty sacharidů

sacharidy jsou díky kyslíku reaktivní → množství derivátů
redukcí karbonylové skupiny → cukerné alkoholy (alditoly, cyklitoly)

glycerol, nejjednodušší alditol



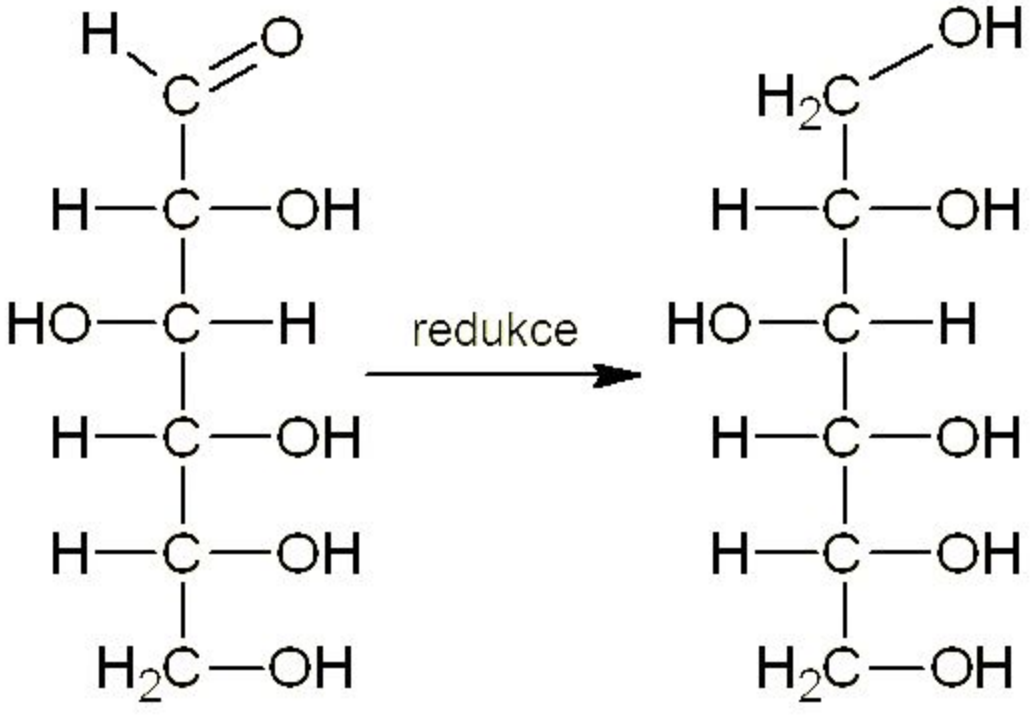
- sladký
- přirozeně (i nepřirozeně) ve víně: třetí hlavní složka, 5-20 g/l, vytváří plnou a jemnou chuť.
  ⇒ přísada méně kvalitních vín, jako E422
- jedovatý jen ve vyšších dávkách (orální LD_{50} několik gramů/kg)
- kosmetika (zvlhčující účinek - pouze zředěný)

Víno Mikulov prodávalo víno s glycerolem, inspekce ho stáhla z prodeje

Víno Mikulov prodávalo víno s glycerolem, inspekce ho stáhla z prodeje | Foto: profimedia.cz

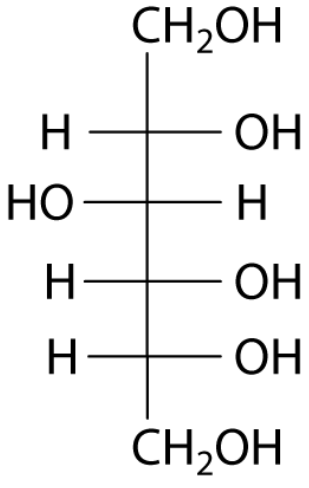
19.06.2014 14:00 - text: ČTK, bah

Státní zemědělská a potravinářská inspekce nařídila stáhnout 500 lahví vína Müller Thurgau, našla v něm syntetický glycerol. Ačkoliv v běžné míře konzumace není nebezpečný, přidávání glycerolu do vína je zakázáno. Z oběhu bylo staženo 500 lahví. Výrobce tvrdí, že byl podveden dodavatelem



D-glukóza D-glucitol

D-glucitol (sorbitol)



náhradní sladidlo, cca 50% sladivost (E420),
přirozeně v ovoci (jeřabiny, sušené švestky)
výroba ze sacharózy
využití: léky, zubní pasty (nekariogenní)

obsah **D-glucitol**u (sorbitolu) v ovoci

Ovoce	Obsah v % hmotnosti čerstvého ovoce
jablka	0,2-0,8
hrušky	1,2-2,8
švestky a pološvestky	0,6-13,9
třešně	0,1
broskve	0,03-0,47
meruňky	0,05-0,46
hroznové víno	stopy

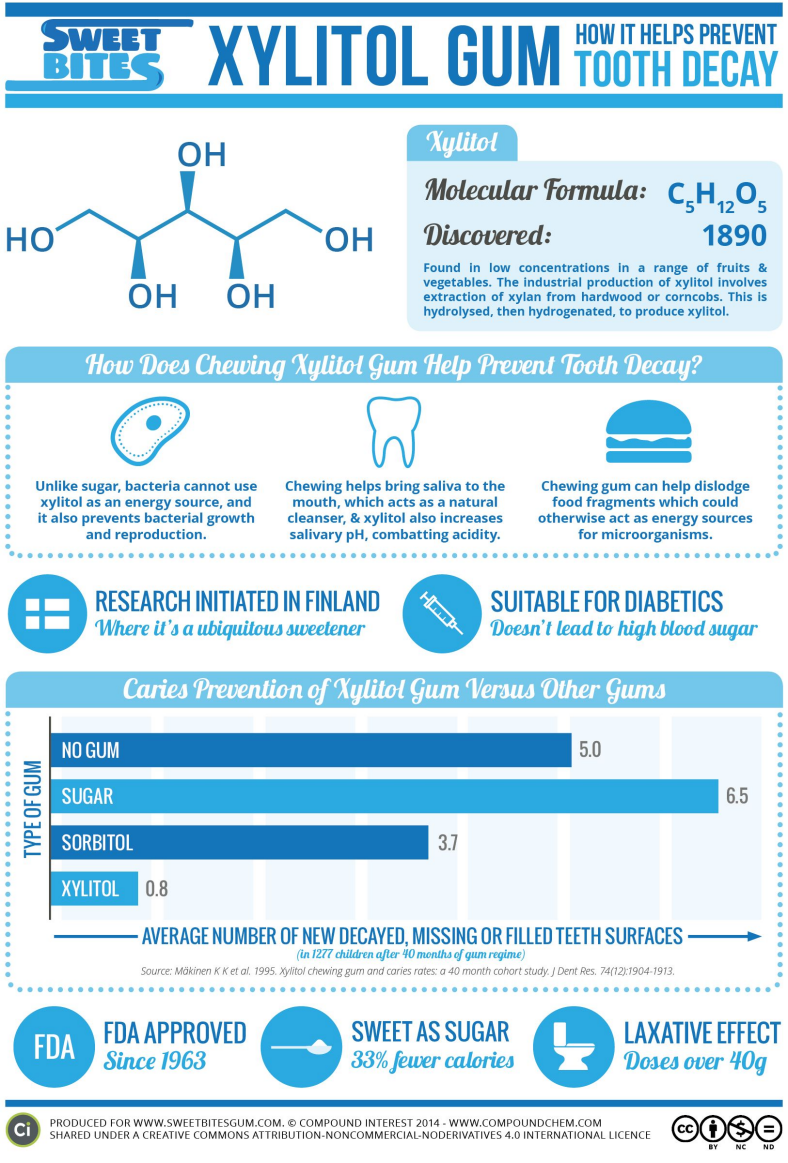
Sacharidy

Xylitol

březový cukr, v ovoci a zelenině
nekariogenní (naopak prevence)
vysoká hodnota endotermní rozpouštěcí entalpie

praktické **využití**
- potravinářství (žvýkačky)
- farmacie (zubní pasty, ústní vody)

nevýhody
- projímavé účinky (>40 g)
- nebezpečný pro psy



Obsah hlavních alditolů **ve vínu**

Alditol	**Obsah [mg/l]**
glycerol	4000-10000
erythritol	35-292
D-arabinitol	10-577
xylitol	4-11
D-glucitol	9-277
D-mannitol	6-152

cyklitoly

skupina odvozená od cyklohexanu

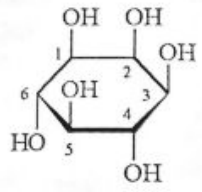
většinou šest hydroxyskupin, ale i pět, čtyři a tři skupiny

nejvýznamější skupina:

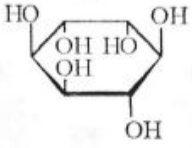
inositoly (dříve cyklosy)

8 stereoisomerů

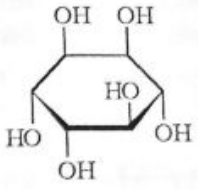
Myo-inositol:
běžně v potravinách
dřív *vitamin B8*



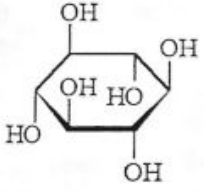
4-63, *myo*-inositol (*meso*-inositol)



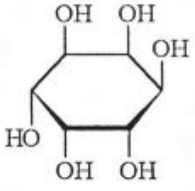
4-64, 1D-(+)-*chiro*-inositol



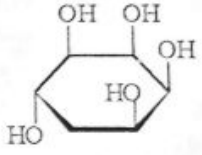
4-65, 1L-(-)-*chiro*-inositol



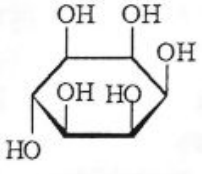
4-66, *scyllo*-inositol (scyllitol)



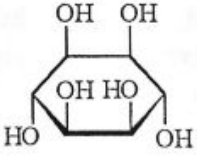
4-67, *neo*-inositol



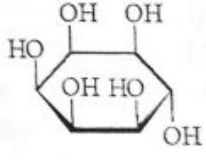
4-68, *allo*-inositol



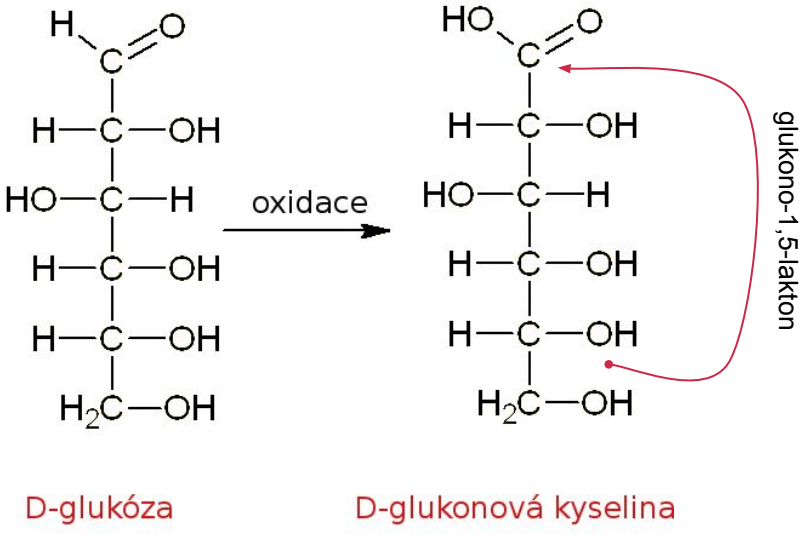
4-69, *epi*-inositol



4-70, *muko*-inositol



4-71, *cis*-inositol



cukerné kyseliny

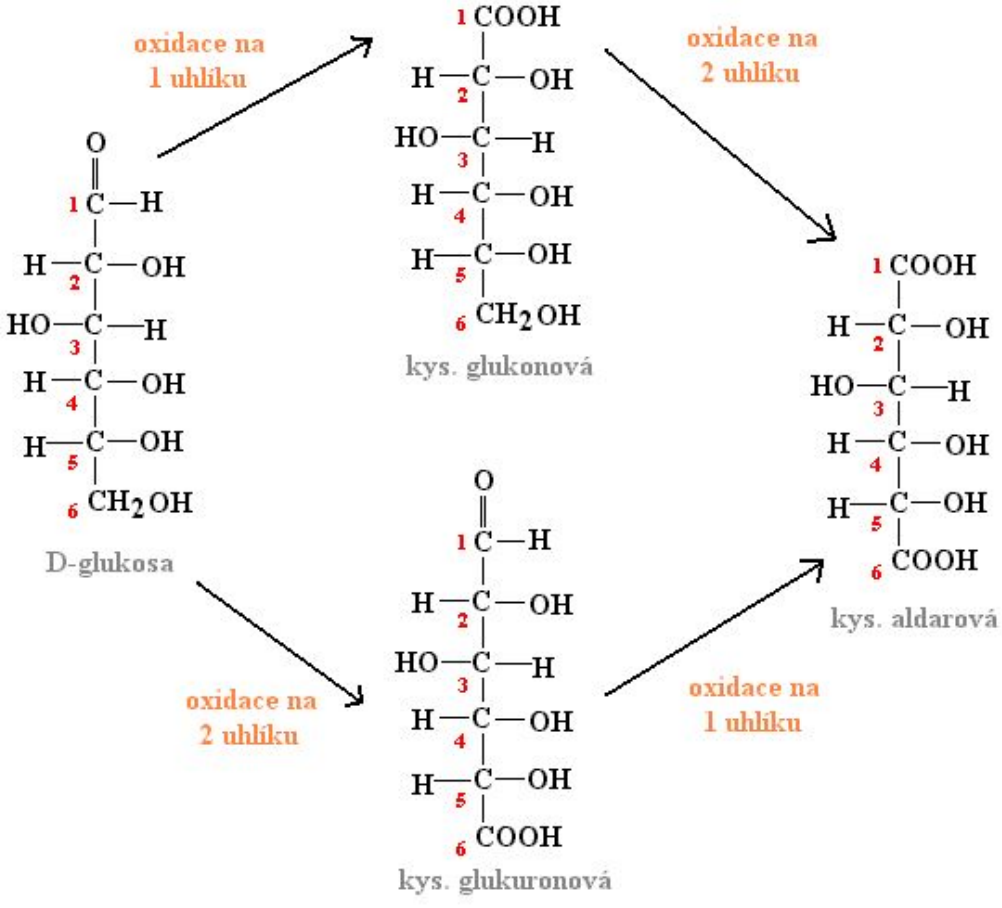
součástí mnoha složek potravin

vznikají oxidací aldehydové skupiny (-onové) nebo primární alkoholové (-uronové). Přirozeně vznikají enzymaticky, ale také Maillardovou reakcí.

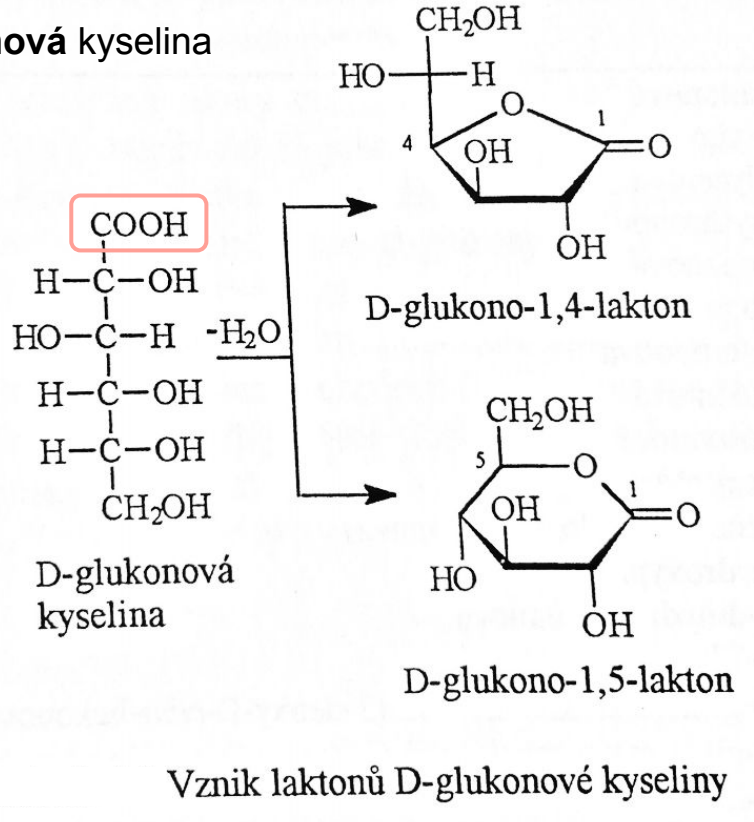
Kyselina glukonová
běžná složky rostlinných materiálů, produkt neenzymového hnědnutí.
Součást medu bránící jeho kažení.

lakton k.glukonové v potravinářství
potlačuje růst hnilobných MO (postupně totiž hydrolyzuje na volnou kyselinu)

cukerné kyseliny

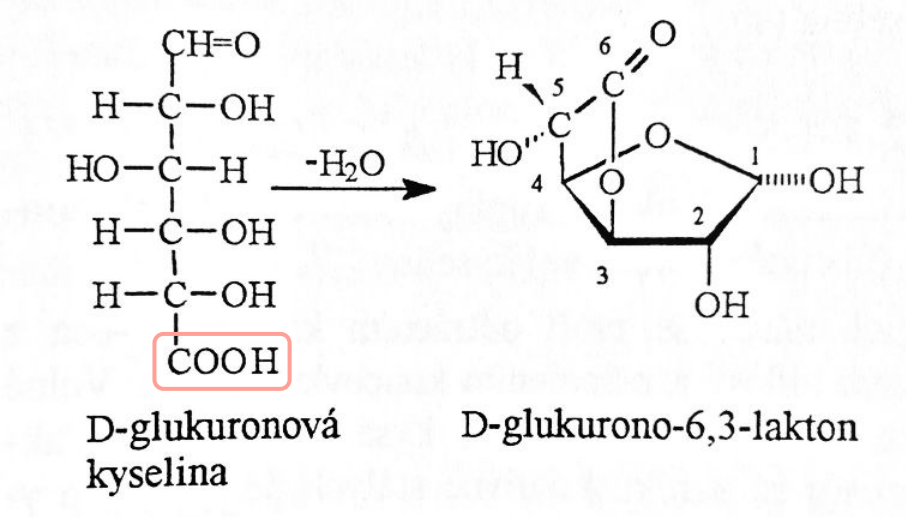


cukerné kyseliny
(aldonové kyseliny) - **glukonová** kyselina



Vznik laktonů D-glukonové kyseliny

cukerné kyseliny
(uronové kyseliny) - **glukuronová** kyselina



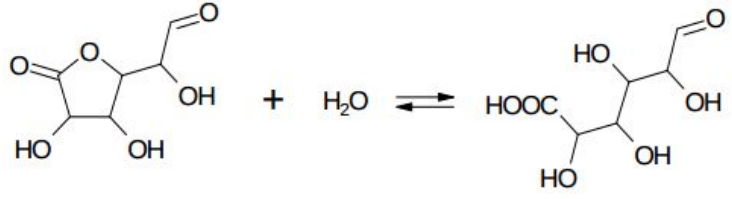
výskyt, využití cukerných kyselin a laktonů

kys. glukonová a mannonová: v rostlinách, potravinách po reakci neenzymovém hnědnutí

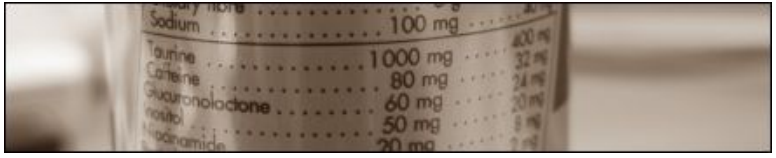
alduronové kyseliny: v polysacharidech

6,3-Glukuronolakton:
výživa sportovců (zrychluje tvorbu a zpomaluje odbourávání svalového glykogenu)
EFSA popírá obavy z taurinu i 6,3-G-L. (NOAEL 1 g/kg)
běžný lidský metabolit

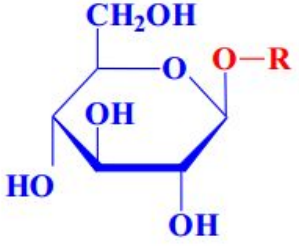
γ-lakton glutamové kys.: konzervace salámů



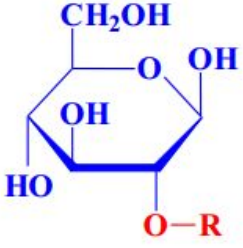
6,3-Glukuronolakton



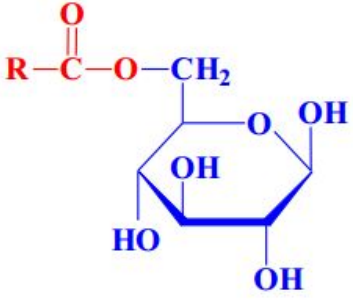
další deriváty:
glykosidy (cukr + aglykon),
ethery,
estery



O-glykosid



ether



ester

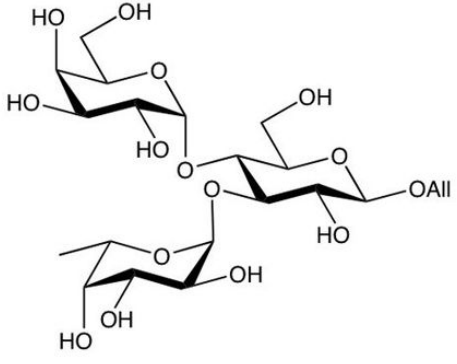
cukr + aglykon → heteroglykosid

cukr + cukr → homoglykosid

minoritní stavební složky, hydrokoloidy

běžné, hlavně PO_4^{3-} nukleotidy od kys. sírové, octové

Oligosacharidy



disacharidy

glykosidy, kde aglykon = jiný sacharid
~ homoglykosidy

kondenzací α- nebo β-anomerní -OH sk.

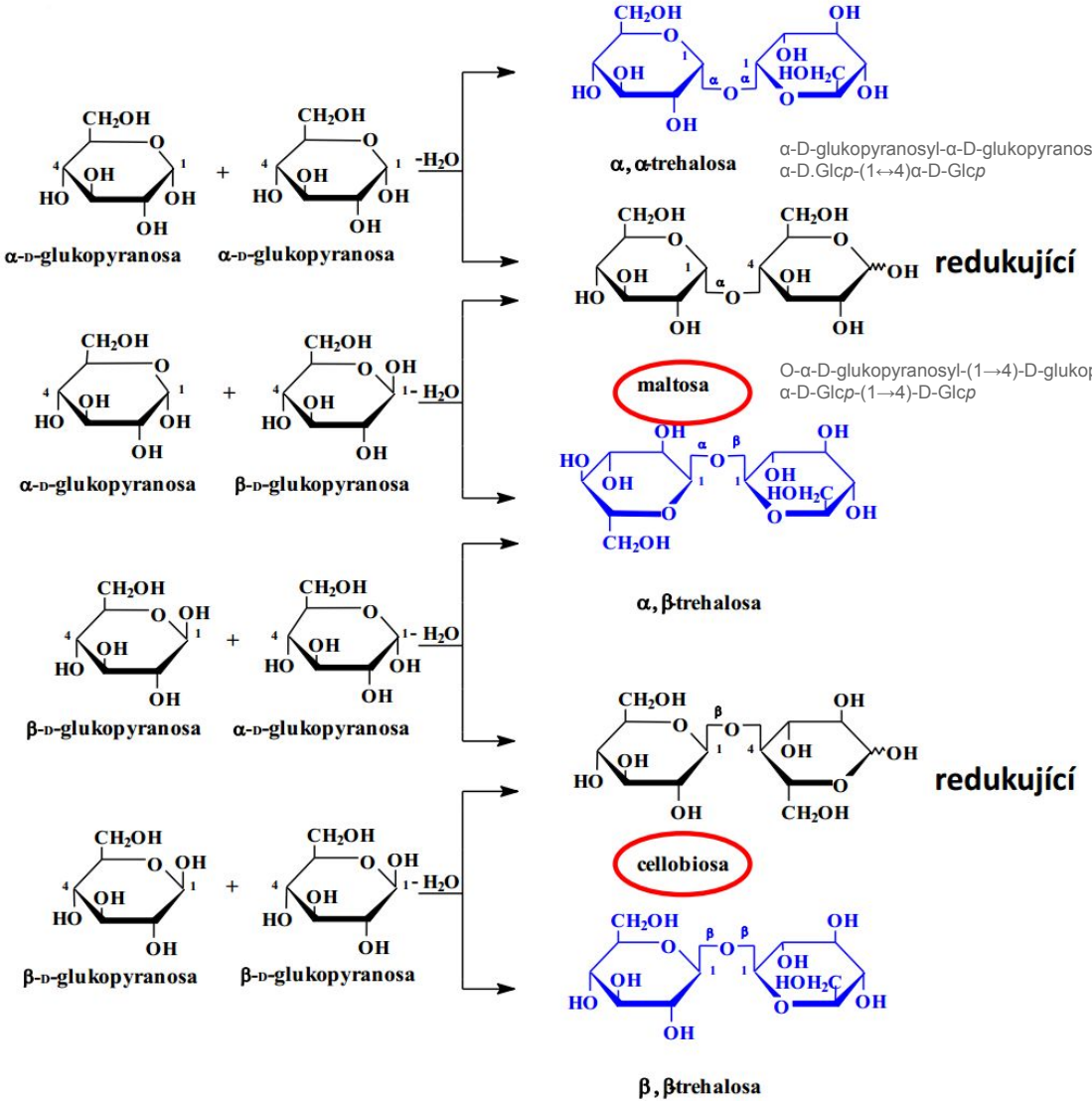
Kondenzují dvě poloacetalové ⇒ neredukující s.

neredukující

- Neobsahuje anomerní hydroxylovou skupinu ⇒ α/β anomer
- dvojnásobné glykos**idy**

redukující

- každý jiný případ
- vykazují mutarotaci



Obr.: možnosti vazby dvou molekul α a β D glukopyranosy

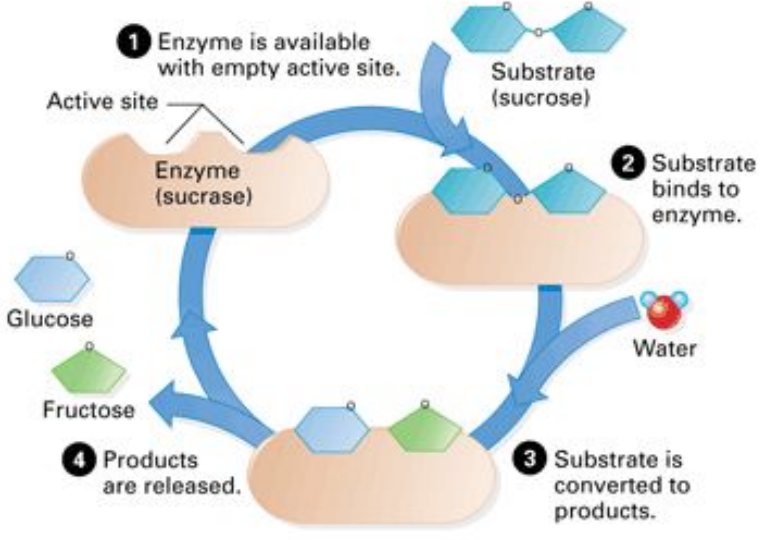
disacharidy: výskyt, využití

V potravinách

běžná součást: ovoce, zelenina, med, mléko
hlavní komponenty: D-monosacharidy (Glc, Fru, Gal, Man)
aldosy jako pyranosy, fruktóza jako furanosa
nejčastěji ze D-Glc ⇒ glukooligosacharidym, případně Glc/Fru

V těle

- enzymatická hydrolýza na monosacharidy
  - ➢ *invertasa, sacharasa, laktasa, maltasa*
- vliv na glykémii: podobný jako příslušné monosacharidy (platí pro využitelné)
- některé mají kariogenní účinky (sacharosa, maltosa)



funkce enzymu sacharasa, respl invertasa (eng.: sucrase)

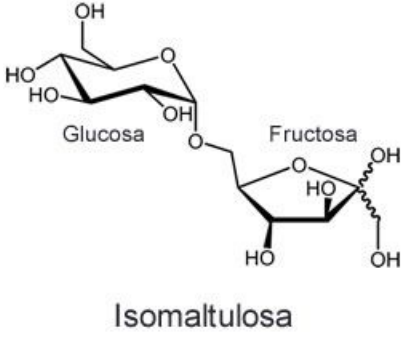
Průmyslové využití

hydrogenace disacharidů → **alkoholické cukry**

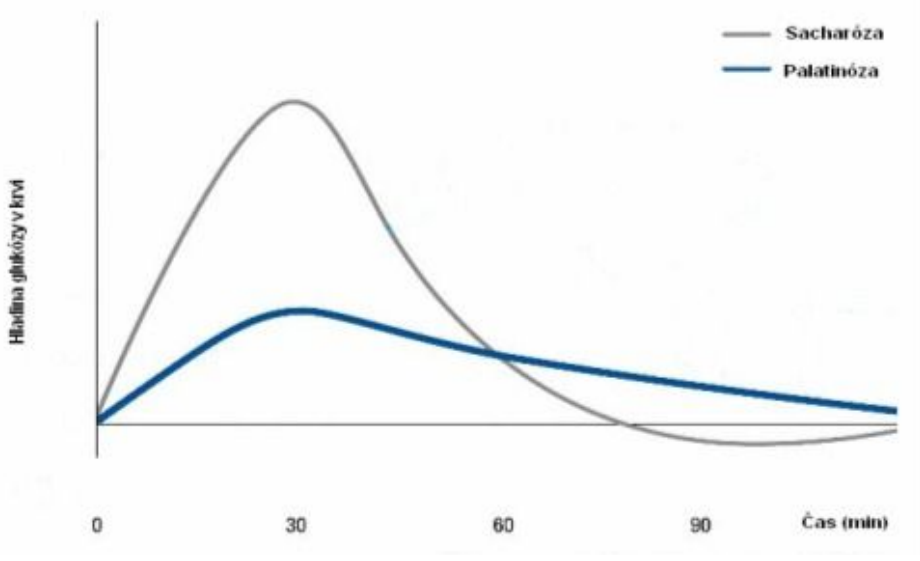
ze škrobů výroba oligosacharidů
fyziologické **vlastnosti umělých** oligosacharidů:

- vesměs nekariogenní (nevyužitelné mikroflórou)
- mnohé nestravitelné (nízkoE potraviny)
- často prebiotické účinky (oligofruktóza, galaktooligosacharidy a laktulóza)
  např. i mateřské mléko (15 g nestravitelných oligos./litr

disacharidy: výskyt, využití

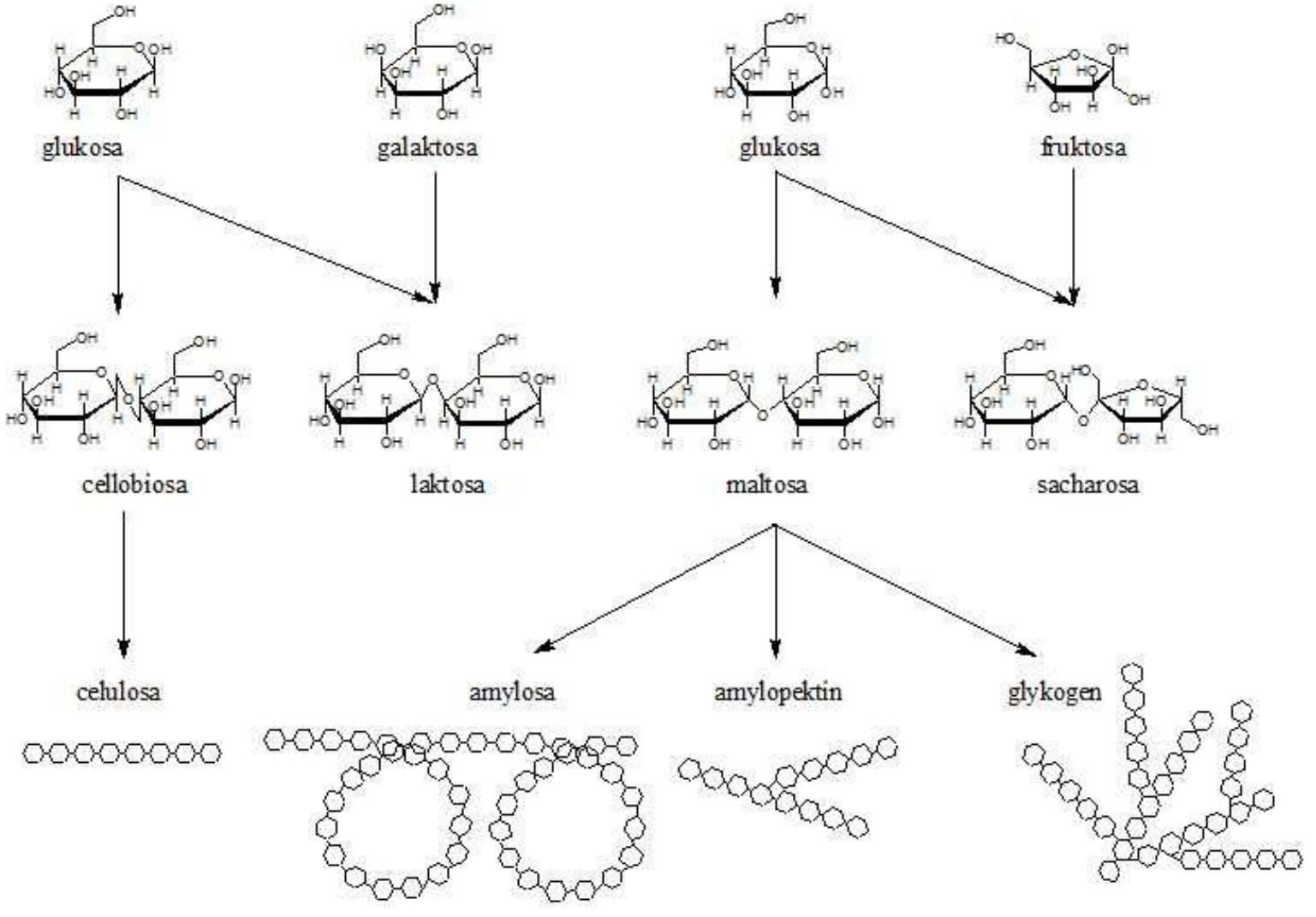


Isomaltulosa



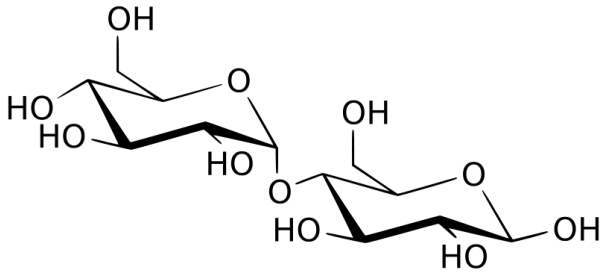
palatinosa *(isomaltulóza):*
glukóza+fruktóza vázané glykosidickou vazbou 1,6
Výroba ze sacharózy.
Umělý oligosacharid pro výživu sportovců.

Pomalé štěpení, úplné využití, stabilita v kyselém prostředí


glukosa
galaktosa
glukosa
fruktosa
cellobiosa
laktosa
maltosa
sacharosa
celulosa
amylosa
amylopektin
glykogen

maltóza

disacharid glukózy
strukturní jednotka škrobu
cca ½ sladivost



α-D-glukopyranosyl-(1→4)-D-glukopyranosa

V potravinách

- **ve většině potravin**
- **hydrolýzou škrobu: chlebové těsto**
  hydrolýzou škrobu kvasinkami *Saccharomyces cerevisiae* a enzymaticky. Nejdřív obsah roste, když kvasinky spotřebují Glc a Fru, začne klesat). V chlebu 2-4 %.
- **v klíčících semenech** (slad) → produkt enz. hydrolýzy. stupňovitost piva; exktrakt původní mladiny EPM
- **v medu** (~ 7 %) a maltózových sirupech

Využití

maltózové sirupy, maltooligosacharidy
hydrogenace → glukopyranosyl-glucitol (90% sladivost, nekariogenní, malý vliv na krevní cukr)

maltóza je nazývána **sladový cukr**
(vzniká ve sladu hydrolýzou škrobu)

maltóza

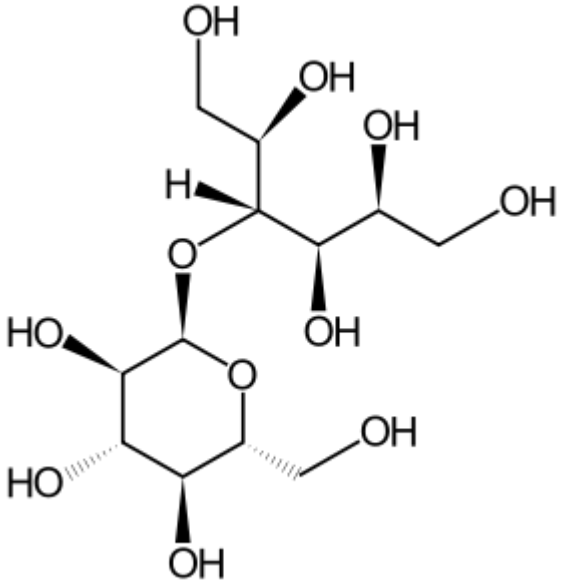
redukce na maltitiol

Maltitol = produkt hydrogenace maltózy
α-D-glukopyranosyl-(1→4)-D-glucitol

sladivost 90%, avšak jen malý vliv na hladinu krevního cukru.

nekariogenní, slabé laxativum, stimuluje růst střevní mikroflóry

E965: ve žvýkačkách, sladkostech, sladidlech, zmrzlinách



maltitol

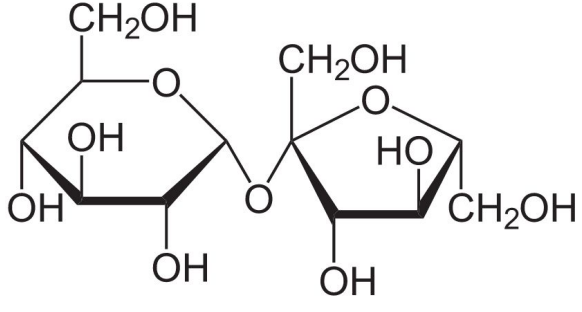
sacharóza

řepný cukr, třtinový cukr

produkt fotosyntézy → ve vegetativních částech rostlin
je monilizována při klíčení semen a zrání ovoce

cukrová třtina	až 26 %
cukrová kukuřice	až 17 %
ovoce	až 8 %
řepa	až 20 %

hlavní průmyslový zdroj: cukrová **třtina**
u nás: cukrová **řepa** (*Beta vulgaris)*
jinde: **datle** (Irák, Alžírsko), **palmový cukr** (Indie, Kambodža, Filipíny), **javor** (Kanada, USA, Jap)



α-D-glukopyranosyl-β-D-fruktofuranosid

https://youtu.be/6NMQ9niBB2s

HISTORIE CUKRU

Nová Guinea
domestikace curkové třtiny 10 000 let
pochoutka i součást rituálů
pozvolné šíření mezi ostrovy
→ až do Asie: 1000 př.n.l.

Indie
zpracování na prášek (lék): 500 n.l.
rafinace tajná věda předávaná z mistra na učně

Persie
cca 600: sladkosti
Arabské armády si po dobytí odnesly cukr i znalosti

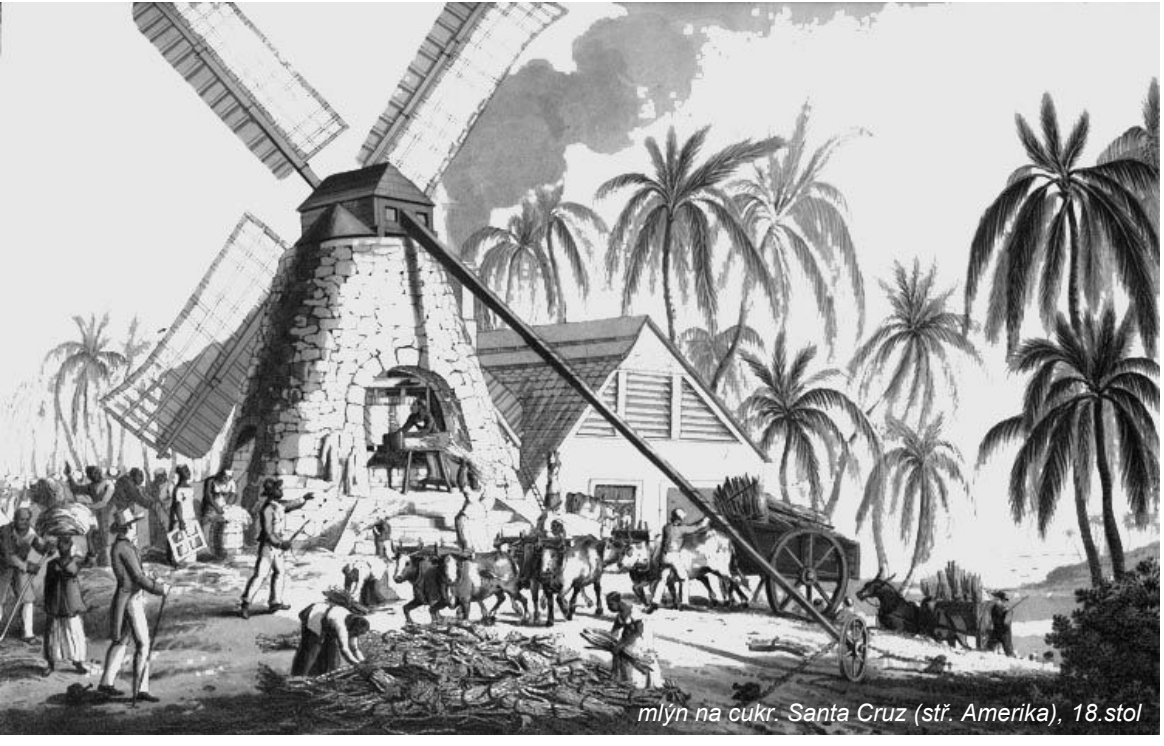
Arabové šířili cukr dál
zdokonalili rafinaci, 15.stol: těžká práce v rafinériích pro zajatce

Evropa poznala cukr od bristkých a francouzských křižáků
cukrové třtině se ale v mírných podmínkách nedaří
→ závislost na dodávkách od muslimských obchodníků
⇒ cukr vzácný (koření)

HISTORIE CUKRU #2

ostrovy v Atlantském oceánu
mořeplavci (Portugalsko, Španělsko) hledali oblasti vhodné k pěstování třtiny:

→ Madeira (1425), Kanárské o., Kapverdy
→ Karibské ostrovy (1493) - Hispaniola



mlýn na cukr. Santa Cruz (stř. Amerika), 18.stol

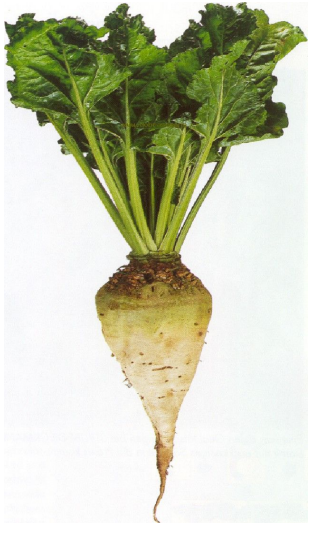
HISTORIE CUKRU #3

kolonializmus
17. století cukr namísto koření už běžné zboží
na vznikajících plantážích otroci z Afriky
cca 11 milionů Afričanů

▲ **trojúhelník**

cukr → Londýn, Amsterodam, Paříž
→ výměna za hotové výrobky
→ západní pobřeží Afriky
→ výměna výrobků za další otroky

sacharóza



cukrová řepa

výroba cukru z cukrové řepy

1. řepa → řepné řízky, **extrakce**
2. epurace - **čiření**: $Ca(OH)_2$
   odstraní se: bílkoviny, red.cukry, aminokyseliny, ionty
3. odstranění hydroxidu → **lehká šťáva**
   saturace CO_2, filtrace
4. zahuštění → **těžká šťáva** (60%+ sacharózy)
5. **krystalizace**

→ **melasa**

96 % sacharóza (surový cukr)

1-2% voda
1% anorganické ionty
1% organické ionty

→ afinace → afináda
odstředění, promytí vodou/párou

→ rafinace → rafinovaný cukr
další krystalizace

https://youtu.be/6NMQ9niBB2s

sacharóza

melasa

zbytek po vycukernění řepy či třtiny
~ 60% sacharosy
~ 40% necukrů
(org.+anorg. ionty, aminokyseliny-Glu, další)
liší se řepná/třtinová(neobsahuje akonitovou kys.)

využití v likérnictví, výroba lihu
výroba rumu
krmivo pro zvířata
substrát pro výrobu droždí

22 Pages Today

The Boston Post

EXTRA

TWENTY-TWO PAGES—TWO CENTS — Established 1831 — THURSDAY, JANUARY 16, 1919 ** — Copyrighted, 1919, by Post Publishing Co. — TWENTY-TWO PAGES—TWO CENTS

HUGE MOLASSES TANK EXPLODES IN NORTH END; 11 DEAD, 50 HURT

Giant Wave of 2,300,000 Gallons of Molasses, 50 Feet High, Sweeps Everything Before It—100 Men, Women and Children Caught in Sticky Stream—Buildings, Vehicles and L S

35 STATES ON DRY LAW LIST

Amendment Ratified by Five Yesterday—One More Needed—Predict Nation Dry July 1

SECRECY IN PEACE CONGRESS

France, Italy and Japan Outvote U. S. and Britain

BIRDS EYE VIEW OF THE RUINS OF THE SUGAR AND FLOOR, SHOWING HOME AND SOUTH SIDE OF THE

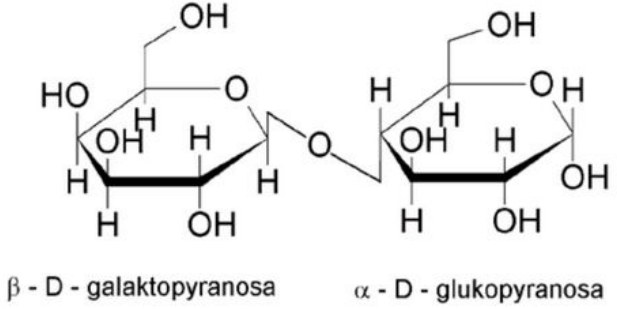
KNOWN DEAD

laktóza

mléčný cukr
jen málo kariogenní a laxativní.
40% sladivost
v těle zpracována laktasou

výskyt: pouze v savčím mléce ~ 5 % (doprovázena Glc)
výroba: filtrací syrovátky kravského mléka

výživa
dobře využitelný zdroj energie
silně ovlivňuje **glykémii**

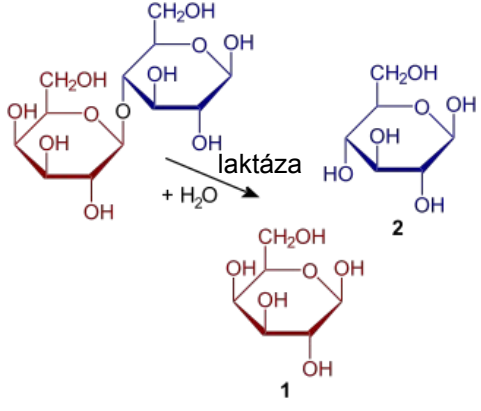


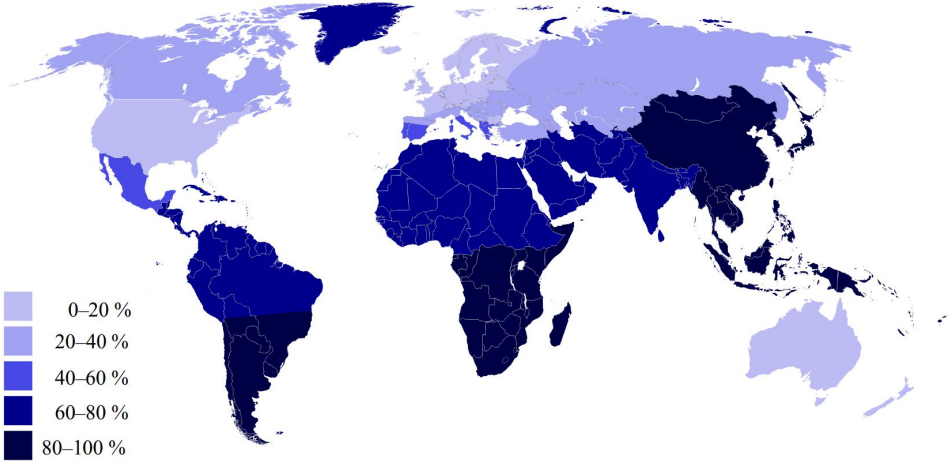
Laktosa (mléčný cukr)

laktóza

intolerance laktózy

laktóza štěpana laktázou (β-galatosidasou) v tenkém střevě
-řada lidí neschopnost produkovat laktasu v dospělosti
-vrozená / prvotní / druhotná





výskyt intolerance laktosy

laktóza

snížení obsahu laktózy v syrovátce během fermentace

Sledování obsahu laktosy (%) během fermentace syrovátky jogurtovou kulturou (počet měření $n = 6$)

Čas [h]	Průměr [%]	SD [%]
0	5,10	0,04
0+	5,15	0,03
1	5,04	0,06
2	4,22	0,05
3	4,69	0,26
4	4,35	0,35

zralé tvrdé sýry neobsahují téměř žádnou laktózu

Vyhláška 157/2008 Sb., o potravinách určených pro zvláštní výživu a o způsobu jejich použití, která stanovuje limit laktosy v potravinách s nízkým obsahem laktosy na 10 g.kg^{-1} a bezlaktosové potraviny mohou obsahovat pouze 100 mg laktosy na 1 kg.

laktóza je štěpena bakteriémi mléčného kvašení → vzniká mléčná kyselina

⇒ kvašené výrobky (jogurty, acidofilní mléko) neobsahují laktózu

snížení potřeby cukrů pomocí polyolů

hydrolyzáty a alkoholické cukry,
sladká chuť → náhrada cukrů

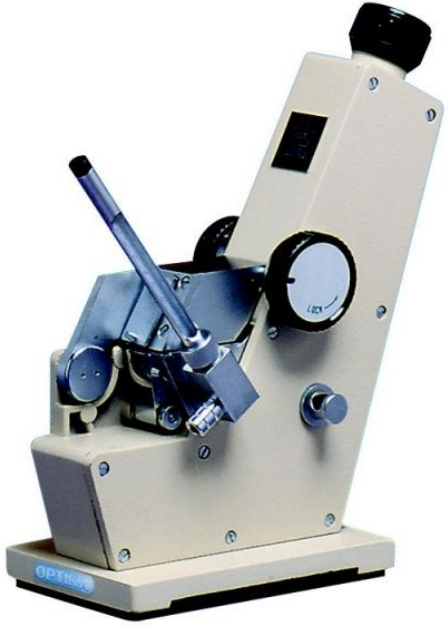
vznikají hydrolýzou škrobů, i přirozeně
nekariogenní, bez vlivu na glykémii

někdy laxativní účinky (nad 50 g sorbitolu)

sladidlo	sladivost (rel. k sacharóze 100%)	kalorie na gram
Sacharóza	100	4
Polyglycitoly	40 – 90	3
Sorbitol	60	2,6
Xylitol	100	2,4
Maltitol	90 (prášek), 40 – 90 (sirup)	2,1
Isomalt	45 – 65	2
Lactitol	40	2
Mannitol	70	1,6
Erythritol	70	0,2

Refraktometrie

Abbeho refraktometr



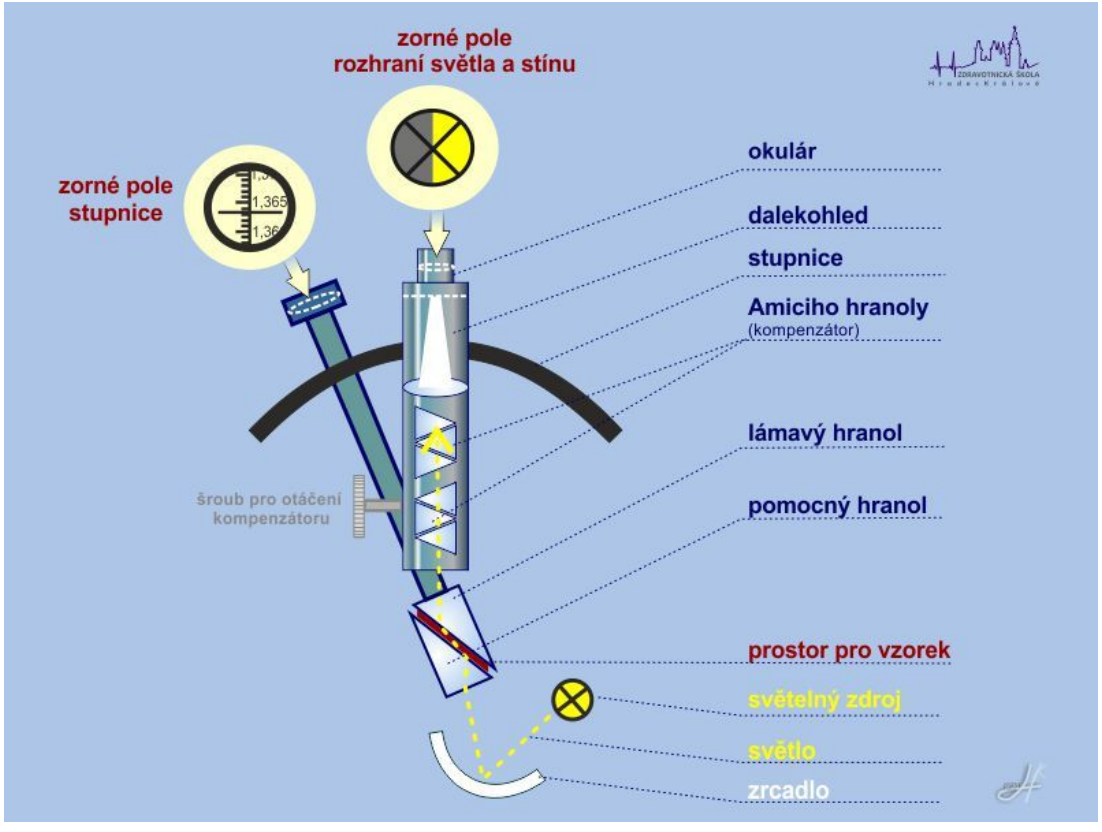


schéma Abbeho refraktometru
(z http://anl.zshk.cz/vyuka/refraktometrie.aspx)


°C
1.40
1.35
1.30
1.25
1.20
1.15
1.10
GOOD
EAIR
REPLACE
Kg/L
-50
-40
-30
-20
-10
G13
PROPYLENE
G12/11
ETHYLENE
SRF1
WATERLINE

polysacharidy

klasifikace - struktura řetězců

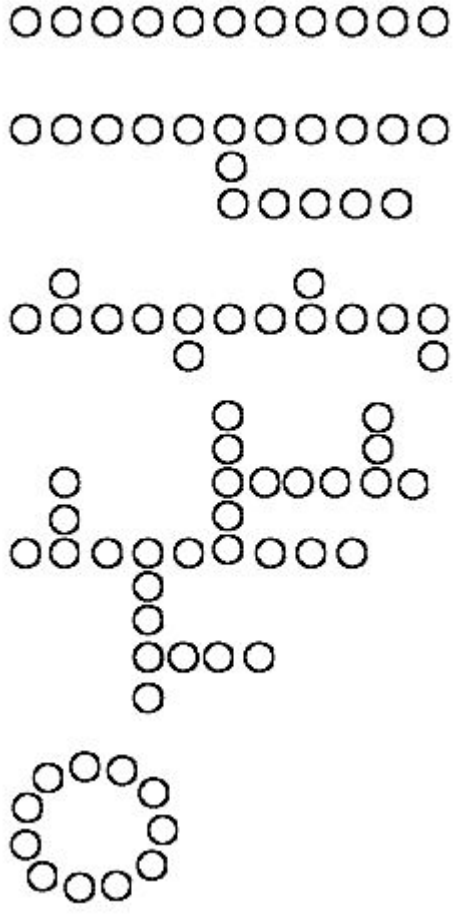
deset až milion jednotek

podle složení

- homopolysacharidy (např. škrob)
- heteropolysacharidy (většina)

podle struktury

- lineární
  - větvené
  - nevětvené
- cyklické



lineární polysacharid
amylosa, celulosa

jednou větvený lineární
dextran

substituovaný lineární
guarová guma

několikrát větvený lineární
amylopektin

cyklický
cyklodextrin

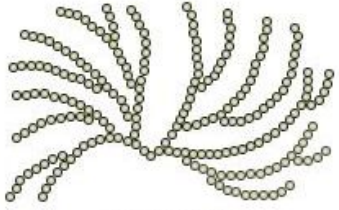
polysacharidy

struktura polysacharidů

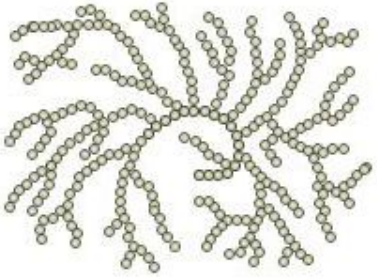
- primární - pořadí monosacharidů
  pravidelná (arabinoxylany), ale i nepravidelná (pektin)
- sekundární
  konformace, vzájemná vazba. Lineární molekuly často vzájemné H-vazby, či dokonce šroubovicové konformace (karagenany)
- terciální
  kombinace sekundárních struktur - krystalické mikrofibrily celulosy, šroubovice karagenanu

polysacharidy jsou **polydisperzní**

Amylose



Amylopectin

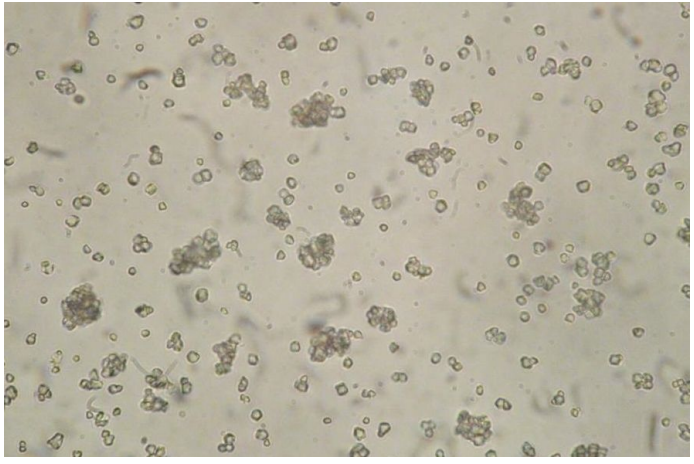


Glycogen

dextran

polysacharidy

klasifikace - funkce



škrobová zrna rýže

dle původu

polysacharidy rostlin	významné pro výživu také jako aditiva (přirozená i modifikovaná)
polysacharidy živočichů	

podle funkce

zásobní (rezervní)	glykogen, škrob
stavební (strukturní)	chitin, celulosa, necelulosové polys. (hemicelulosa, β-glukany), pektiny
ostatní	rostlinné exudáty (arabská guma) a slizy (okra)

Nutriční hledisko

využitelné	škroby, glykogen
nevyužitelné (dříve balastní)	celulosa, hemicelulosa, pektin, modifikované škroby, slizy, gumy

polysacharidy

glykogen

jeden z mála živočišných polysacharidů

významných ve výživě

zásobní zdroj Glc pro buňky

celkem 250 - 800 g

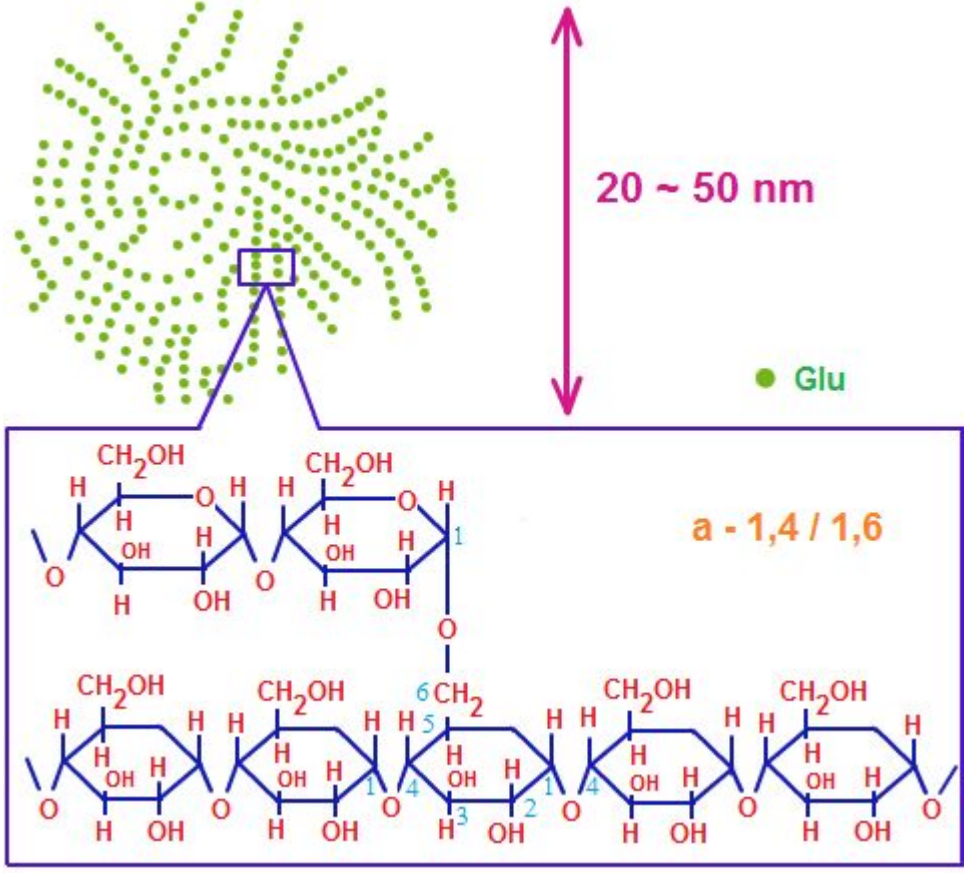
- svalový: ⅔ , zdroj E
- jaterní: ⅓ , granule v cytoplazmě ,
  udržuje glykémii (pokles → glukogenolýza)

role post-mortem (→k.mléčná → zrání)

⇒ množství glykogenu vliv na kvalitu masa

v potravě zpracován α a β amylasou

→ dextriny → Glc, maltóza

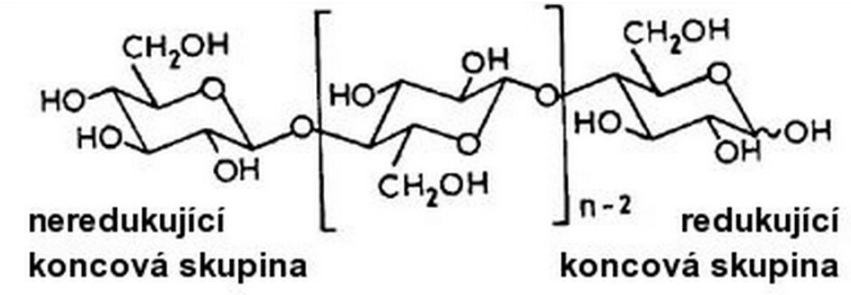


>10^6 Glc, jednou za 8-12 jednotek vazba α-(1→6)

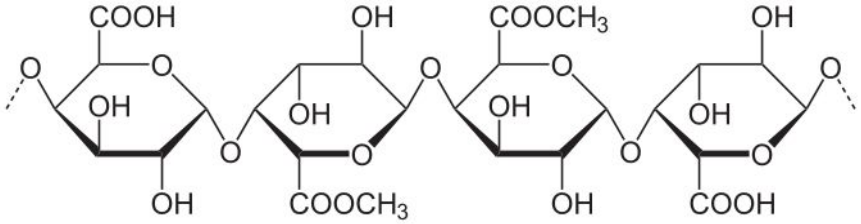
polysacharidy

stavební polysacharidy rostlin

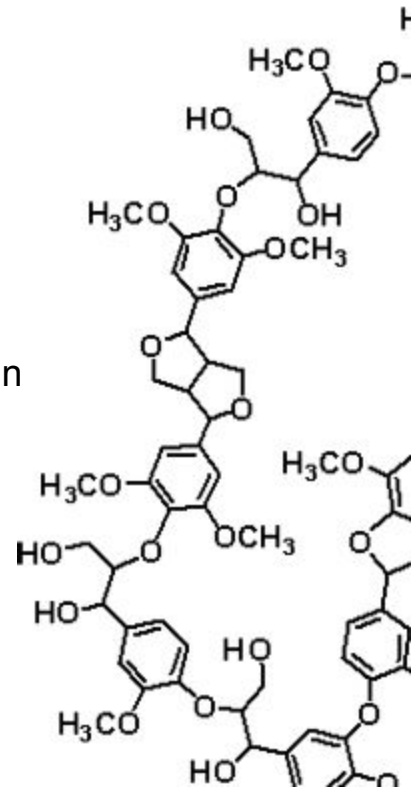
celulóza



pektin



lignin



polysacharidy

výskyt v potravinách

ovoce

pektin, celulosa, lignin

škrob ubývá během zrání

(jablka 3→0 %; banán výjimka)

zelenina

škrob převládá, zráním přibývá

škrob, celulosa, pektin, lignin

u některých druhů fruktany (topinambury, česnek, cibule)

obiloviny

hlavně škrob, otruby: lignin

OBSAH POLYSACHARIDŮ V PŠENIČNÉ MOUCE

Polymer	Obsah v %
škrob	60-80
neškrobové polysacharidy	3-11
celulosa	0,2-3
hemicelulosy	2-7
arabinoxylany	1-3
β-glukany	0,5-2
xyloglukany	0,2-0,4
pektiny	0,3-0,5
glukofruktany (fruktany)	1-4

silně závisí na stupni vymletí (endosperm 83 % hmotnosti zrna, otruby 15 %, klíček 2 %)

polysacharidy

použití polysacharidů

- **textura potravin**, organoleptické vlastnosti
  (plnidla, zahušťovadla, stabilizátory, gelotvorné látky)
- význam roste s popularitou výrobků se **sníženým obsahem tuku**
- dříve hlavně nativní škrob, dnes **na vzestupu modifikované škroby**
  (modifikované škroby, celulosy, gumy, polysacharidy MO)
- **neškrobové polysacharidy**: gumy (guarová, lokustová), karagenany, agary, pektiny, algináty
- přírodní **rozpustná vláknina** (*Psyllium*)

polysacharidy

fyziologie a výživa

využitelné

(škroby, glykogen)

částečně využitelné

nevyužitelné

alespoň pro monogastrické

(celulosa, hemicelulosy, pektin, lignin, aditivní škroby)

= vláknina (vláknina potravy)

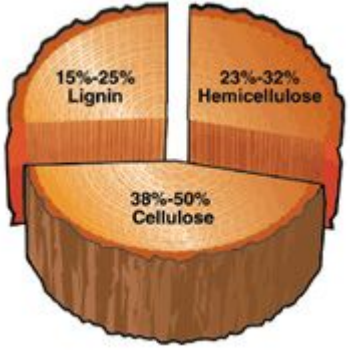
~ roughage, dietary fiber

1. Využitelné sacharidy	
Polysacharidy	■ škrob ■ dextriny (vzniklé hydrolýzou škrobu) ■ glykogen jaterní a svalový
Oligosacharidy (hlavně disacharidy)	■ sacharóza (řepný či třtinový cukr) ■ maltóza (sladový cukr) ■ laktóza (mléčný cukr)
Monosacharidy	■ glukóza (hroznový cukr) ■ fruktóza (ovocný cukr) ■ ribóza
Deriváty sacharidů	■ aminocukry (glukozamin) ■ alkoholické cukry (sorbitol)
2. Špatně využitelné sacharidy	
Monosacharidy	■ xylóza ■ arabinóza
Oligosacharidy	■ rafinóza, stachyóza, galaktoinozitol
Polysacharidy	■ inulin (polyfruktosan)
3. Sacharidy nevyužitelné (balastní)	
Monosacharidy	■ mannóza, sorbóza
Polysacharidy	■ celulóza, hemicelulózy, pentózany ■ rezistentní škrob ■ pektiny ■ chitin

polysacharidy

vláknina

- rostlinný původ
- neštěpitelná trávicím aparátem ⇒ nestravitelná
- nevyužitelná jako přímý zdroj E
- prebiotikum
- polysacharidy + nepolysacharidové polymery



dřevo je vláknina

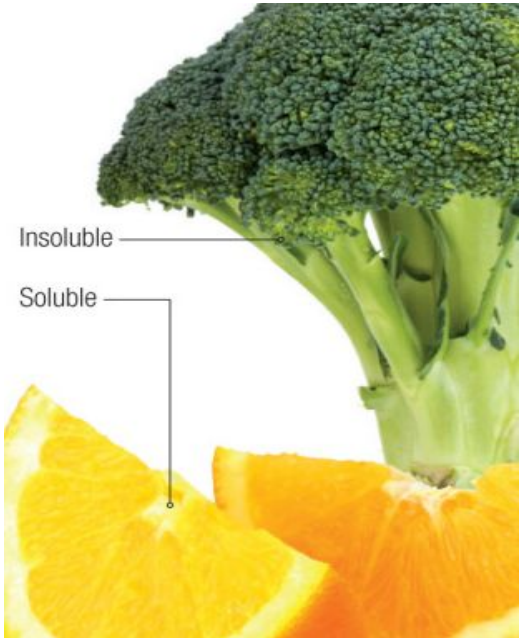
Neškrobové polysacharidy a rezistentní oligosacharidy	
Celulóza	
Hemicelulóza	■ Arabinoxylany ■ Arabinogalaktany
Polyfruktózy	■ Inulin ■ Fruktooligosacharidy
Galaktooligosacharidy	
Gumy	
Slizy	
Pektiny	
Analogní polysacharidy	
Nestravitelné dextriny (škroby)	■ Rezistentní maltodextriny ■ Rezistentní bramborový dextrin (škrob?)
Syntetické komponované polysacharidy	■ Polydextróza ■ Metylcelulóza ■ Hydroxypropylmetyl celulóza
Rezistentní škroby	■ Lignin

polysacharidy

vláknina

- **rozpustná vláknina**
  - *měkká*, bobtnavá
  - absorbuje vodu
  - substrát sacharolytických bakterií
  - pektiny, gumy, slizy, polysacharidy řas, část hemicelulos
  - zvyšuje viskozitu obsahu žaludku a střev (ovlivňuje absorpci látek)

- **nerozpustná vláknina**
  - *hrubá*, plnidla
  - nerozpustná ve vodě
  - celulosa, lignin, část hemicelulos
  - zvětšuje objem potravy
  - zkracuje dobu průchodu, zlepšuje peristaltiku



polysacharidy

vláknina

Potravina	Vláknina (% sušiny)		
	rozpustná	nerozpustná	celkem
ovoce			
jablka	5,6-5,8	7,2-7,5	12,8-13,3
broskve	4,1-7,1	3,4-6,4	7,5-13,5
jahody	5,1-7,7	6,8-10,6	11,9-18,3
pomeranče	6,5-9,8	3,9-5,2	10,4-15,0
zelenina			
mrkev	4,4-14,9	10,4-11,1	14,8-26,0
zelí	13,5-16,6	4,2-20,8	27,6-37,4
rajčata	0,8-3,5	3,2-12,8	6,7-13,6
zelený hrášek	5,9	15,0	20,9
luštěniny			
fazole	7,2-12,4	9,1-9,6	16,8-21,5
brambory			
syrové	2,8-3,5	2,4-3,2	5,2-6,7
vařené	4,8	2,6	2,2
cereální výrobky			
mouka pšeničná bílá	2,0	1,2	3,2
mouka pšeničná celozrnná	2,6	7,7	10,3
chléb pšeničný	1,6-2,7	1,1-2,9	2,7-5,6
chléb žitný	6,7	6,6	13,3

polysacharidy

vláknina - energie vlákniny

- v potravinách jako “sacharidy”, avšak E nevyužitelná
- rozpustná: částečně štěpena již v tenkém střevě
- nerozpustná: odolává
- obojí hlavně mikroorganismy (→ krátké mastné kyseliny)
- zisk cca 3 kJ/g (škrob 17)
- ovlivnění glykemického indexu

polysacharidy

vláknina - metody stanovení

více možností

(ne)enzymaticko-gravimetrické metody

enzymaticko-chemické (kolorimetrické/chromatografické)

nejčastější postup

enzymaticko-gravimetrický postup podle AOAC
(Association of Analytical Chemists)

umožňuje stanovit: polysacharidy buněčných stěn, část rezistentního škrobu, gumy, slizy a lignin.

TOTAL DIETARY FIBER ASSAY

Heat Stable, α-Amylase, incubation at pH 6.0, 15 min., 95 °C
↓
Protease incubation at pH 7.5, 30 min., 60 °C
↓
Amyloglucosidase incubation at pH 4.5, 30 min., 60 °C
↓
Ethanol Precipitation
↓
Alcohol and Acetone Washes
↓
Drying
↙ ↘
Kjeldahl Protein Determination | Ash Determination 5 hour, 525 °C
↘ ↙
Calculation of Total Dietary Fiber

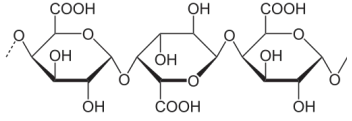
polysacharidy

zdroje a využití vlákniny

pektin

v ovoci, do marmelád, jogurtů

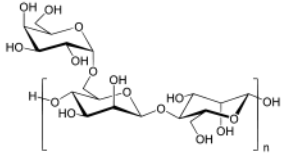
kys.galakturonová botná→gel



gumy (guarová, …)

v rostl. šťávách

zahušťování, mražené výr.

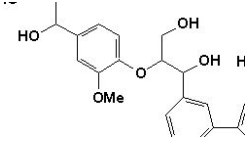


lignin

dřevnatá vláknina, nepolys.

stvoly, semena, zrna

proti rakovině?

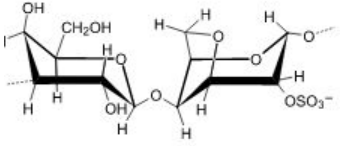


polysacharidy řas

stabilizátory, zahušťovadla

(agar, alginát, karagenan, …)

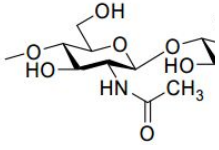
pudinky, zmrzliny



chitin

exoskelety, houby, řasy

hypocholesterolemický efekt

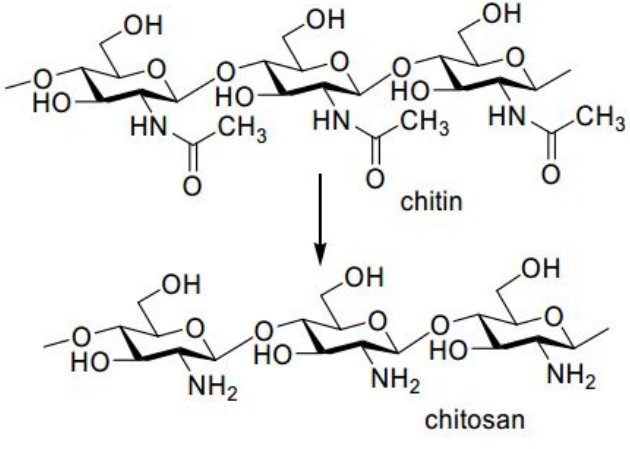


chitin

lineární polymer z jednotek N-acetylglukosaminu a glukosaminu

stavební polysacharid bezobratlých, hub (žampiony), plísní (*Aspergillus oryzae, A.sojae*) a kvasnic (*Saccharomyces cerevisiae*)
2. nejrozšířenější polysacharid na zemi (po celulose).
Komerčně z krunýřů mořských bezobratlých (po odstranění bílkovin)

deacetylací ⇒ **chitosan**



chitosan
hlavní podíl glukosaminu
⇒ rozpustný ve vodě, nerozpustný v zásadách

tvoří viskózní disperze;
jako chitin nestravitelný, navíc snižuje hladinu cholesterolu a tuků v séru;
emulgátor margarínů, zahušťovadlo, farmacie, kosmetika

doplněk k hubnutí, ale také nosič léčiv

funkce vlákniny	rozpustná	nerozpustná
regulace digesce a absorpce sacharidů v tenkém střevě	★	
regulace absorpce tuků a cholesterolu v tenkém střevě	★	
vazba žlučových kyselin na přechodu tenkého-tlustého střeva	★	★
vazba vody a zvětšení střevního obsahu	★	
substrát pro sacharolytické bakterie (které ji fermentují na krátké mastné kyseliny)	★	
naředění toxického obsahu střeva	★	★
úprava doby průchodu tráveniny	★	★

polysacharidy

příjem vlákniny

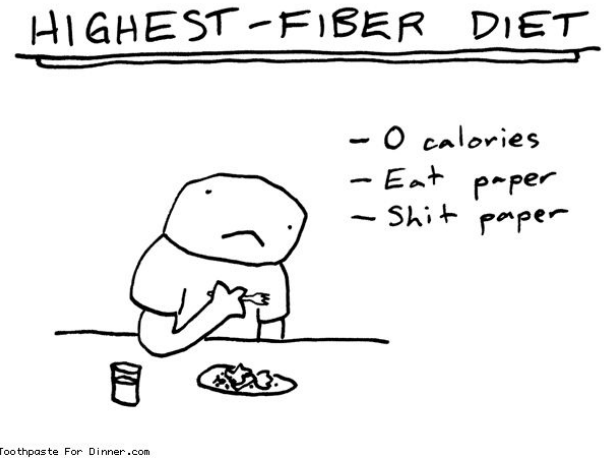
nízký příjem do jisté míry civilizační choroby

průměrný příjem v Česku 12 g/den
(98 % populace < 25 g)
v USA: 15 g

doporučený denní příjem: **30 g**
rozpustná:nerozpustná **1:3**

vláknina dříve jako balastní látka, snaha o omezení,
první omezení vlákniny v chlebu na přelomu 18/19.stol, Napoleonův kuchař Parmentier. Bílý chléb získal převahu až v minulém století. Během ve 20. století velká proměna stravovacích návyků

Studie: vláknina je hlavním faktorem nižšího výskytu střevních chorob (zejm. kolorektálního karcinomu) africké oproti evropské populaci



Doporučená	30 g/den
Aktuální příjem	do 20 g/den
Čínský venkovan	80 g/den
Paleolitický člověk	nad 100 g/den
Původní Američané (před 100 lety)	nad 100 g/den
Africký venkovan	120 g/den
Lovci/sběrači	127 g/den
Šimpanzi	nad 200 g/den

ZDROJ VLÁKNINY

Tvrzení, že se jedná o potravinu, která je zdrojem vlákniny, a jakékoli tvrzení, které má pro spotřebitele pravděpodobně stejný význam, lze použít pouze tehdy, obsahuje-li produkt alespoň 3 g vlákniny na 100 g nebo alespoň 1,5 g na 100 kcal.

S VYSOKÝM OBSAHEM VLÁKNINY

Tvrzení, že se jedná o potravinu s vysokým obsahem vlákniny, a jakékoli tvrzení, které má pro spotřebitele pravděpodobně stejný význam, lze použít pouze tehdy, obsahuje-li produkt alespoň 6 g vlákniny na 100 g nebo alespoň 3 g na 100 kcal.

SZPI: Výživová a zdravotní tvrzení

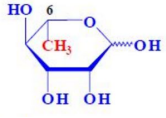
pektiny

- značně **polydisperzní polysacharidy**
- obsaženy **v pletivech vyšších rostlin**
- **ovlivňují texturu** ovo-zel
  - ovoce ~1 % (hodně: jablka, slívy, rybíz; málo: třešně, borůvky <0.5 %)
  - zelenina max 0.5 % (mrkev, rajčata)
- gely málo viskózní (nevyužívá se k zahušťování), viskozitu zvýší sacharóza a Ca^{2+}

Strukturu tvoří **tři domény:**

a) **polygalakturonát**, částečně esterifikovaný methanolem a acetátem (25-100 jedn., až 75 % esterifikováno)

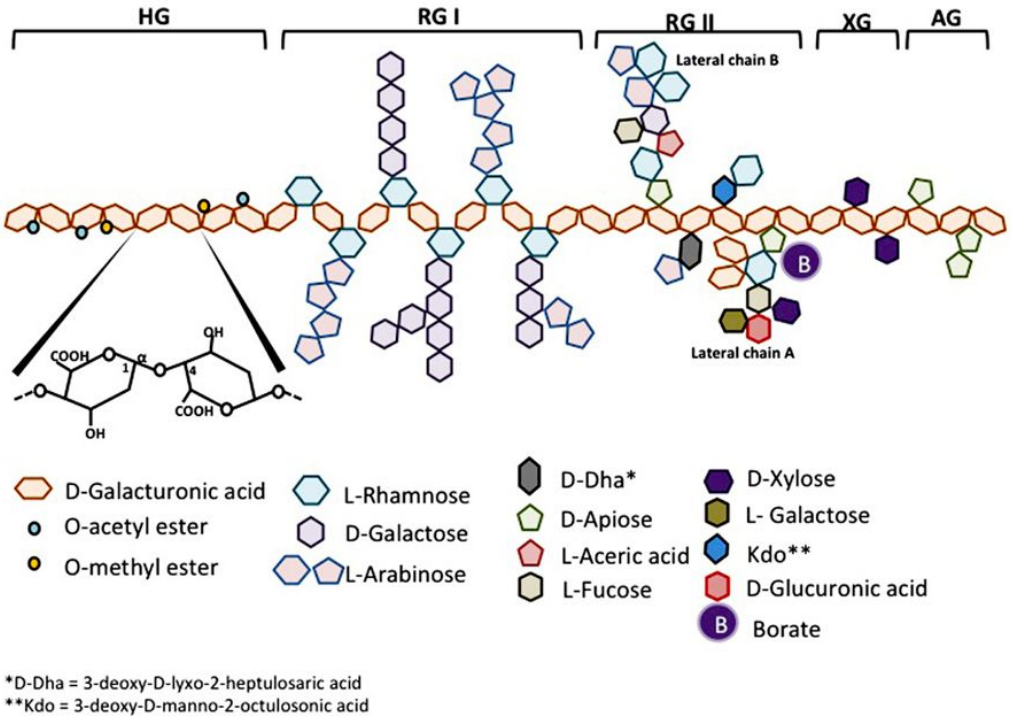
b) **rhamnogalakturonan I**



slepé větve zakončene rhamnózou (její celk. obsah 1-4 %).
Také arabinóza a galaktóza.

c) **rhamnogalakturonan II**

obsahuje navíc další další cukerné zbytky, řetězce zesítěny kyselinou boritou



Anti-cancer activities of pH- or heat-modified pectin.
Lionel Leclere, Pierre Van Cutsem and Carine Michiels.
Front. Pharmacol. 2013

pektiny

Enzymatická hydrolýza pektinových látek

nativní enzymy ovoce i zeleniny (pektinesterasy, pektindepolymerasy), v kyselém i alkalickém prostředí
hydrolýza esterových vazeb → nízkoesterifikované pektiny (**pektové kyseliny**),
reagují s Me^{2+} kationty → **spontánní želírování** (ovocné šťávy), tvrdnutí (brambory, květák)

enzymy lze inaktivovat teplem, za cenu změny chuti

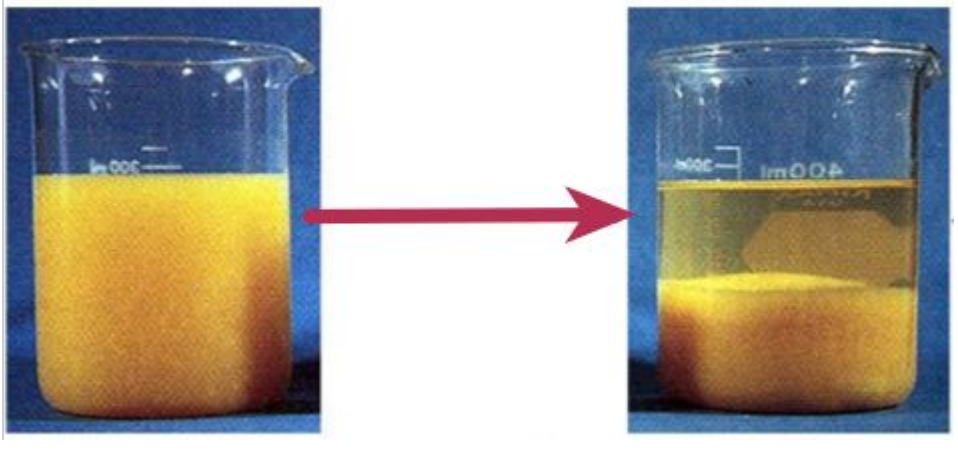
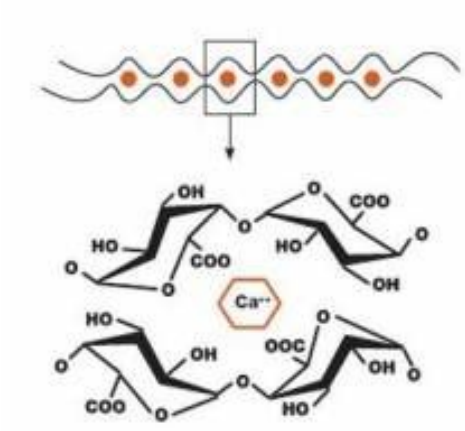


foto: Food chemistry (lecture). Dr Boominathan.

pektiny

nízkoesterifikovaný pektin (množství COOH skupin)

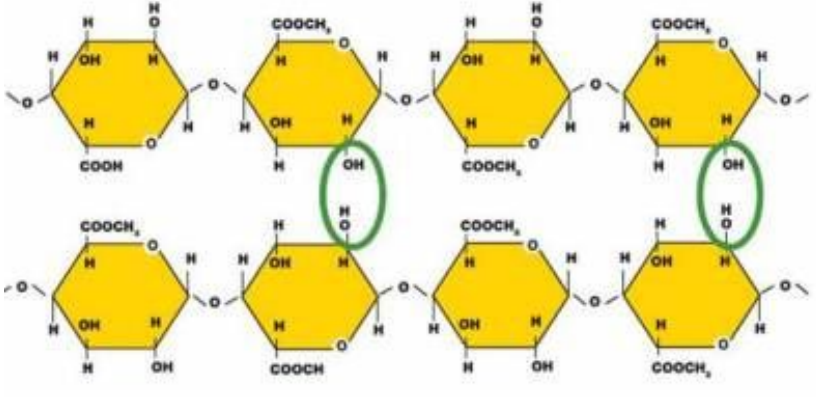


Tvorba gelů závisí na esterifikaci pektinu. Vysoceesterifikované pektiny (>50%) tvoří **gely s cukrem v kyselém prostředí**. Uchovávají strukturu i po ochlazení.

Tvorba pektinových gelů:

- **cukr** váže vodu, dehydratuje pektin
- **kyseliny** potlačují disociaci COOH skupin. Čím více skupin esterifikováno, tím méně kyselin je k tvorbě gelu třeba.
  - rychle želírující pektiny tvoří gely při pH ~3.3
  - pomalu želírující při ~2.8
  - nízkoesterifikované (<50 %) pektiny vyžadují k želatinaci přítomnost Ca^{2+} iontů. Jsou však termoreverzibilní.

vysoceesterifikovaný pektin



grafika: silvateam.com

Zásadní složky marmelády

Pektiny

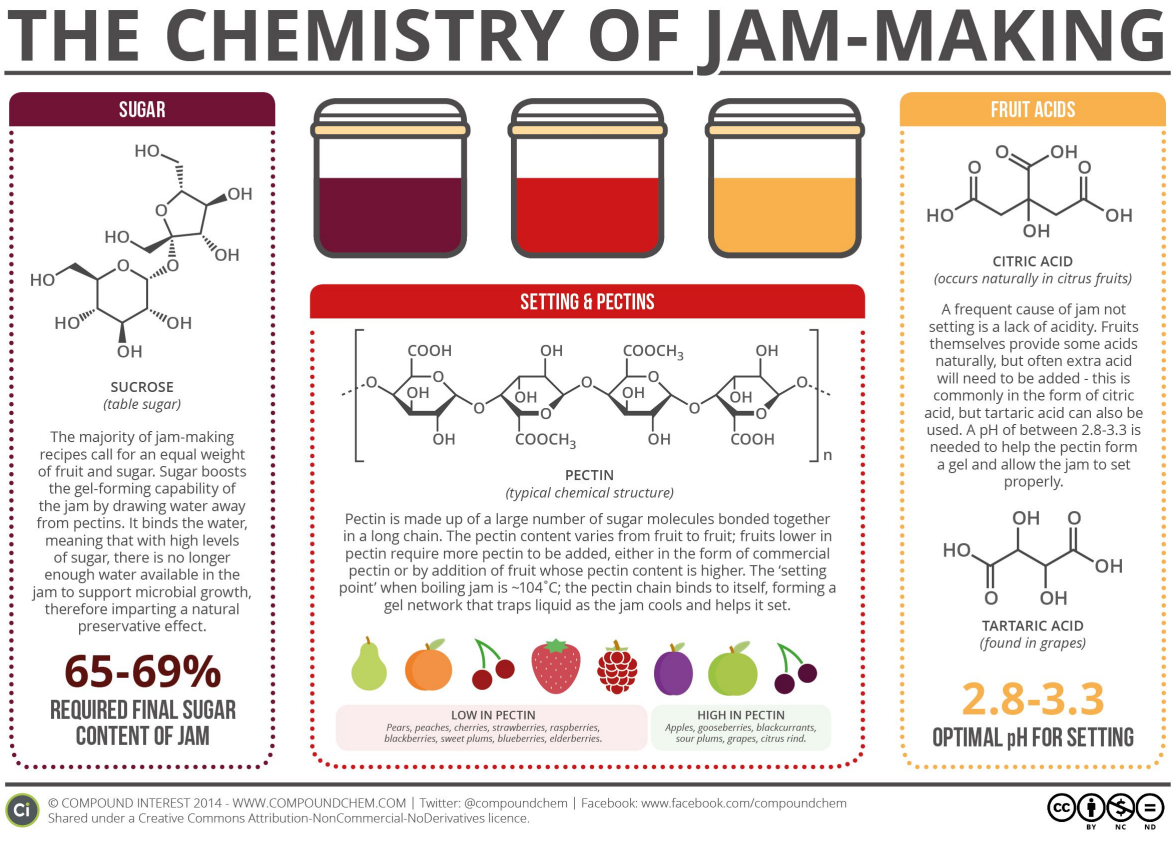
Vařením jsou uvolněny ze slupek a jader a vzájemně se spojují do gelové sítě. Gel váže vodu a zůstává stabilní i po ochlazení (není termoreverzibilní). Obsah pektinu v ovoci se různí (někdy třeba přidat jiný druh či želírovací směs)

Cukr

Důležitý pro chuť i samotný vznik marmelády. Poměr s ovocem asi 1:1. Váže vodu, což vede k většímu síťování pektinu (nejsou rozpuštěny). Snížení aktivity vody také zabraňuje bakteriálnímu růstu.

Kyseliny

Ionizace pektinových COOH skupin působí repulzi molekul → snížení pH ji omezuje. Množství přirozených kyselin (citronová, jablečná, vinná) většinou nestačí.



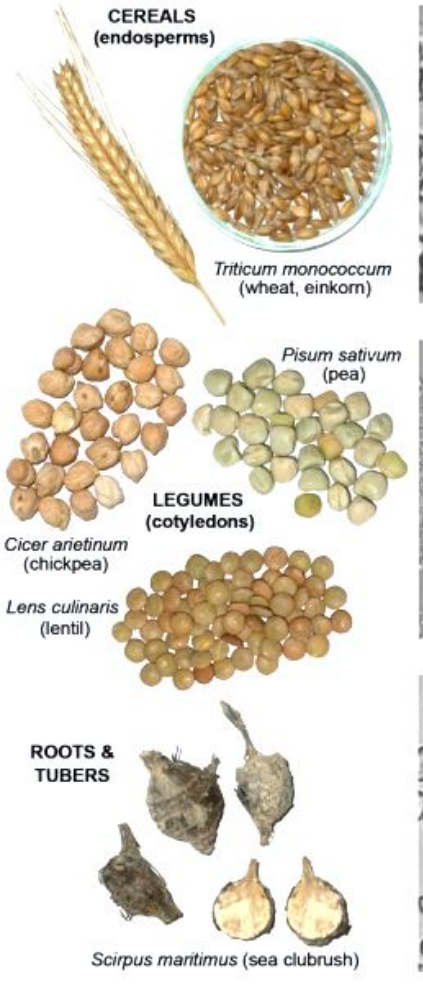
škrob

amylum, starch

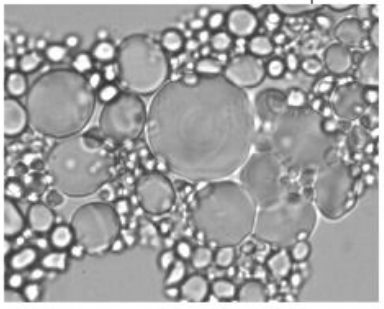
- hlavní zásobní PS rostlin
- v plastidech - organelách v cytoplazmě(zde i biosyntéza)
  → přes den v pletivech fotosyntézou *přechodný škrob*,
  → v noci je zdrojem sacharózy
  → syntéza zásobního škrobu v amyloplastech
  → skladování v micelách: *škrobová zrna* (granule)

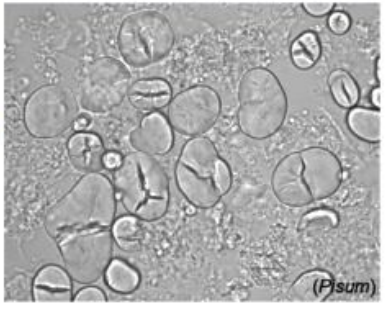
struktura škrobu

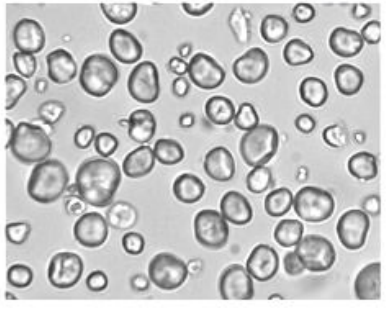
- **amylosa**
- **amylopektin**
  obvykle v poměru 1:3, ale i speciální odrůdy
  - amyloškroby
  - voskové odrůdy (víc amylopektinu)



bimodální distribuce granulí cereálních škrobů 20 a 5 μm





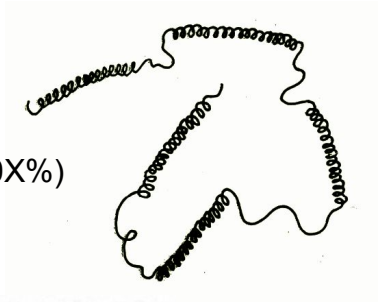


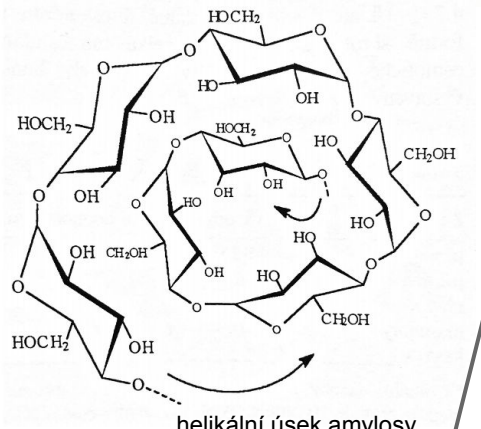
škrob

základní složky škrobu: homopolysacharidy amylosa a amylopektin

Amylosa

α-D-(1→ 4)-glukan
lineární molekula
1000-2000 jednotek
částečně esterifikována P (0.0X%)

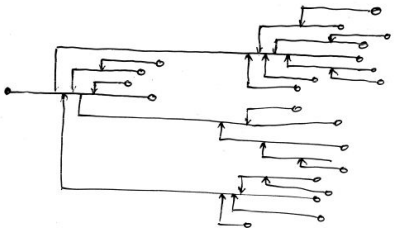




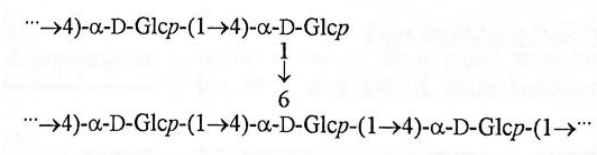
helikální úsek amylosy

Amylopektin

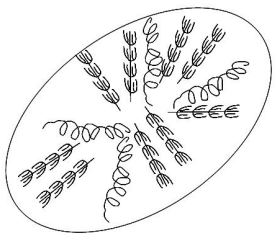
D-glukóza (1,4) a (1,6)
větvení po 10-100 jedn.
částečně esterifikován



stupeň polymerace 50k až 1M
větvená struktura A(vnější řetězec),B(vnitřní),C(hlavní)



větvení amylopektinu



ukládaná forma: škrobová zrna

škrob

zdroje a výroba škrobu

u nás:
brambory, obiloviny

jinde také:
sladké brambory,
tapioka~maniok~cassava

ovoce, semena:
banány, kaštany, oříšky

Rostlina	obsah škrobu (%)
Rýže	70-80
Brambory	17-24*
Ječmen	52-62
Pšenice	59-72
Žito	52-57
Kukuřice	65-75
Fazole	46-54

*tzn. v sušině až 85 %

maniok jedlý

škrob

výroba z brambor

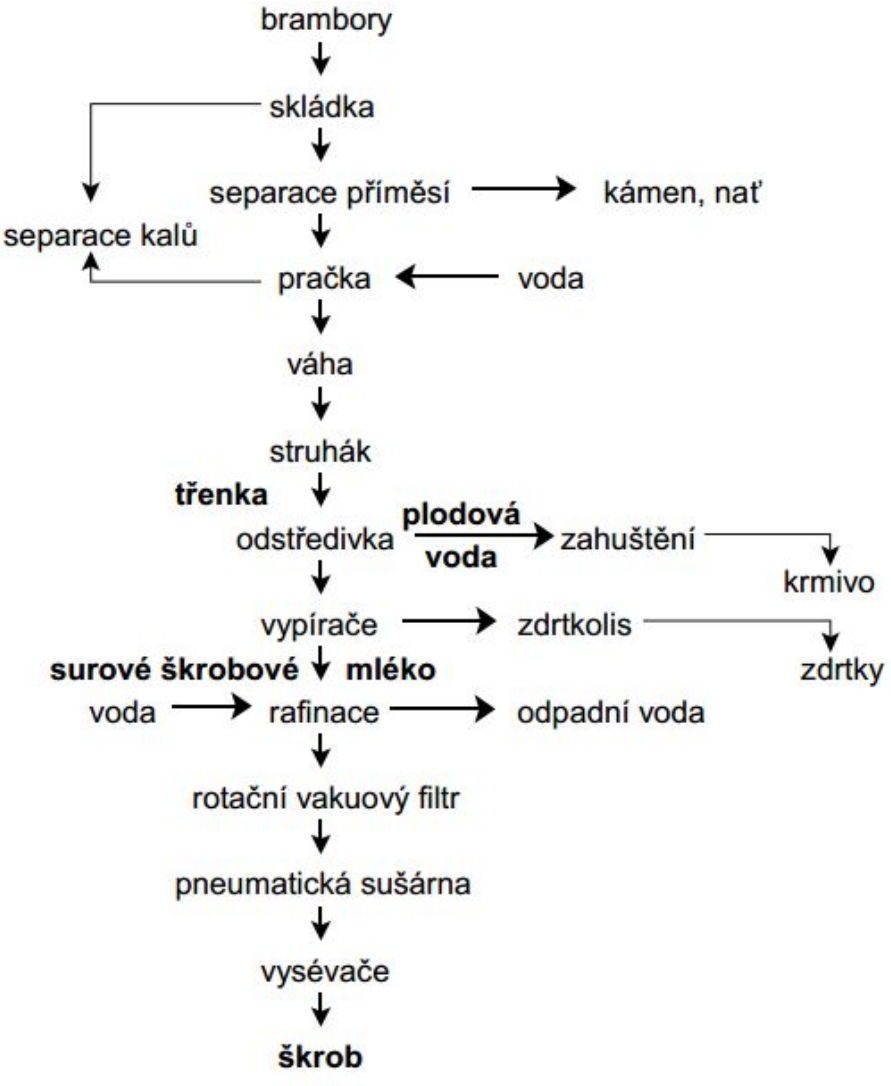
zrna v amyloplastech volná, nevázaná

⇒ jednoduchý postup

hustota ~ 1,6 g/cm^3

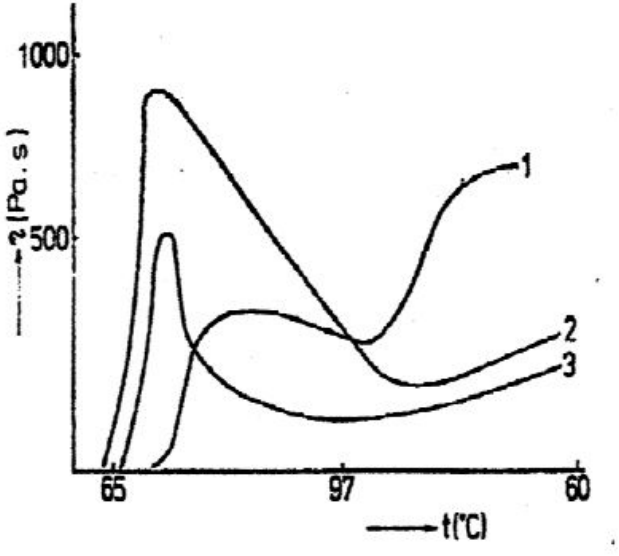
→ dekantace

→ čistý škrob



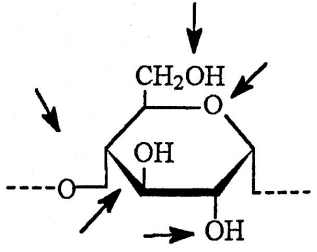
škrob

mazovatění, želatinace



viskogram:
pšeničný (1), bramborový (2), kukuřičný škrob (3)

imbibice: cca 0,2 g vody na 1 g škrobu beze změny objemu



místa interakce glukanů s vodou.
Na 1 Glc připadá 1,5 vody

Záhřevem roste absorpce vody (vratná), než nastane **botnání**.
Po dosažení teploty cca 60 °C rozrušování mezimolekulárních vodíkových můstků (počáteční **želatinační teplota**)
→ **želatinace**

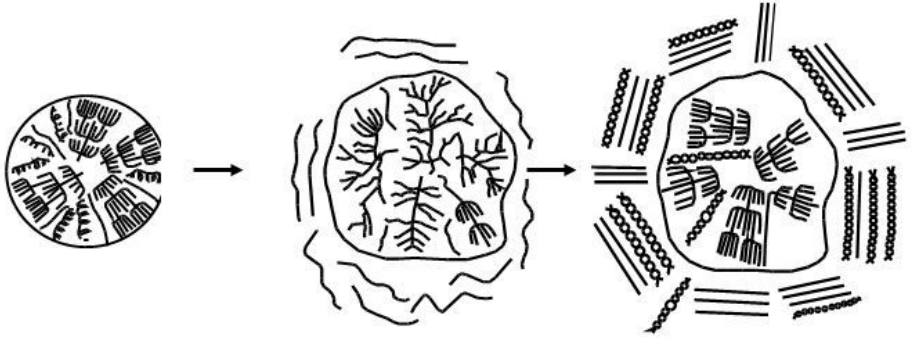
nevratný proces: prudké zvětšování objemu zrn, hydratace nových skupin, amylosa difunduje do roztoku → **škrobový maz** (=kolapsovaná, mnohonásobně zvětšená zrna [1g až 200ml] obklopená amylosou)

se zvyšující teplotou pokračuje hydratace, zrna ztrácejí integritu (rozmezí teplot 10–15 °C). Nad teplotou mazovatění hydratace pokračuje natolik, že vodíkové můstky jsou zpřetrhány a dochází k **desintegraci zrna**

zchlazení: **škrobový gel** (obnova H-vazeb, podle stupně degradace, poměru PS, =želatinované granule v matrici tvořené amylosou)

škrob

mazovatění, želatinace - retrogradace



nativní škrob želatinace retrogradace

Ochlazování

• vzniká škrobový gel: spojitá, pevná trojrozměrná síť, obsahující velké množství vody, viskozita roste (viskózní pasty)

Retrogradace

• škrobový gel po čase mění strukturu a reologické vlastnosti, vznik dvoufázového systému pevná látka-kapalina
• další tvorba intermolekulárních vodíkových vazeb (přednostně u amylosy)
• závislá na obsahu vody (20-90%, nejvíc ~50)

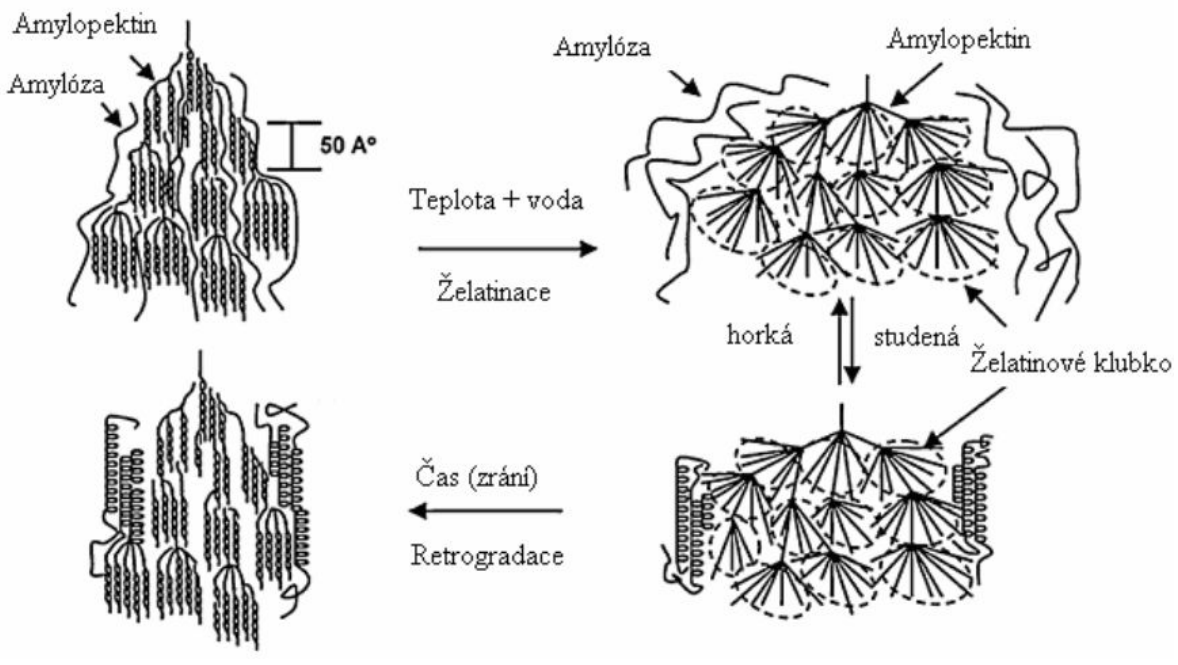
Podle teploty:

pod -5 °C	retrogradace inhibována
-5 až 25 °C	vysoká míra retrogradace
> 30 °C	potlačení retrogradace
> 65 °C	žádná retrogradace

mražené potraviny: vysoký poměr amylopektinu

škrob

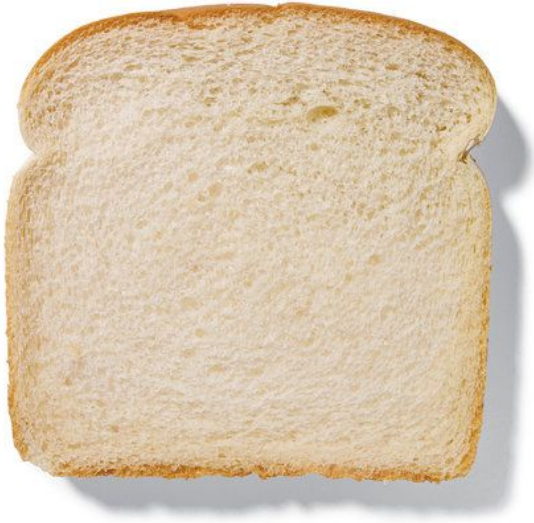
mazovatění



škrob

změny při pečení

?



škrob

změny při pečení chleba

- cca 10% část škrobových zrn poškozena mletím
- **enzymová hydrolýza** při kynutí: α a β amylasy
  - **amylosa**

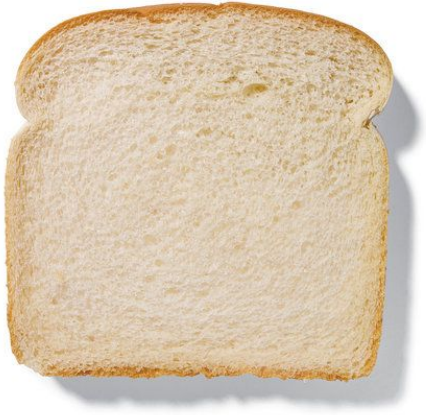
    α-amylasa (dextrinogenní) štěpí 1→ 4 vazby

    → Glc, maltosa, limitní α-dextriny

    β-amylasa (sacharogenní) odštěpuje maltosu
  - **amylopektin**

    α i β-amylasy: → limitní β-dextriny (dále je štěpí pullulanasa, isoamylasa)

    vazby α(1→6) nejsou štěpeny



- **štěpení amylasami i při vysokých teplotách** (pumpernickel)
- **želatinace** (rozsah podle obsahu vody, lipidů, emulgátorů)
- vliv obsahu tuku a oleje: zpomaluje botnání a želatinaci (bílé pečivo obsahuje méně tuku a želatinuje víc)
- kůrka: **pražné dextriny**: α-(1→ 6) a etherové (6→ 6) vazby. (160°C+: neenzymová hydrolýza a následná kondenzace)
- **retrogradace → tvrdnutí chleba** (krátkodobá reželatinace rozpečením)

Stárnutí pečiva

zahrnuje **různé děje**:

- kůrka tuhne a stává se žmoulavá
  vlhkost prochází z chleba ven skrze kůrku
- chléb celkově schne
- ztrácí se aroma
  vonné látky vytěkají a/nebo jsou vázány na škrob, částečně uvolnitelné zahřátím
- střídka bělá a průhlední
  škrob retrograduje

měkké pečivo bývá běžně v plastu - dobře uchová vlhkost

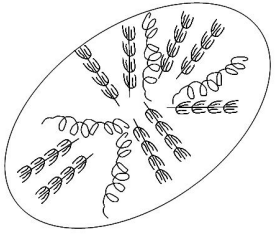
Křupavé pečivo se prodává v papíru. Francouzská bageta vydrží do večera křupavá v papírovém pytlíku, během pár dní ale zkamení.

způsoby uchování pečiva

- papírový pytlík
  pečivo zůstává křupavé, ale brzy tvrdne, nemožnost rozpéct.
- plastový obal
  uchová vlhkost za cenu ztráty křupavosti, lze rozpéct
- mraznička
  dvojité zabalení: dlouho vydrží, po rozpečení jako nové; pozvolna rozmrazit, v předehřáté troubě rozpéct, rozkroje zakrýt
- lednička: špatně

škrob

vaření těstovin, rýže



vařením těstovin se amylosa uvolňuje do roztoku

→ slepování

prevence:

přídavek monoacylglycerolu či emulgátoru (emulgace amylosy)

proprání (odstranění přebytečného škrobu)

malé množství soli (omezení želatinace)

škrob

další potraviny

konzervace nezralého ovoce a zeleniny

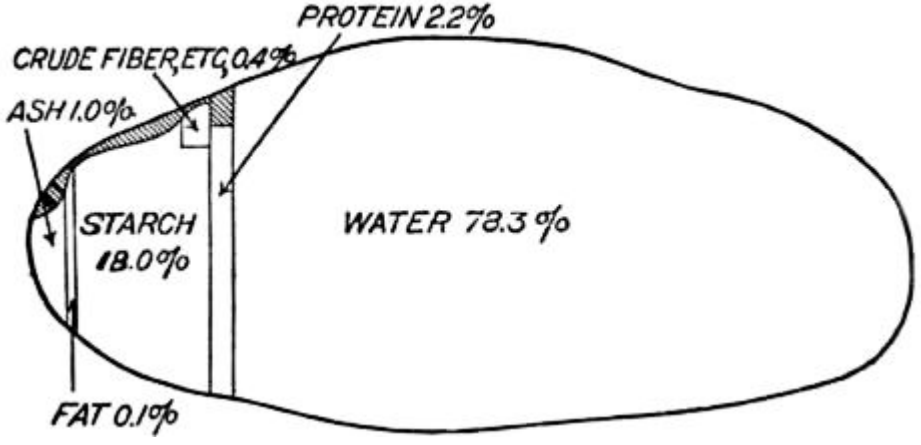
jablka, hrášek: často husté **kalné nálevy**

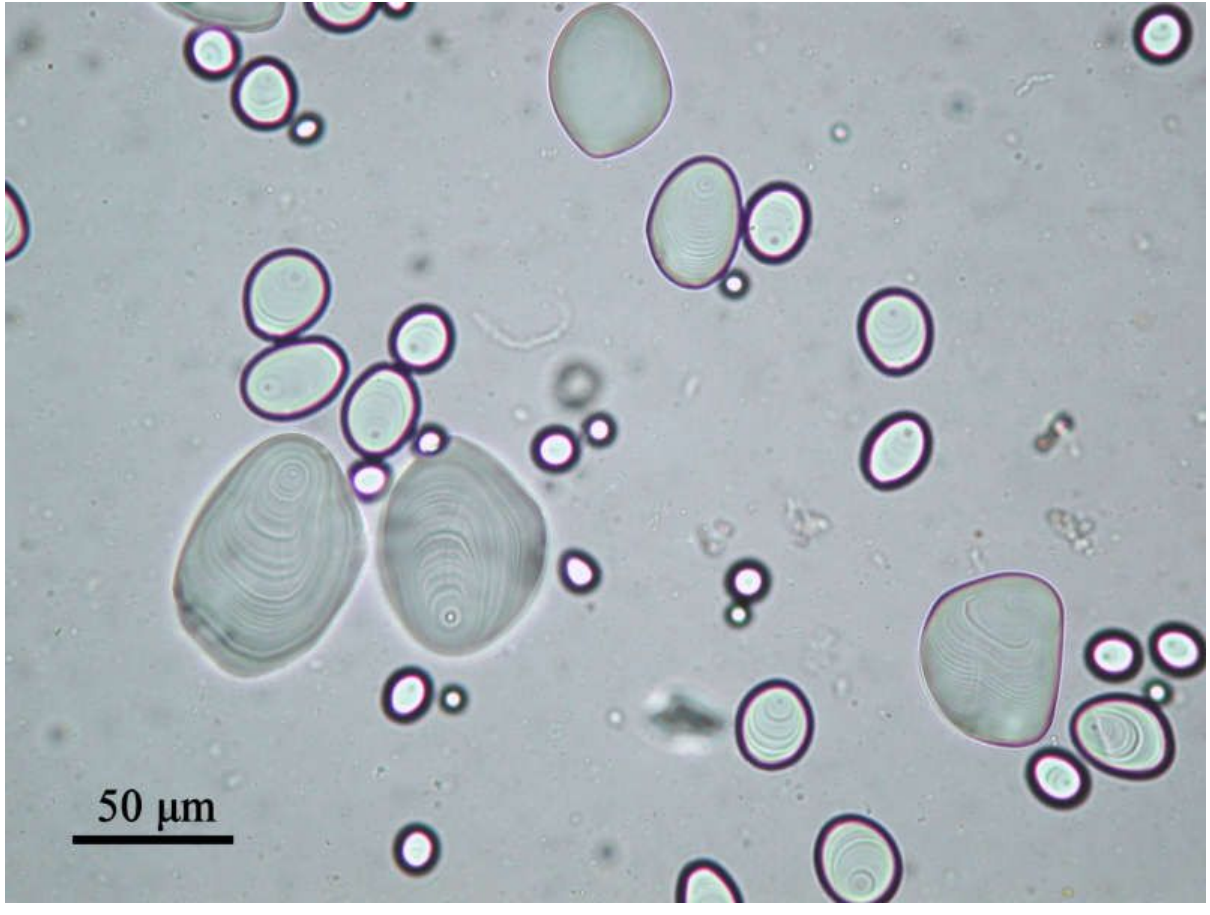
kyselé prostředí: hydrolýza škrobu → méně viskózní roztoky

delší ohřev okyselených pudinků s ovocem → **řídnutí pudinku**

ztekucování dresinků, majonéz: enzymy zeleniny

konzervace nezralého ovoce může způsobit zakalení kvůli obsahu škrobu


PROTEIN 2.2%
CRUDE FIBER, ETC. 0.4%
ASH 1.0%
STARCH
18.0%
WATER 78.3 %
FAT 0.1%



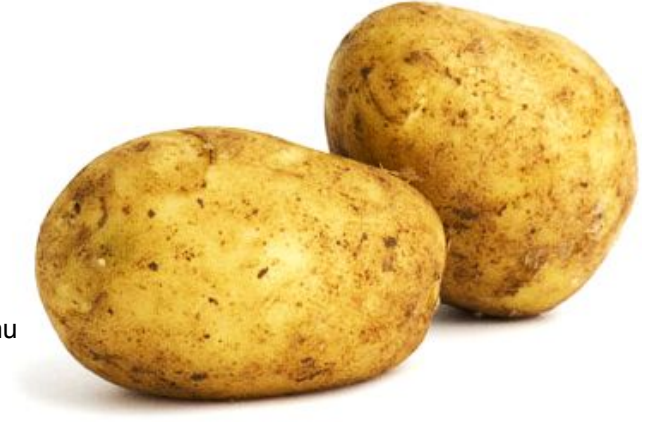
Škrobová zrna brambor mají velikost 15 až 50 µm. Nativní škrob poměrně rezistentní, mazovatěním při vyšších teplotách se stravitelnost výrazně zvyšuje.

škrob

brambory

1 porce (170 g) ~ 6 % denní doporučené energie ze sacharidů

nativní b.škrob málo stravitelný



složení

hlavní polysacharid: **škrob**

vláknina (převážně ve slupce)

bílkoviny cca 10 %, vhodné složení (83 % IEAA), hodně Lys na rostlinu

vitaminy (**vit.C** ~ 50 % v jedné porci)

minerální látky (hlavně **K**)

škrob

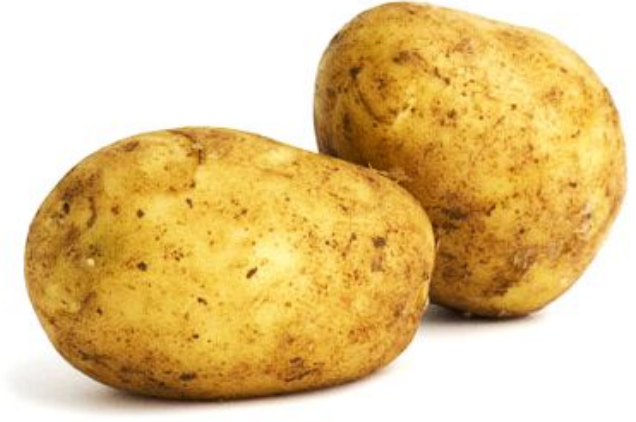
přemrzlé brambory

skladování kolem bodu mrazu ⇒ **enzymová hydrolýza**

škrob → oligo- a monosacharidy (až 7 %)

sladká chuť, hnědnutí při smažení

odstranění sladké chuti: skladování několik dní při **~ 20 °C**



škrob
výživové hledisko

škrob = využitelný sacharid

enzymy

α-amylasa: sliny, pankreatická isoamylasa α-(1→ 6)

trávení v tenkém střevě

většina škrobů rychle nebo pomalu stravitelná

Některé však nezpracovatelné pro enzymy → nevyužitelné

retrogradací škrobu +1% rezistence (→ MO)

klasifikace a příklady stravitelných a rezistentních škrobů:

Typ škrobu	Trávení v tenkém střevě	Zdroj
rychle stravitelný	úplné	čerstvě vařené škrobnaté potraviny
pomalu stravitelný	pomalé, ale úplné	většina syrových cereálií
rezistentní		
fyzikálně nedostupný	pomalé, částečné	částečně rozemletá zrna a semena
rezistentní granule	pomalé, částečné	syrové brambory a banány
retrogradovaný	částečné nebo zcela rezistentní	tvrdý chléb, staré vařené brambory, kukuřičné lupínky

škrob
využití škrobu

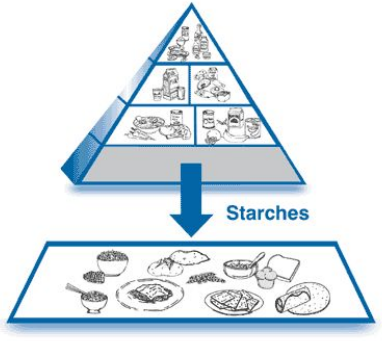
v potravinách (textura, funkční vlastnosti)

- zahušťovadla a plnidla
- želírující látky
- poutače vody
- náhrada tuků
- nosič vonných látek
- stabilizátory emulzí a pěn

používané formy: nativní zrna, dispergované, sušené disperze

surovina pro výrobu **cukrů** a jejich derivátů,

surovina pro výrobu **modifikovaných škrobů**



50:50 potravinářství : průmysl

průmyslové aplikace škrobů

- papírenství
- textilnictví
- farmaceutika
- stavebnictví
- kosmetika

škrob
modifikované škroby

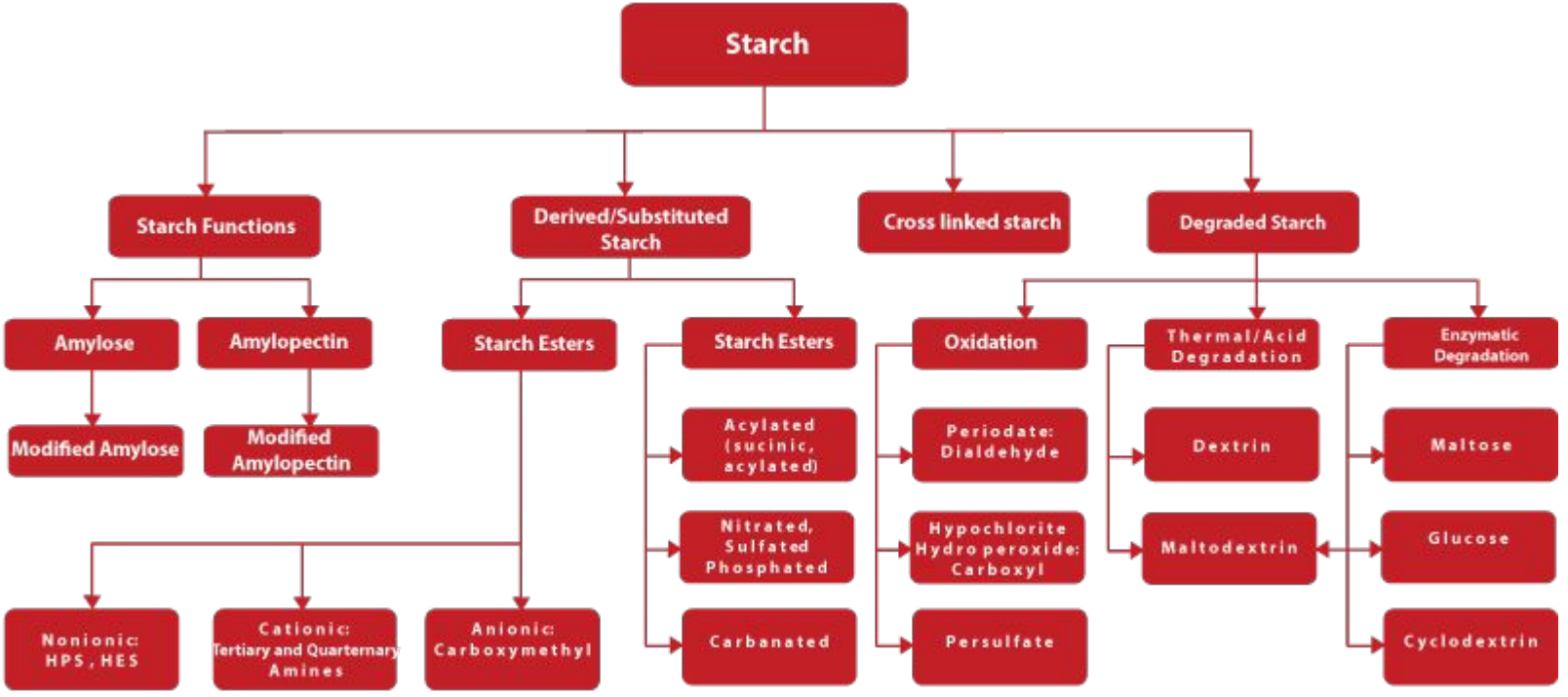
omezující vlastnosti nativních škrobů

- nerozpustné ve studené vodě
- v kyselém prostředí hydrolyzují
- viskozita mazů je vysoká → gumovité
- amylosové gely rigidní, kalné, retrogradující
- voskové gely jsou zase měkké, kalné

modifikované škroby

- **přeměněné**
  hydrolyzované, oxidované
- **zesítěné**
- **substituované**
  estery, ethery

škrob
modifikované škroby



škrob

modifikované škroby - přeměněné

a) kyselou hydrolýzou: škroby modifikované kyselinami
b) oxidací: bělené a oxidované škroby
c) záhřevem: dextrinované škroby

kyselá hydrolýza

zahřívání koncentrovaných disperzí se zředěnými kyselinami (HCl, sírová)

štěpení části amylosy i amylopektinu

→ **rozpustný škrob**,
granule botnají i ve studené vodě

hydrolyzované škroby:
- méně viskózní disperze (možno větší c)
- plnidla, náhrady tuků
- cukrovinky, pudinky, dropsy

oxidace a bělení

malým množstvím peroctové / peroxidu / chlornanu sodného / manganistanu draselného

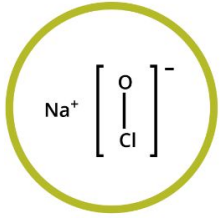
bělení: odstranění doprovodných barevných látek

oxidace:
na C-6 → karbonyly až karboxyly
na C-2 a 3 → dikarboxylová kyselina
vznikají oxidované škroby:
- čiré tekuté soly
- nižší viskozita
- snížená tendence retrogradovat

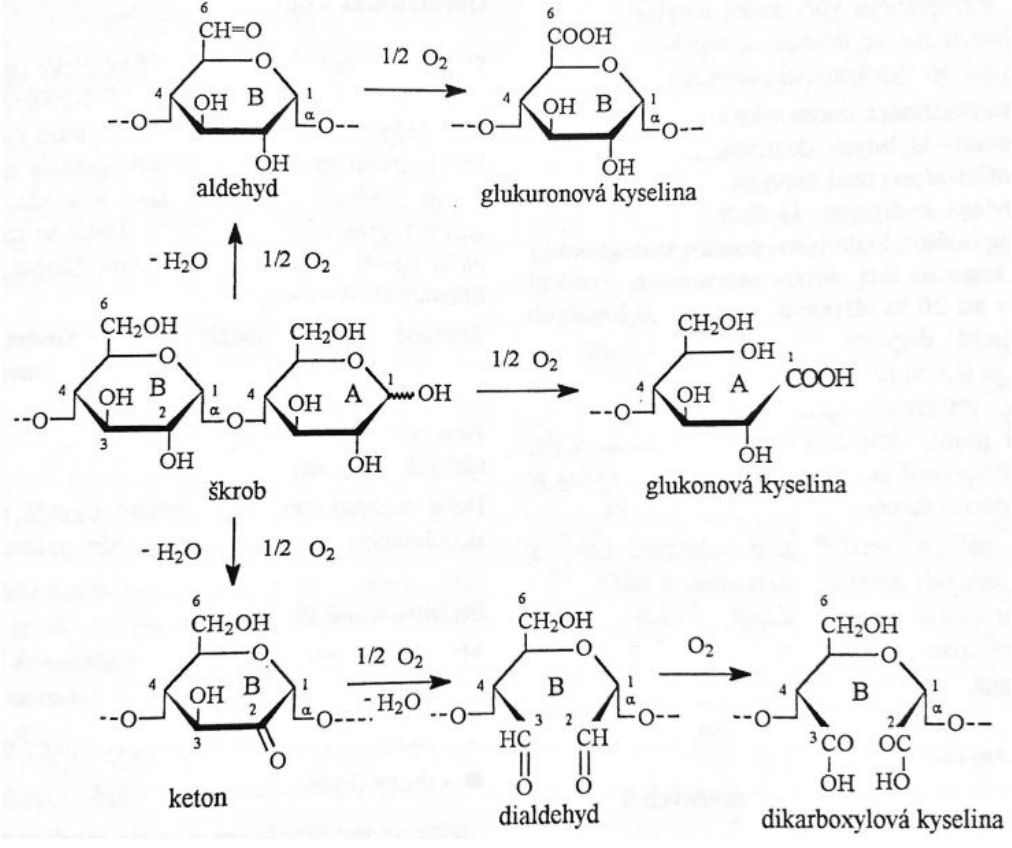
použití jako hydrolyzované, + lepší adheze

škrob

modifikované škroby - přeměněné - oxidace



Chlornan sodný NaClO je silné oxidační činidlo. Je součástí dezinfekcí, bělicích prostředků i bazénové chemie. Po smíchání s vodou vytváří silně oxidující kyselinu chlornou.



E 1404
oxidovaný škrob

Moramyl OXB (=bramborový)
papírenství: klížení, vytvrzování, úprava povrchů

Moramyl OXP (=pšeničný)
sádrokartonové desky, zahušťovadlo, stabilizátor, želé cukrovinek, obalování masa a ryb, textilní průmysl (šlichtování)


Sojanéza Kalma


Linecké rohlíčky polomáčené s ovocnou náplní


Veganline rostlinný sýr uzený

škrob
modifikované škroby - přeměněné

dextrinované škroby

zahříváním nativních a mírně okyselených škrobů (HCl, fosforečná, sírová) na 100-200 °C, min.-hod.

reakce: hydrolýza, transglukosidace, desintegrace

→ bílé dextriny
- nejkyselejší prostředí, krátký ohřev, převládá hydrolýza
- viskózní, tendence retrogradovat

→ žluté dextriny
- rozpustné ve studené vodě
- hydrolýza→transglukosylace→polymerace (→20% větv.)

→ britské gumy (nejméně kyselé prostředí)
- nejméně kyselé prostředí, transglukosidace (→25% větv.)
- rozpustné ve studené vodě, adhezivní látky, povrchy cukroví, enkapsulace

adhezivní látky (povrchy), nosiče aromat a nerozp. aromat

škrob

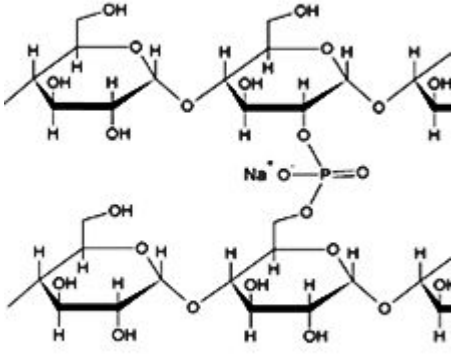
modifikované škroby - zesíťené

zesítěné škroby

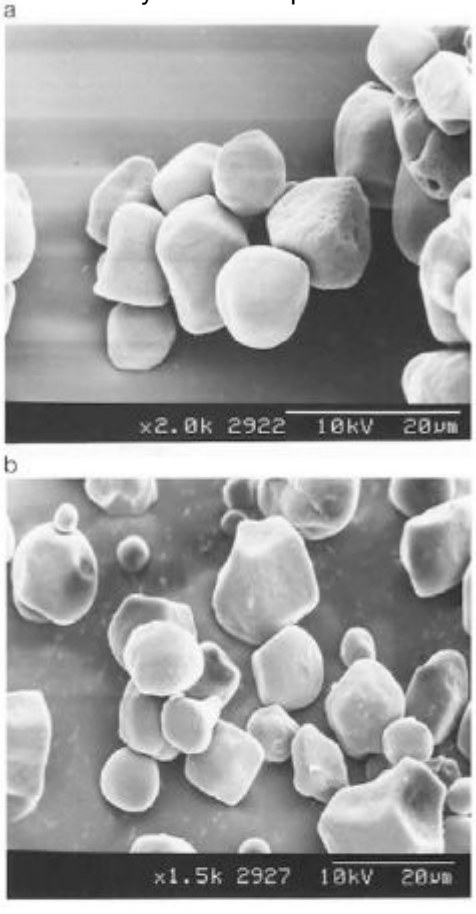
dva hlavní typy:
-adipáty (od kys. adipové)
-fosfáty

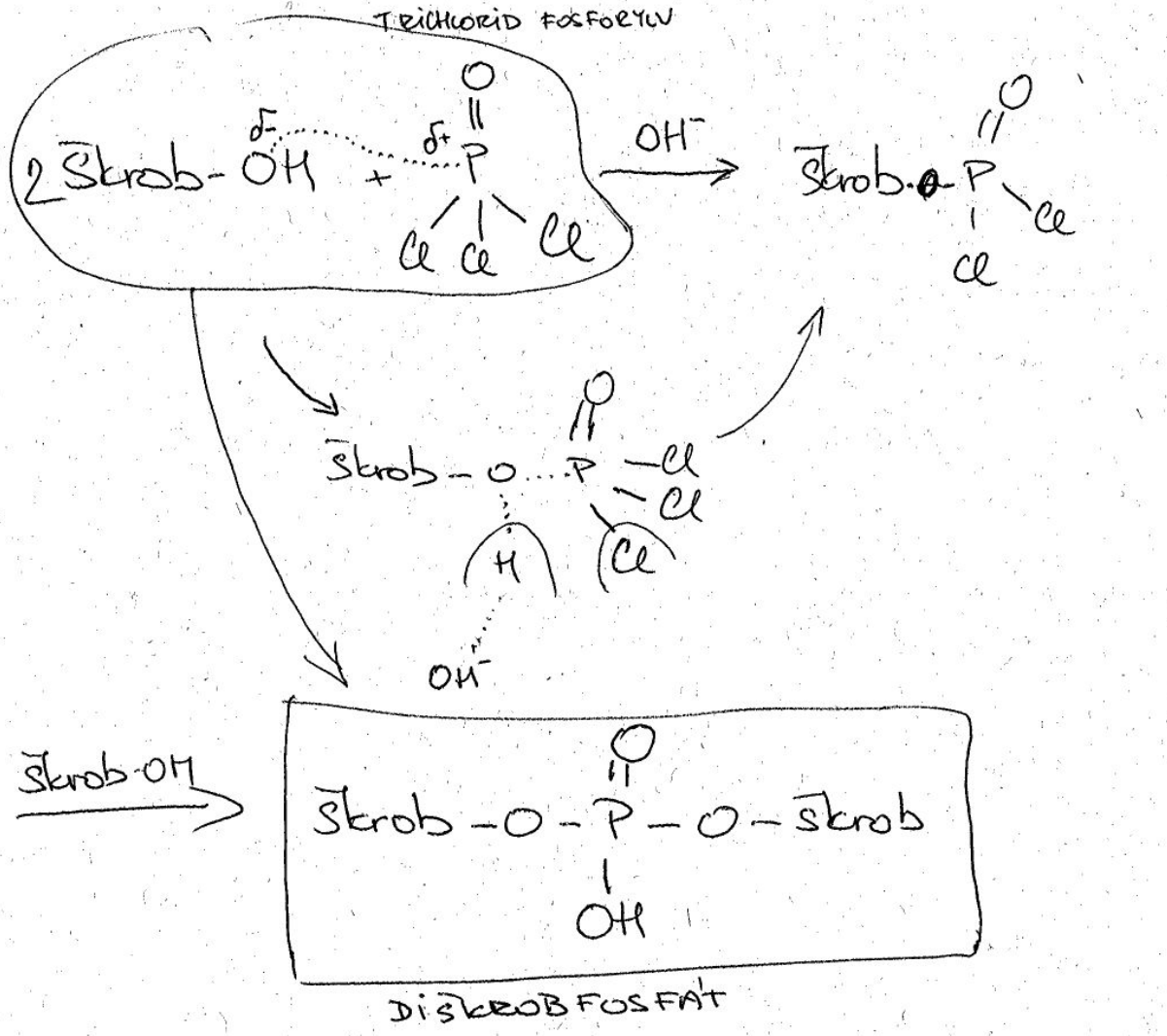
reakce → **příčné vazby**
příčná vazba za 1-2k glu jednotek
přesto **rheologické změny**
integrita zbotnalých granulí

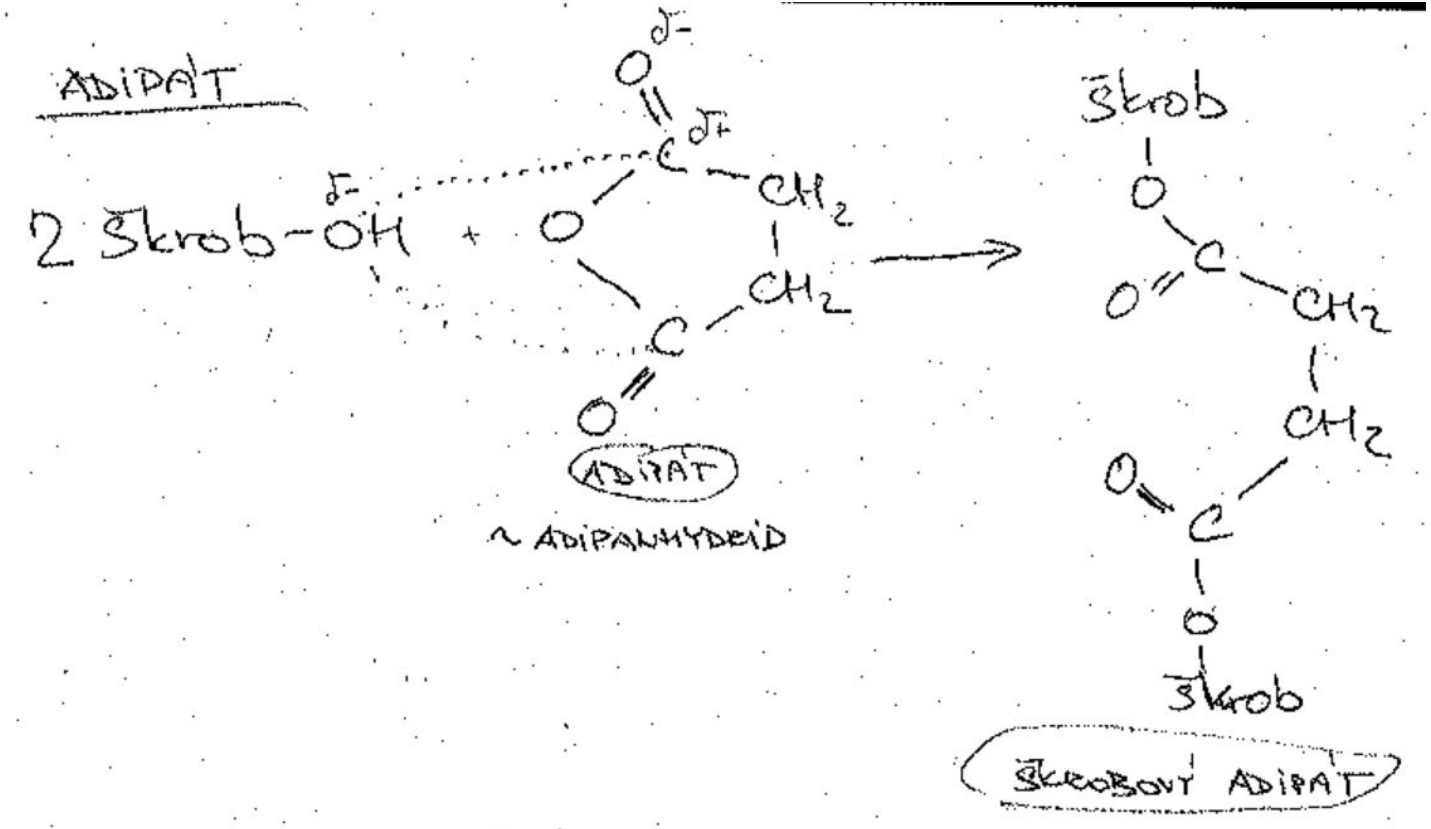
tvoří **nekohezní** pasty
→ zahušťování omáček, polévek
→ náplně pečiva
+ textilní průmysl



a) nativní, b) zesíťovaný škrob pod elektronovým mikroskopem




TRICHLORID FOSFORYLU
2 Skrob - OH
OH⁻
Skrob - O - P
Skrob - O ... P
H
OH⁻
Skrob - OH
Skrob - O - P - O - Skrob
OH
DISKROBFOSFÁT


ADIPÁT
2 Skrob-OH
ADIPÁT
~ ADIPANHYDRID
Skrob
Skrob
SKROBOVÝ ADIPÁT

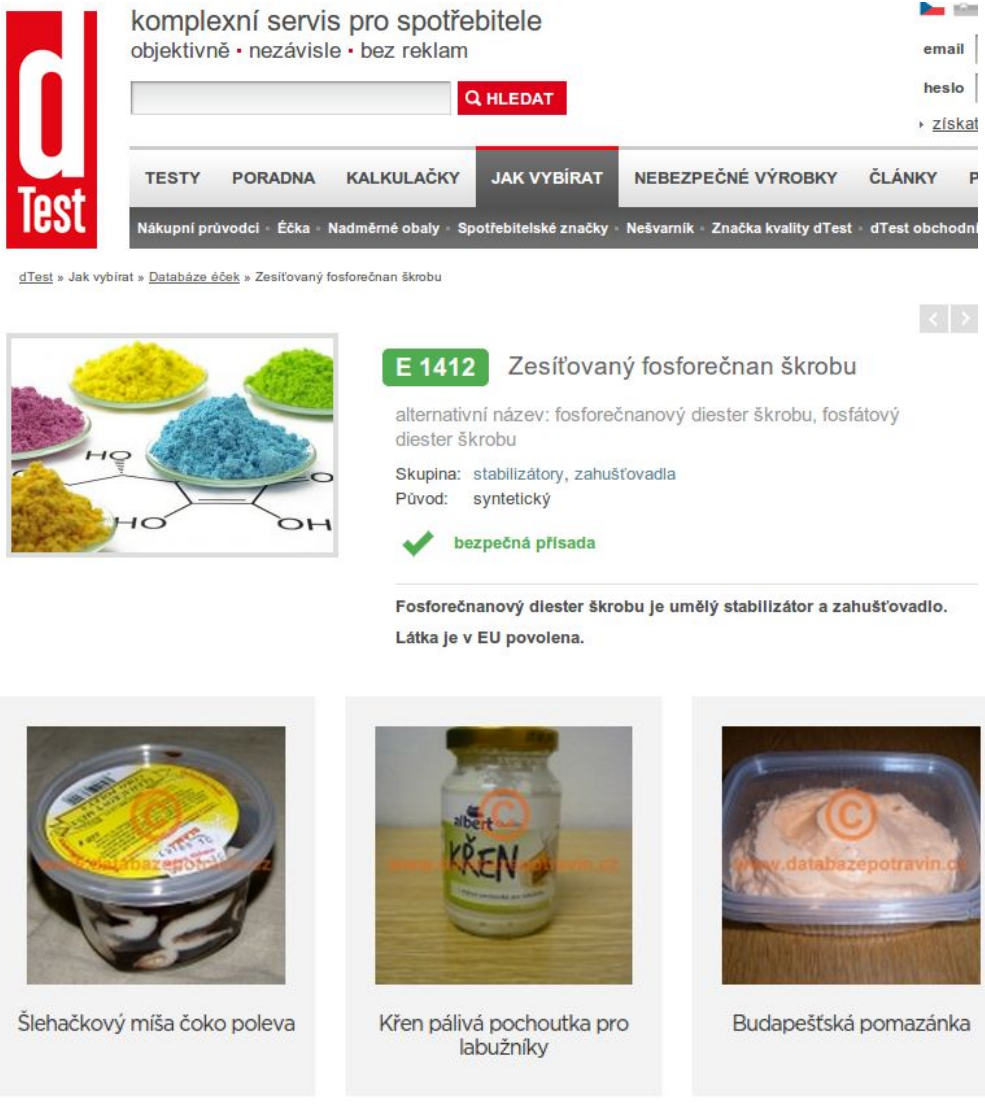
škrob

modifikované škroby - zesítěné

E 1412
fosforečnanový diester škrobu
diškrobfosfát

Moramyl ZB (=bramborový)
mod. škrob rozpustný za studena, masové konzervy, paštiky, majonézy, náplně

Moramyl ZBH (=bramborový)
mod. škrob rozpustný za tepla, marmelády, dresingy, masná výroba



škrob
modifikované škroby - stabilizované

stabilizované škroby

substituce -OH skupin:
estery (acetáty, fosfáty, estery vyšších MK)
ethery (hydroxyalkylethery)

z nativních nebo modifikovaných škrobů

~ 2.5 % acetylových skupin
snížení želatinační teploty, stabilita vůči retrogradaci, stabilita v kyselém prostředí

ethery

stabilizace emulzí o/v - majonézy
ethery s vyššími MK

oblíbená modifikace:
hydroxypropylované diškrobové fosfáty
(pro nízké teploty, kyselé pH)

škrob
modifikované škroby - stabilizované

E 1442
hydroxypropyl diškrobový fosfosfát

TRECOMEX AET4

paštiky, masové konzervy
(zabraňuje uvolňování masové šťávy)

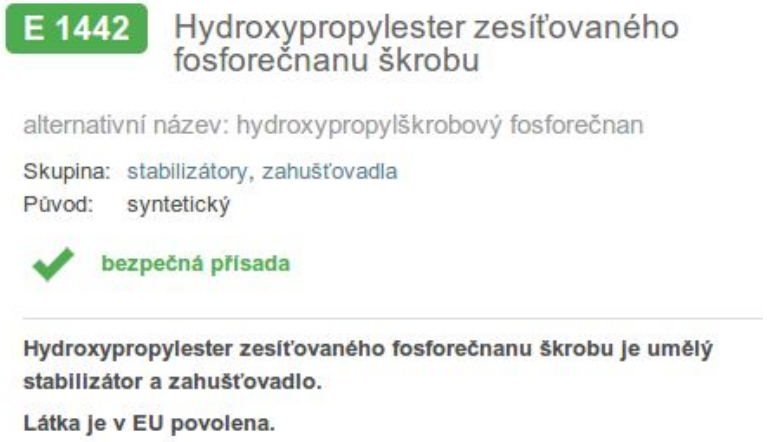
palačinky, těstoviny
(hladká textura, vodoodpudivý povrch)


Holešovská výzva

Navigace: Holešovská výzva > Čtení pro zdraví > Actimel obsahuje E1442 !!

Actimel obsahuje E1442 !!

Actimel, jako mnoho dalších produktů Danone, obsahuje E1442 - geneticky modifikovaný kukuřičný škrob, zahušťovadlo.... ničí slinivku... Nebezpečné


E 1442 Hydroxypropylester zesíťovaného fosforečnanu škrobu

alternativní název: hydroxypropylškrobový fosforečnan

Skupina: stabilizátory, zahušťovadla
Původ: syntetický

bezpečná přísada

Hydroxypropylester zesíťovaného fosforečnanu škrobu je umělý stabilizátor a zahušťovadlo.

Látka je v EU povolena.

Šáteček s náplní povidlovou

Zárubova tatarka


Čokoládový dort

Sýrová omáčka

Toping s příchutí karamel

Lahůdka medovník

Prima Jogurt Lesní směs


Hermelínová pomazánka

značení modifikovaných škrobů

Kód	Látka
E 1404	Oxidované škroby
E 1410	Fosforečnan škrobu (Fosforečnanový monoester škrobu, Fosfát škrobu)
E 1413	Fosforečnan zesíťovaného fosforečnanu škrobu (Monofosforečnan škrobového difosforečnanu)
E 1414	Acetylovaný zesíťovaný fosforečnan škrobu (Acetát zesíťovaného fosfátu škrobu)
E 1420	Acetylovaný škrob (Acetát škrobu)
E 1422	Acetylovaný zesíťovaný adipan škrobu (Acetát zesíťovaného adipátu škrobu)
E 1440	Hydroxypropylester škrobu (Hydroxypropylškrob)
E 1442	Hydroxypropylester zesíťovaného fosforečnanu škrobu (Hydroxypropylether zesíťovaného fosfátu škrobu)
E 1450	Sodná sůl oktenyljantaranu škrobu (Sodná sůl oktenylsukcinátu škrobu, SSOS)
E 1451	Acetylovaný oxidovaný škrob

škrob
modifikované škroby

výživové hledisko

přeměněné škroby:
normální složky potravy
(analogické produkty *in vivo*)

stabilizované škroby:
estery - stravitelnost srovnatelná s nativními
ethery - nižší stravitelnost

zesítěné škroby:
nižší stravitelnost oproti nativním

škrob
hydrolyzáty škrobu

dříve hydrolýza kyselinami, dnes také enzymově

řada produktů (dlouhé řetězce, jednoduché cukry, větvení)

řada využití (sladidla, náhražky tuků a cukru)

kyselá hydrolýza škrobu
HCl v suspenzi škrobu
150 °C, několik minut

enzymová hydrolýza škrobu
α-(1→ 4): amylasy (exo-, endo-)
α-(1→ 6): pullulanasy

obdobné produkty jako kyselá hydrolýza,
avšak lépe definované a regulovatelné.
Možno vytvářet speciální produkty (Fru, cyklo).

produkty
směs sacharidů charakterizuje:
glukózový ekvivalent (dextrosový ekvivalent, DE)

DE 0	nativní škrob
DE 100	glukóza

DE <20 **maltodextriny**
nesladké viskózní roztoky
viskozita, hladkost, lesk → cukrovinky
brání krystalkům → zmrzliny

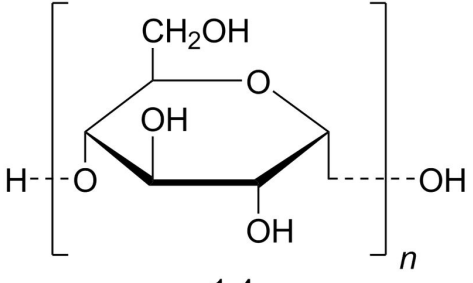
škrobové sirupy

DE 20-38	typ I	
DE 38-58	typ II	maltózový sirup
DE 58-73	typ III	maltózový sirup
DE 73+	typ IV	glukózový sirup

výroba cukrovinek, nealko, sirupy, zkvasitelné

škrob
hydrolyzáty škrobu

maltodextriny



α-1,4

$2 < n < 20$

Maltodextrin 1,5 Kg

popis produktu

Cena: 56 Kč/kg

Počet dávek: 35

Profil sacharidů Maltodextrinu:

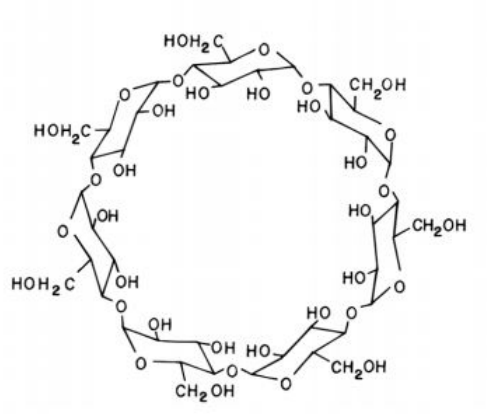
Glukóza 1% z obsahu
Maltóza 4% z obsahu
Trisacharidy 7% z obsahu
Polysacharidy 88% z obsahu

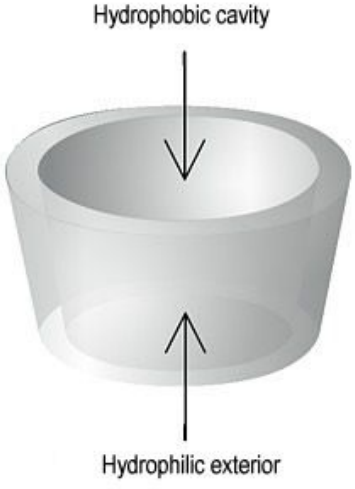
DE (dextrose equivalent Maltodextrinu) 15 g/100g

Složení: kukuřičný maltodextrin DE 15

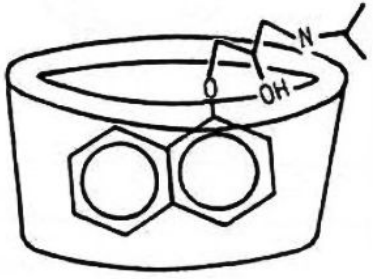
Hmotnost výrobku : 1500g

škrob
hydrolyzáty škrobu: cyklodextriny





vzorec a kuželovitá struktura β-cyklodextrinu (7 jednotek glukosy)

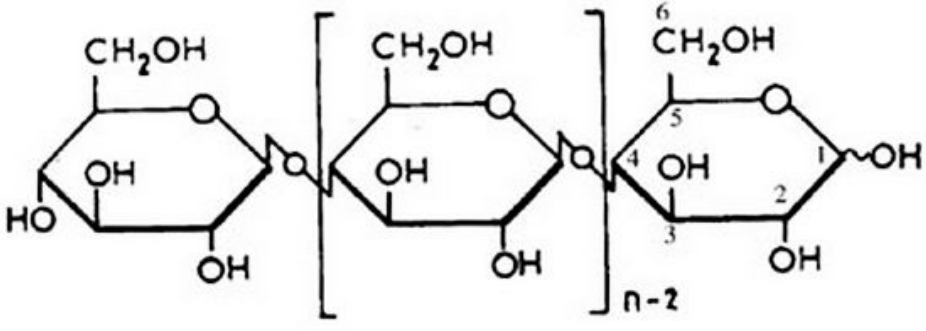


enkapsulace

tvorba inkluzních komplexů
omezení těkavosti, zvýšení stability.
→ nosiče vonných látek

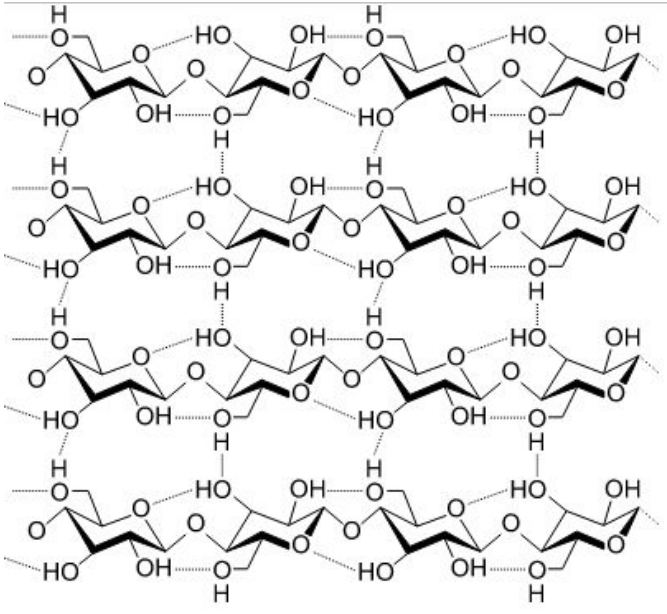
celulosa

D-Glukosa β(1 → 4)

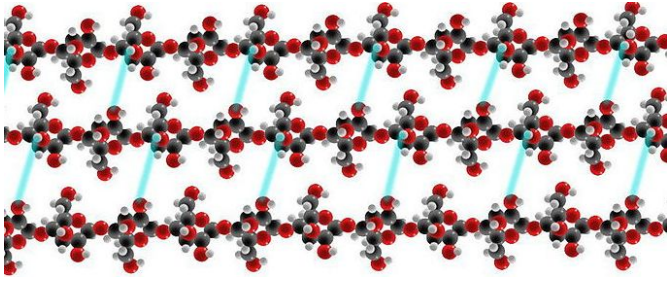


neredukující konec

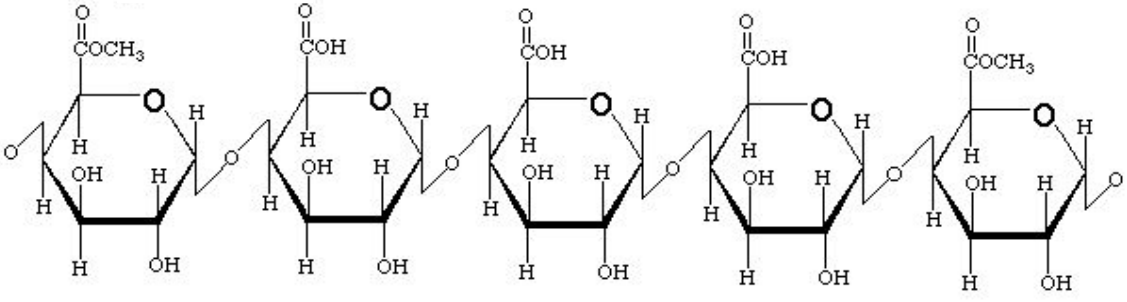
redukující konec



celulosové mikrofibrily



Pektiny poly**galakturonová** kyselina
(částečně esterifikovaná methanolem)



Pektiny (**E440**) například v:


Aprikot Džem extra

Arabesky želé polomáčené

AVE Perník - jahodový


Azzuro Jahoda

Babiččin jogurt meruňkový

Babiččin jogurt višňový


Babydrink ovocný

Ballerina jogurt třešeň

Banán v čokoládě

Banány v čokoládě

Banány v čokoládě

Banány v čokoládě XXL


Bären - Family

BeBe Brumík jahodová náplň

Bebe Dobré ráno - s jogurtem