

PŘÍRODNÍ POLYMERY

NÁZVOSLOVÍ

SACHARIDŮ

RNDr. Ladislav Pospíšil, CSc.

Výuka sacharidů a její didaktická úskalí

Sacharidy patří z hlediska výuky k jednomu z nejobtížnějších témat organické chemie, které činí velké svízele studentům a často i jejich učitelům, a to z těchto důvodů:

1. Monosacharidy o stejném souhrnném vzorci, např. glukosa a mannososa, se neliší konstitucí, ale pouze konfigurací, tedy svým prostorovým uspořádáním na jednom nebo několika asymetrických uhlíkových atomech. Z toho plynou i obtíže správně pochopit jejich strukturu pomocí běžně používaných dvojrozměrných vzorců.

2. Monosacharidy existují ve vodných roztocích jako směs čtyř cyklických forem, které jsou v rovnováze s jednou formou acyklickou. Ta, jakkoli přítomna v minimálním množství, představuje článek, přes nějž mohou jednotlivé cyklické struktury vzájemně přecházet. Proto na acyklickou strukturu pohlížíme jako na prekurzor struktur cyklických, vznikajících vnitřní interakcí jejich funkčních skupin. Přeměny, které probíhají v roztoku monosacharidu mezi jeho jednotlivými formami až do ustavení rovnováhy, jsou provázeny změnou optické rotace nazývanou *mutarotace*. Srozumitelný výklad přeměny acyklické formy v některou z forem cyklických nebo naopak a vyjádření těchto dějů pomocí vzorců představuje obtížný didaktický problém.

3. Otázku, zda struktury monosacharidů zapisovat pomocí vzorců acyklických či cyklických nelze jednoznačně zodpovědět. Při odvozování jejich konfigurací od glycerinaldehydu se používá vzorců acyklických, zatímco vzorci cyklickými se snažíme popsat strukturu, v níž se monosacharid přednostně vyskytuje.

Definice sacharidů

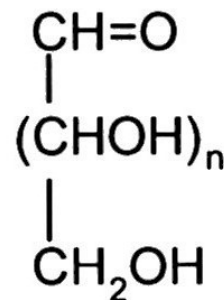
Sacharidy patří mezi nejrozšířenější látky v přírodě. Jsou to polyfunkční organické sloučeniny – polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketony, které mají v molekule alespoň tři atomy uhlíku v alifatickém řetězci.

Generickým názvem „sacharid“ se označují monosacharidy, oligosacharidy, polysacharidy a sloučeniny odvozené od monosacharidů redukcí, oxidací nebo náhradou hydroxylových skupin atomem vodíku, aminoskupinou, atomy halogenů nebo jinými skupinami obsahujícími heteroatomy.

Monosacharidy a oligosacharidy se označují také souhrnným názvem „cukry“.

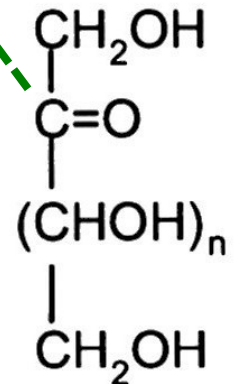
Některé z polysacharidů, např. škrob a celulóza, jejichž stavební jednotkou je D-glukosa, vznikají fotosyntézou, redukcí oxidu uhličitého vodou účinkem ultrafialového záření za katalýzy chlorofylem.

GENERICKÝ = druhový



aldosy

a



ketosy

NESPRÁVNÉ označení pro sacharidy

Česky	Anglicky	Německy	
Uhlohydráty	Carbohydrates	Kohlehydrat Kohlenhydrat	
Uhlovodany			

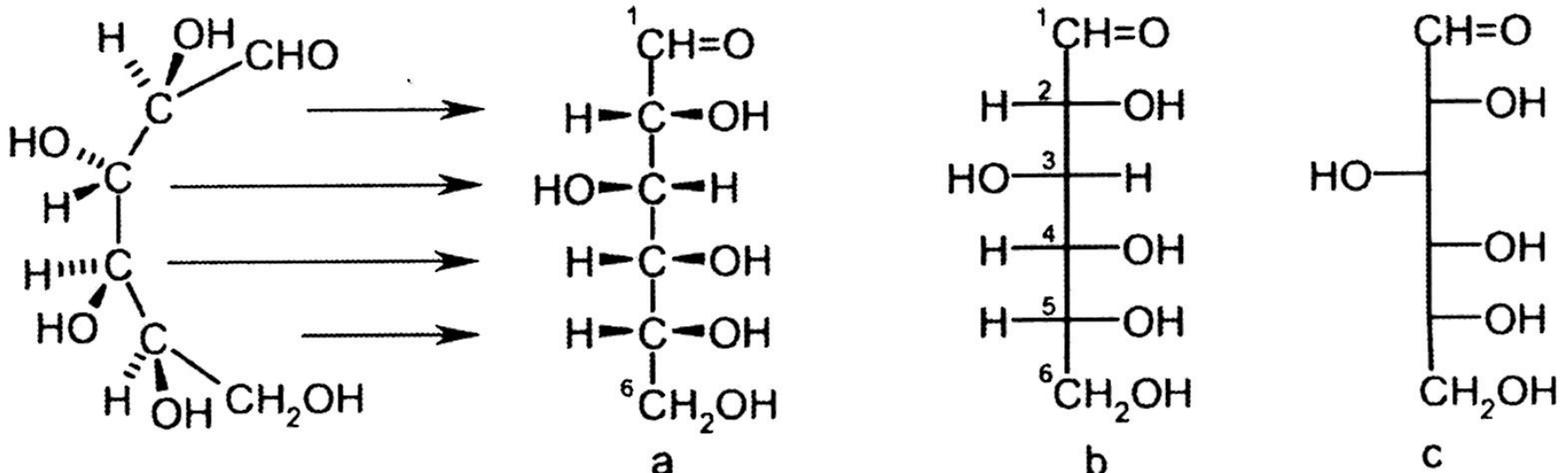
SPRÁVNÉ označení pro sacharidy

Česky	Anglicky	Německy	
Sacharidy	Sacchadides	Sacharides	

Sacharidy – název podle počtu uhlíků

Počet uhlíků	Druhový název
3	Triosa
4	Tetrosa
5	Pentosa
6	Hexosa
7	Heptosa
8	Oktosa

Sacharidy – názvy



D-glukosa (triviální název)

D-gluko-hexosa (systematický název)

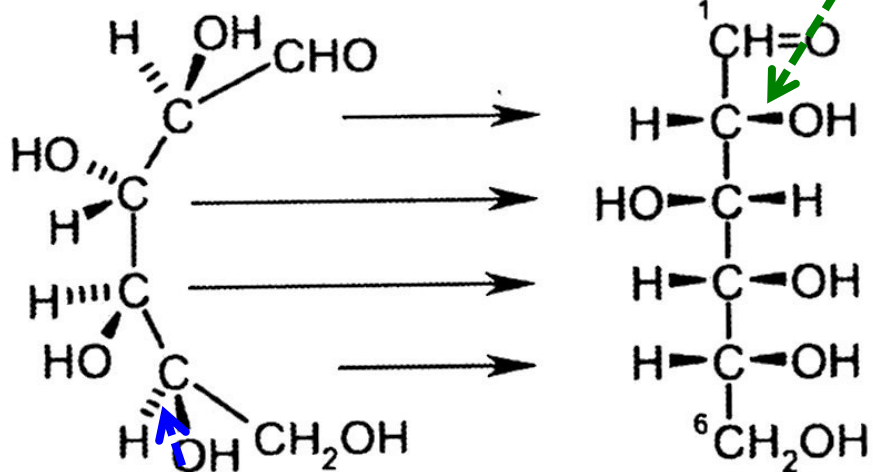
(2R,3S,4R,5R)-2,3,4,5,6-pentahydroxyhexanal

(systemetický název podle substitučního principu)

Budeme používat hlavně TRIVIÁLNÍ NÁZVY

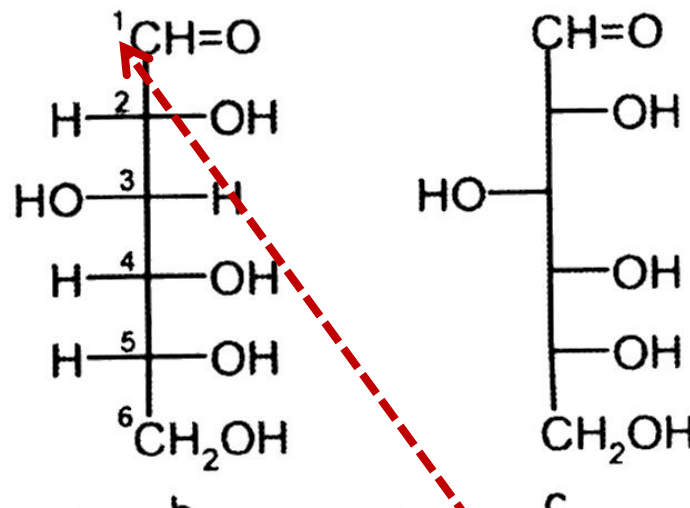
Sacharidy – FISCHEROVY VZORCE

VAZBA SMĚŘUJE NAD ROVINU PAPIŘU



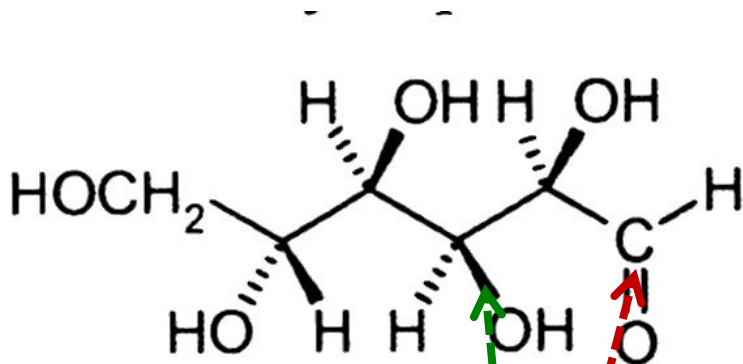
VAZBA SMĚŘUJE POD ROVINU PAPIŘU

LINEÁRNÍ VZORCE



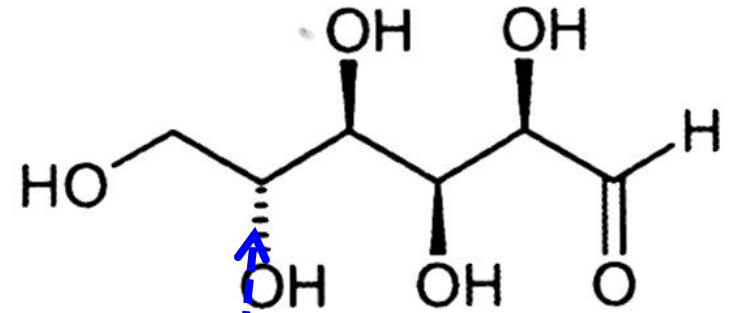
ČÍSLOVÁNÍ atomů začíná NAHOŘE směrem dolů. Dvojná vazba na kyslík je nahoře.

Sacharidy – MASAMUNEHO vzorce



VAZBA SMĚŘUJE NAD ROVINU PAPÍRU

ČÍSLOVÁNÍ atomů začíná VPRAVO. Dvojná vazba na kyslík je VPRAVO.



D-glukosa

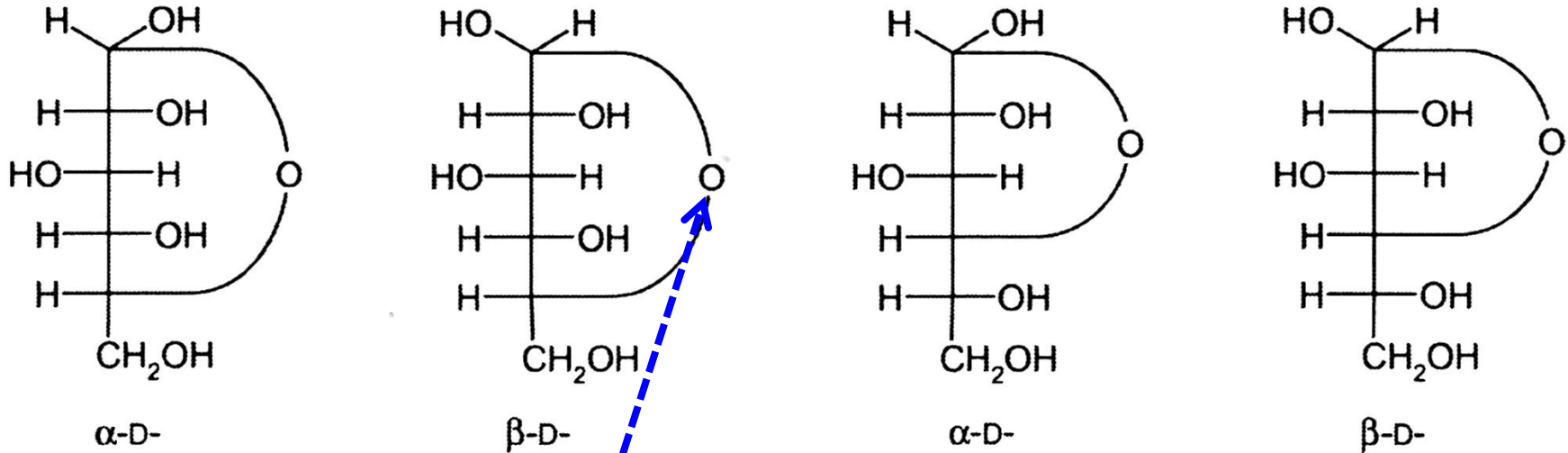
VAZBA SMĚŘUJE POD ROVINU PAPÍRU

Někdy je toto nazýváno:
Wedge-slash vzorce

LINEÁRNÍ VZORCE

Sacharidy – TOLLENSOVY vzorce

Tollensovy vzorce jsou ve skutečnosti vzorce Fischerovy v poloacetalové formě:



**POLOACETAL = produkt reakce
KARBONYLU a HYDROXYLU**

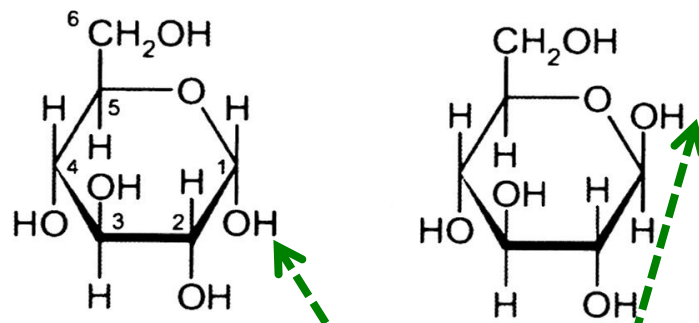
Pětičlenný kruh > FURANOSA

Šestičlenný kruh > PYRANOSA

CYKICKÉ VZORCE

Sacharidy – HAWORTHOVY vzorce

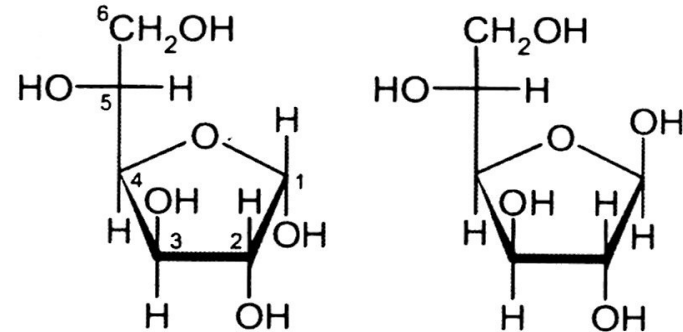
Haworthovy vzorce jsou perspektivním zobrazením zjednodušených modelů, kruh je orientován téměř kolmo k nánkresně:



α -D-

glukopyranosa
nebo

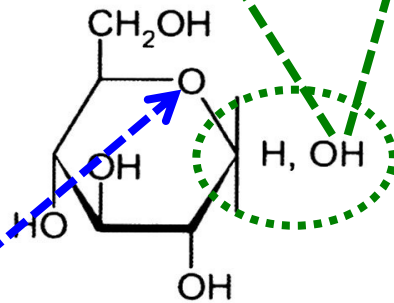
β -D-



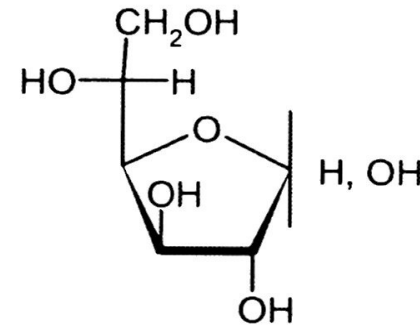
α -D-

glukofuranosa
nebo

β -D-



α,β -D-glukopyranosa



α,β -D-glukofuranosa

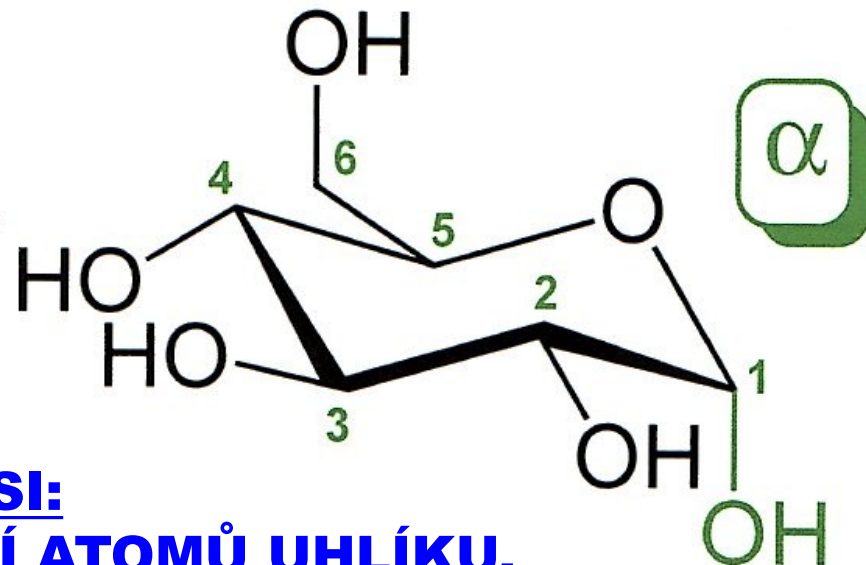
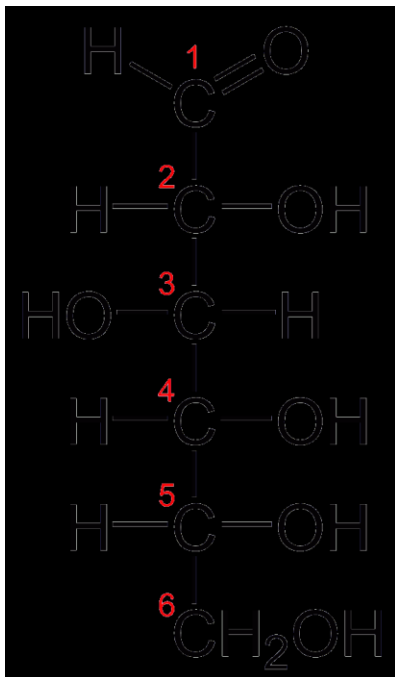
9

VŠIMNĚTE SI:
• ČÍSLOVÁNÍ
ATOMŮ
UHLÍKU

POLOACETAL

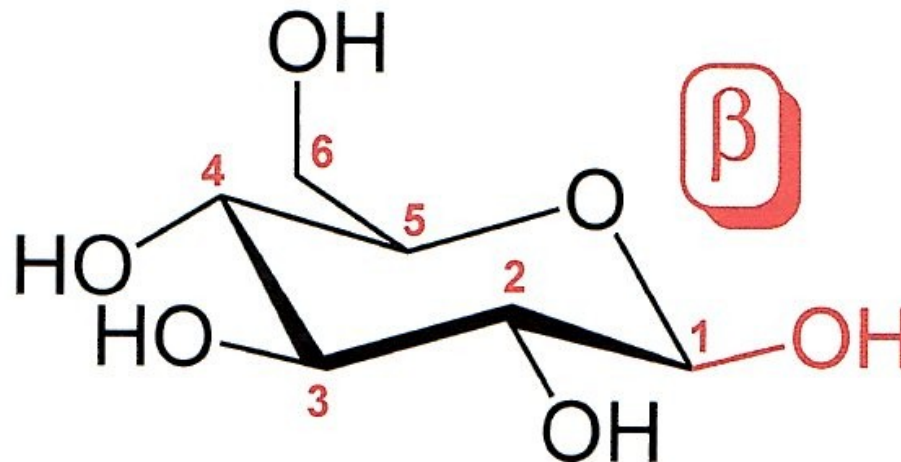
CYKICKÉ VZORCE

29. 1. 2017



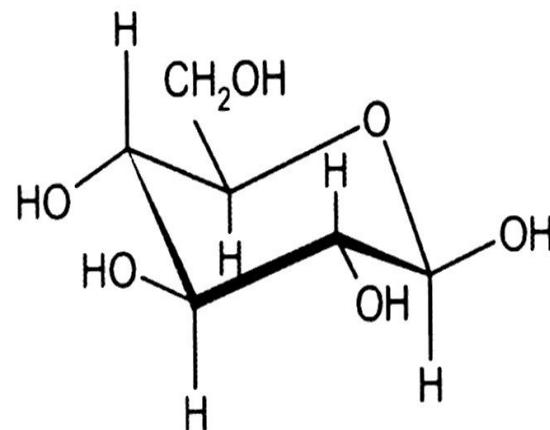
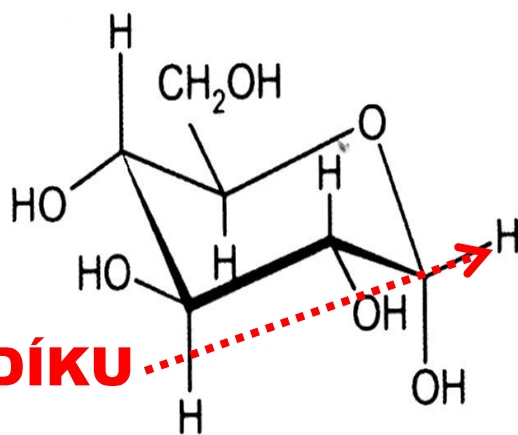
VŠIMNĚTE SI:

- **ČÍSLOVÁNÍ ATOMŮ UHLÍKU,**
- **označení α X β**



HAWORTHOVY vzorce ŽIDLÍČKOVÁ KONFORMACE

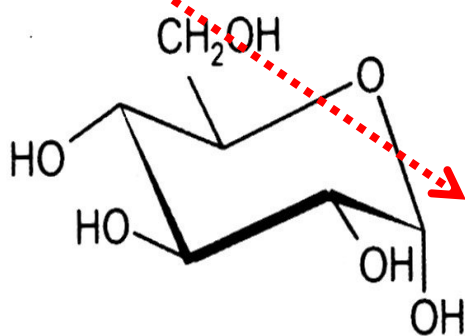
Haworthovy a Millsovy vzorce obsahují planární kruh. Monosacharidy však existují v konformacích, které nejsou planární, a jsou proto znázorněny **konformačními** Haworthovými vzorci:



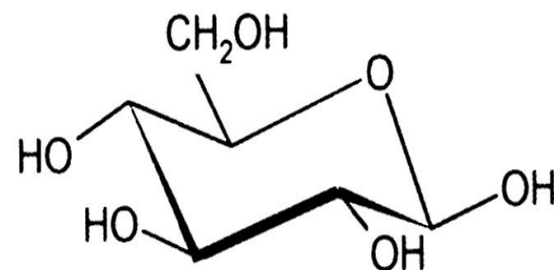
**Atomy VODÍKU
se někdy
VYNECHÁVAJÍ!**

nebo

nebo



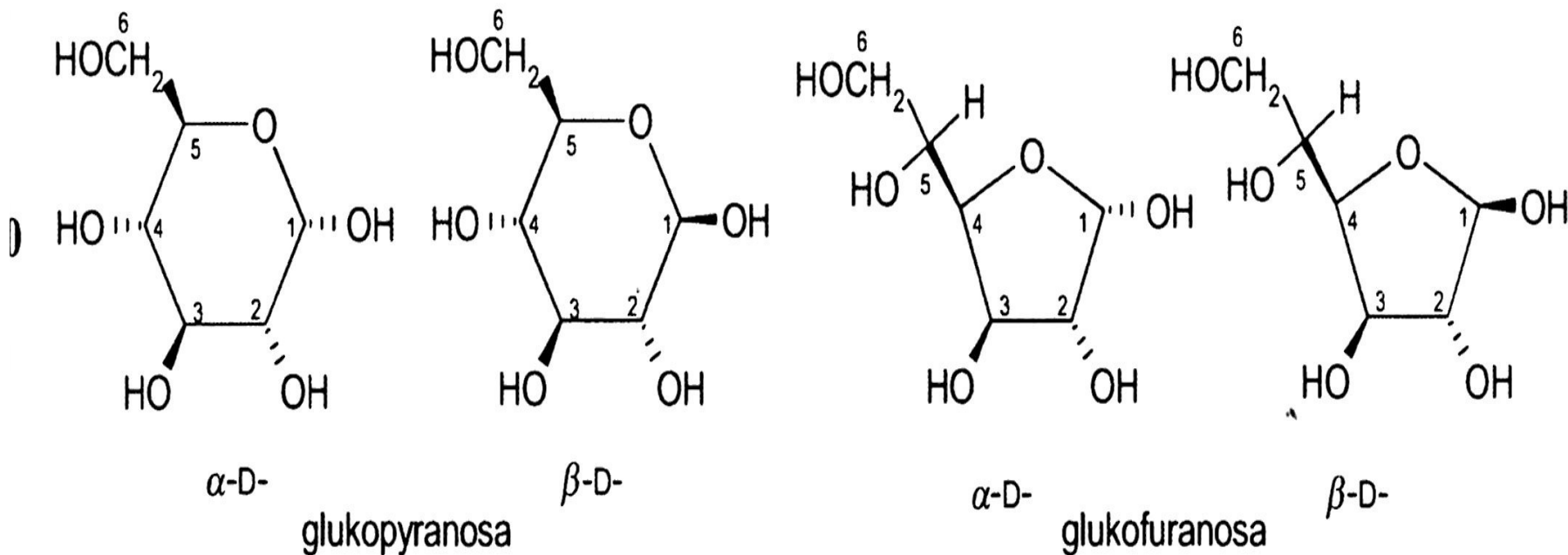
α -D-glukopyranosa



β -D-glukopyranosa

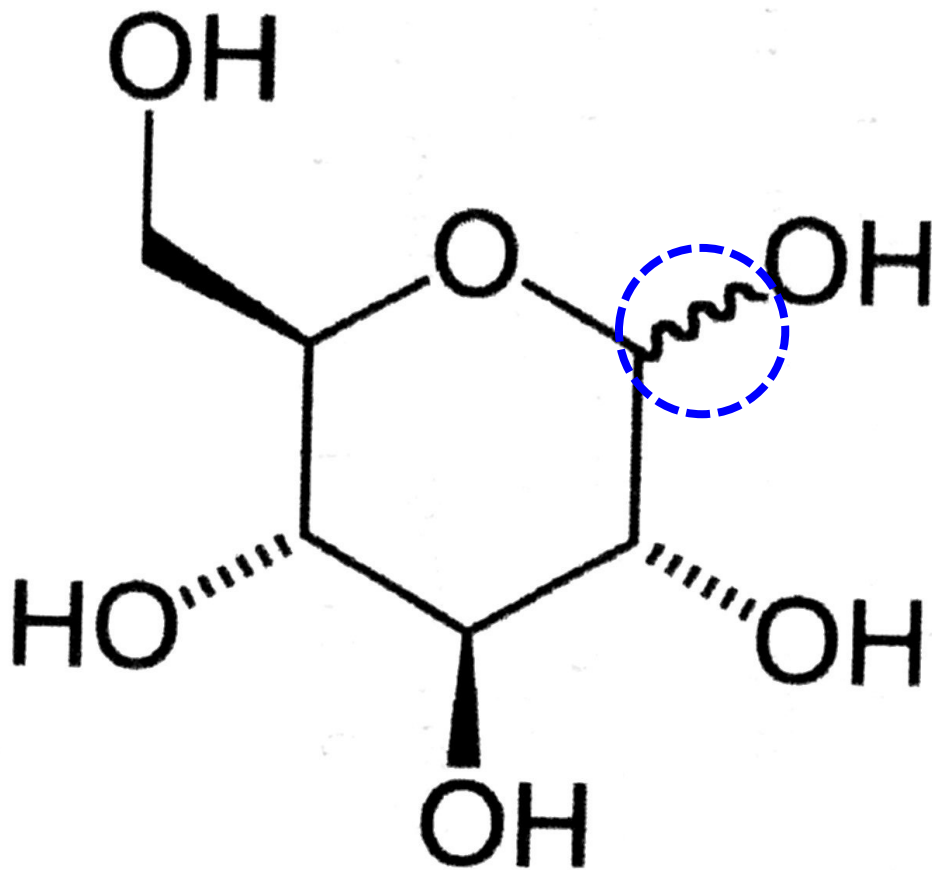
Sacharidy – MILLESOVY vzorce

Millsovy vzorce jsou přehlednější, hlavní hemiacetalový kruh se kreslí v rovině nákresny, přerušované vazby vyznačují polohu ligandů pod rovinou a zesílené vazby nad rovinou kruhu:



CYKLIKÉ VZORCE

Vzorce – s čím se ještě můžete setkat

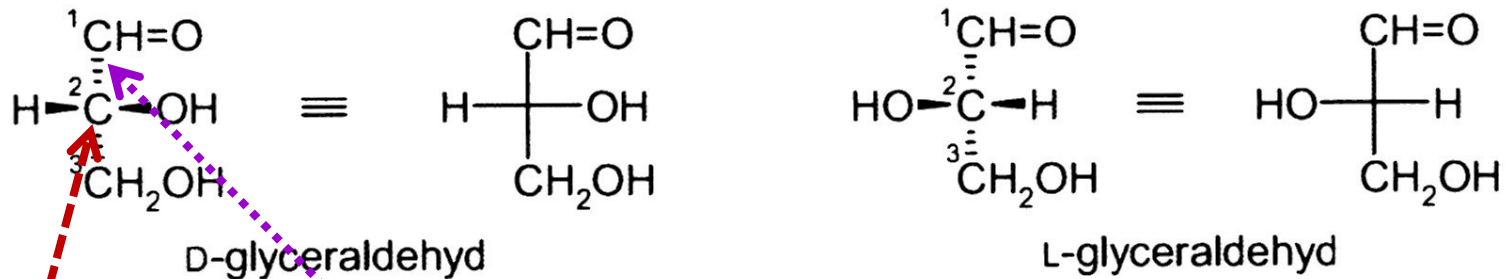


- poloha **NENÍ** přesně známa
- mohou být (existovat) obě polohy

Sacharidy – označení

D (pravotočivý) a L (levotočivý)

optických izomerů

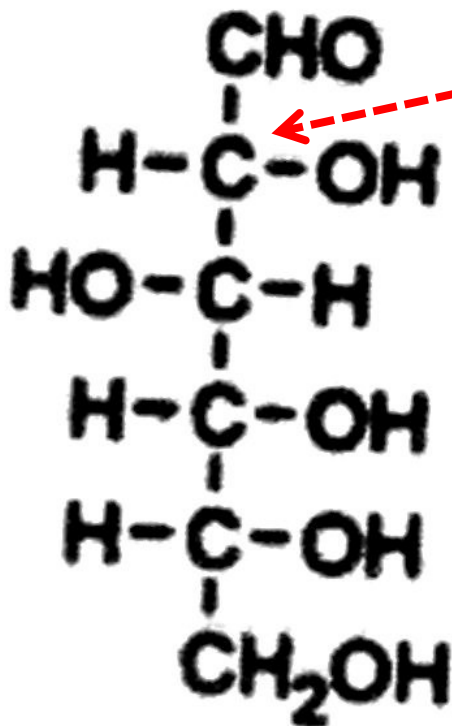


Uhlík C2 > CHIRÁLNÍ CENTRUM = KONFIGURAČNÍ ATOM
(centrum optické aktivity)

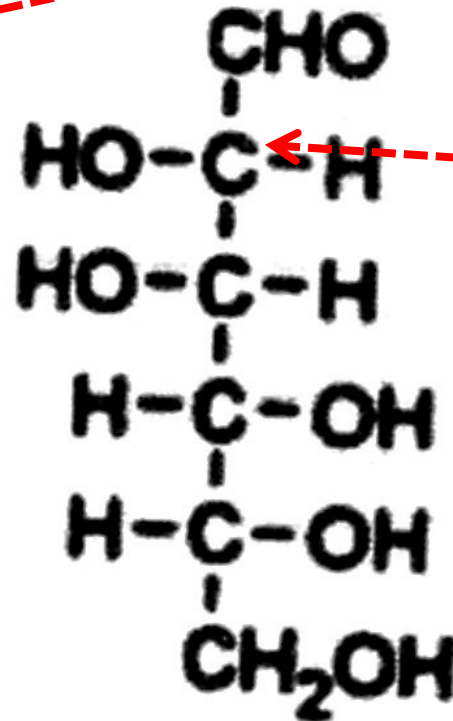
Když vložíme mezi uhlíky C1 a C2 při zachování konfigurace na atomu C2 další skupinu odlišné konfigurace, vzniknou dva **EPIMERY**.

EPIMERY = liší se jen konfigurací na atomu v sousedství karbonylové skupiny, PŘÍPADNĚ JEN NA JEDNOM UHLÍKU

EPIMERY u hexóz



D-glukosa



D-mannosa

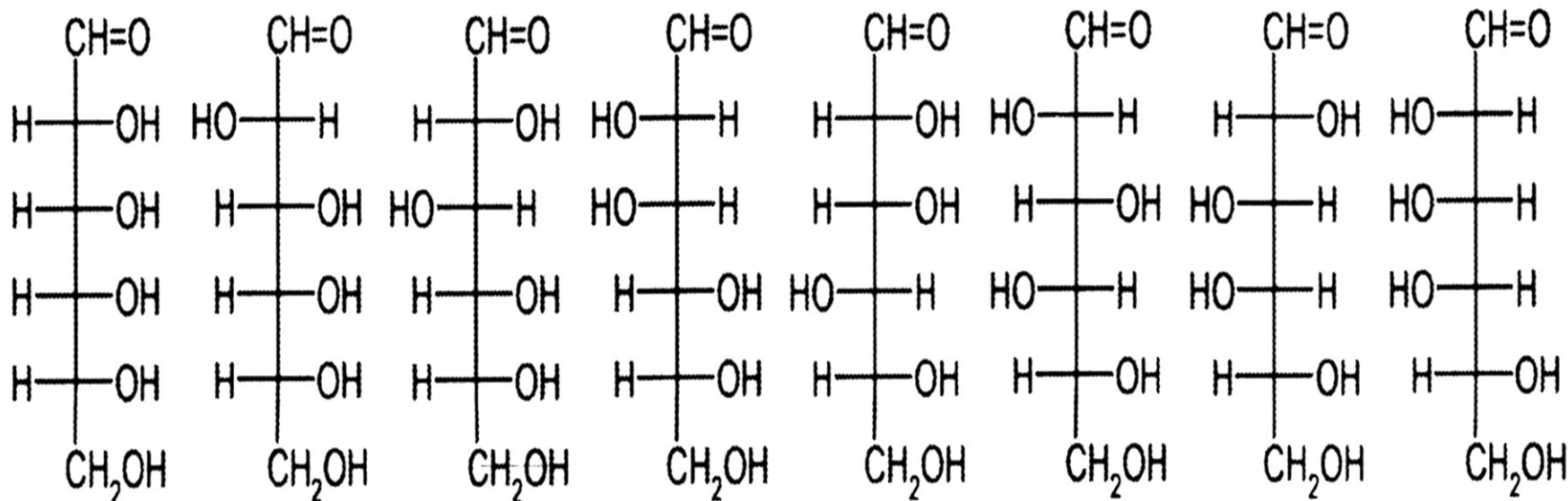
Jen zde, na jednom uhlíku, je odlišná **KONFIGURACE**

Konfigurační předpony sacharidů

tetrosy: *erythro-, threo-*,

pentosy: *ribo-, arabino-, xylo-, lyxo-*,

hexosy: *allo-, altro-, gluko-, manno-, gulo-, ido-, galakto-, talo-*.



D-allosa
D-allo-hexosa
(D-AlI)

D-altrosa
D-altro-hexosa
(D-Alt)

D-glukosa
D-gluko-hexosa
(D-Glc)

D-mannosa
D-manno-hexosa
(D-Man)

D-gulosa
D-gulo-hexosa
(D-Gul)

D-idosa
D-ido-hexosa
(D-Ido)

D-galaktoza
D-galakto-hexosa
(D-Gal)

D-talosa
D-talo-hexosa
(D-Tal)

TŘI formy názvů

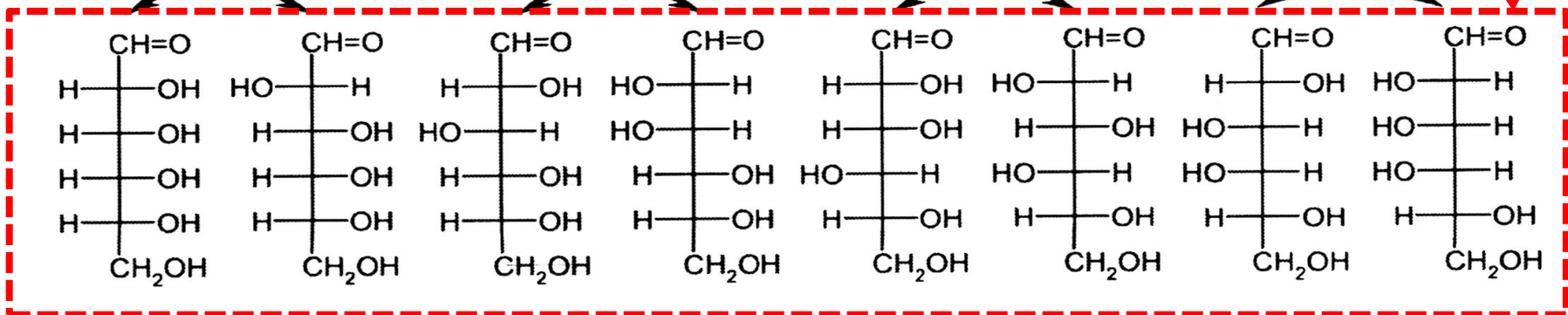
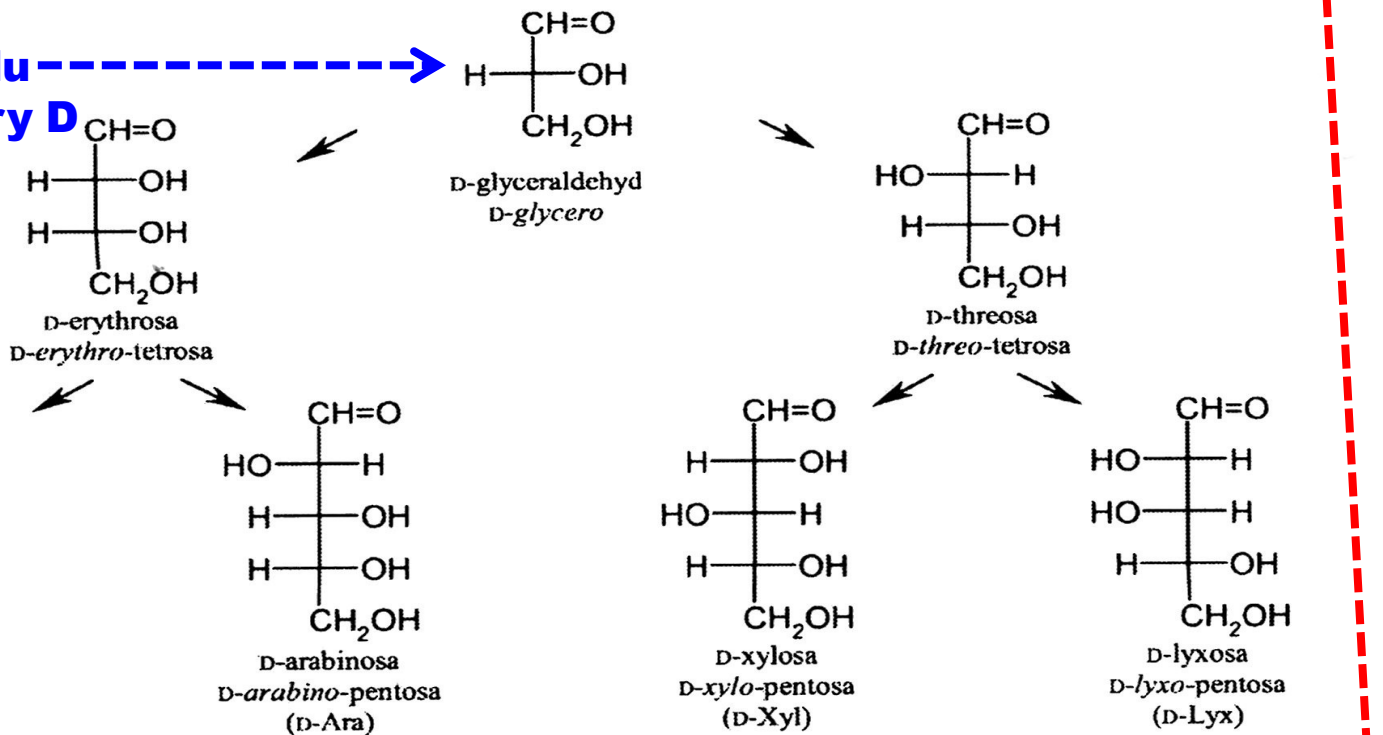
Od D-glyceralaldedydu ke HEXÓZÁM

Všechny HEXÓZY

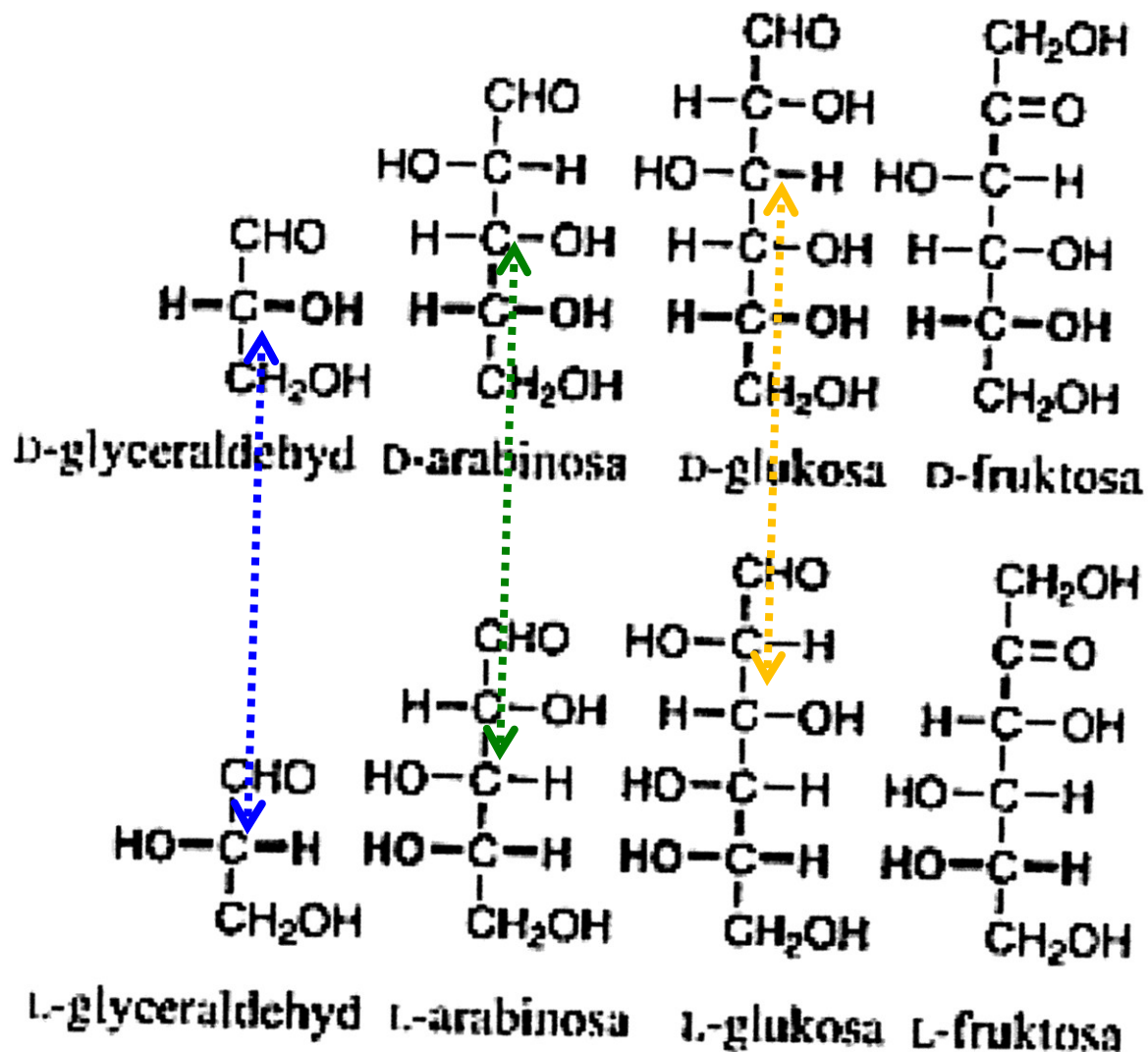
odvozené od

D-glyceraldehydu

jsou enantiomery D

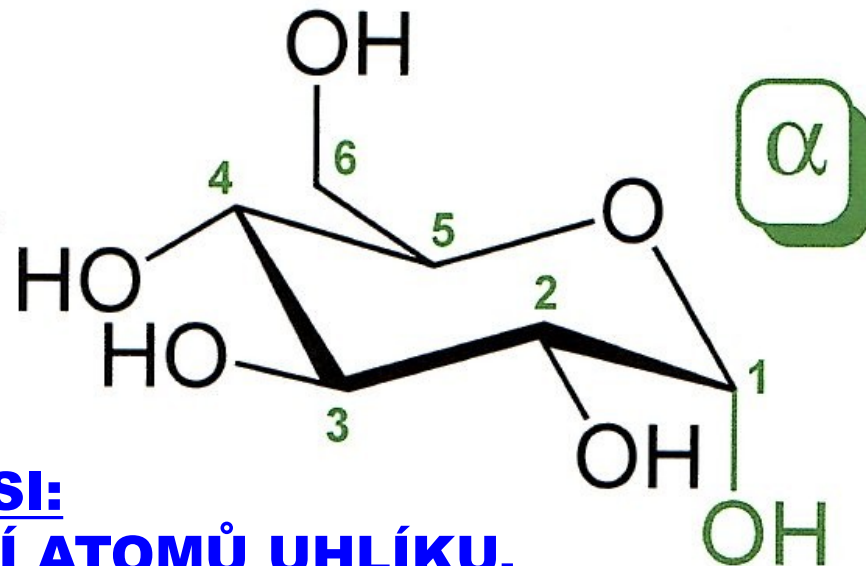
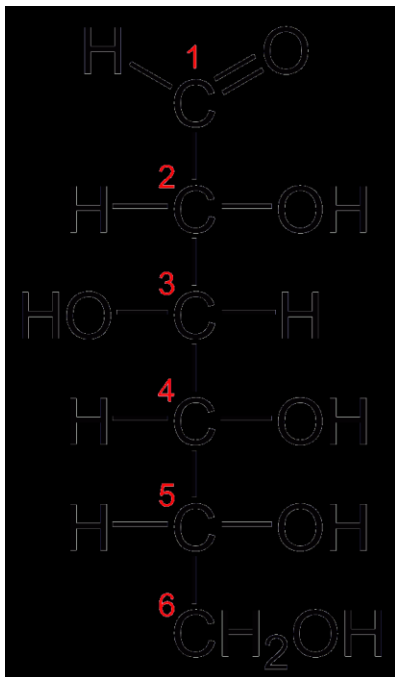


ENANTIOMERY D a L



ENANTIOMERY
MAJÍ OPAČNOU
KONFIGURACÍ NA
VŠECH
ASYMETRICKÝCH
UHLÍCÍCH

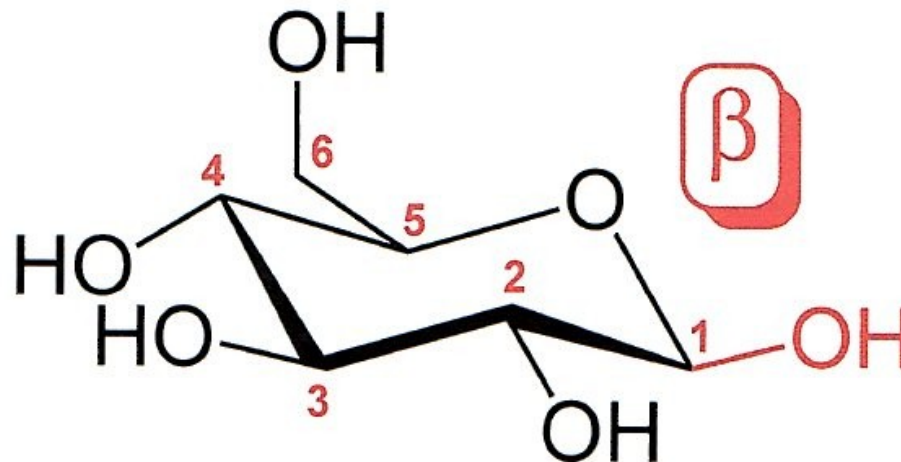
D a L PÍŠEME
JAKO KAPITÁLKY,
VELKÁ
PÍSMENA o
VELIKOSTI
PÍSMEN MALÝCH



VŠIMNĚTE SI:

- **ČÍSLOVÁNÍ ATOMŮ UHLÍKU,**
- **označení α X β**

**Izomery α a β
jsou ANOMERY**



OPAKOVÁNÍ JE MATKA MOUDROSTI

Hierarchie vzorců v organické chemii

VZORCE SOUHRNNÉ (sumární)

vzorce strukturní → vzorce konstituční
vzorce prostorové (perspektivní)

SOUHRNNÉ vzorce

- stechiometrické zastoupení prvků,
- relativní molekulová hmotnost.

STRUKTURNÍ vzorce:

- vzájemné spojení a relativní polohu atomů a skupin v molekule

KONSTITUČNÍ vzorce:

- které atomy, jakými vazbami a v jakém pořadí jsou spojeny v molekule
- nemusejí REÁLNĚ vyjadřovat délky vazeb a vazebné úhly

PROSTOROVÉ (PERSPEKTIVNÍ) vzorce:

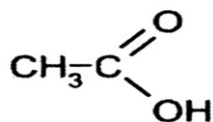
- TROJROZMĚRNÝ MODEL MOLEKULY V ROVINĚ NÁKRESNY

VZORCE SOUHRNNÉ (sumární):

- propen,
- cyklopropan

Mají stejný SOUHRNNÝ vzorec C_3H_6

STRUKTURNÍ vzorce:

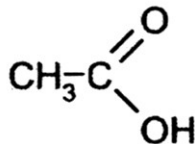


kyselina octová

vzájemné spojení a relativní polohu atomů a skupin v molekule

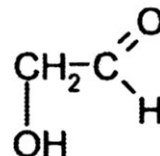
KONSTITUČNÍ vzorce:

- které atomy, jakými vazbami a v jakém pořadí jsou spojeny v molekule
- nemusejí **REÁLNĚ** vyjadřovat délky vazeb a vazebné úhly



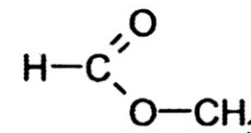
kyselina octová

117 °C
16,2 °C



2-hydroxyethanal

110-102 °C/600 Pa
98 °C



methyl-formiát

34 °C
-100 °C

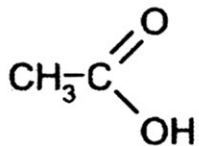
Mají STEJNÝ SOUHRNNÝ vzorec, ale různě propojené atomy > RŮZNÁ KONSTITUCE

KONSTITUČNÍ vzorce:

- které atomy, jakými vazbami a v jakém pořadí jsou spojeny v molekule

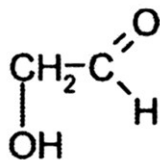
- nemusejí **REÁLNĚ** vyjadřovat délky vazeb a vazebné úhly

**Mají STEJNÝ SOUHRNNÝ vzorec, ale různě propojené atomy >
RŮZNÁ KONSTITUCE**



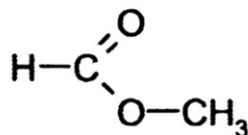
kyselina octová

117 °C
16,2 °C



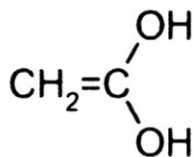
2-hydroxyethanal

110-102 °C/600 Pa
98 °C

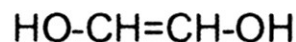


methyl-formiát

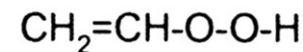
34 °C
-100 °C



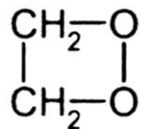
ethen-1,1-diol



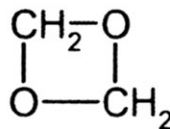
ethen-1,2-diol



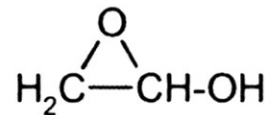
vinylhydroperoxid



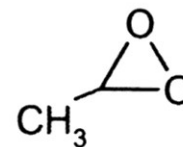
1,2-dioxetan



1,3-dioxetan



2-hydroxyoxiran



3-methyldioxiran

Další KONSTITUČNÍ IZOMERY

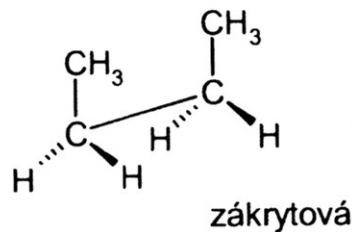
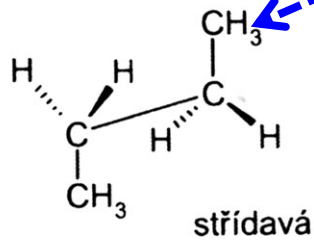
vzorce prostorové (perspektivní)

vzorce konformační
vzorce konfigurační

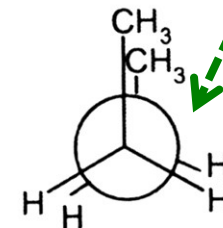
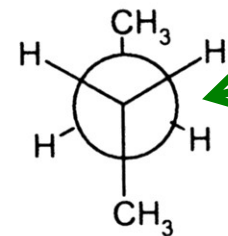
PROSTOROVÉ (PERSPEKTIVNÍ) vzorce:

- trojrozměrný model molekuly v rovině nákresny > perspektivní vzorec
- promítání vzorce do roviny nákresny > vzorec projekční

konformační vzorce butanu



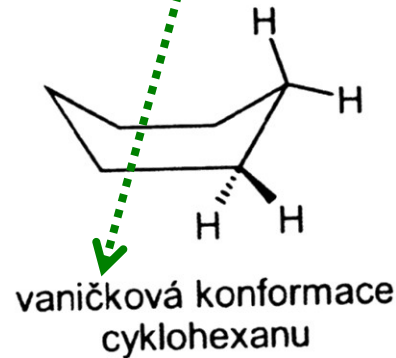
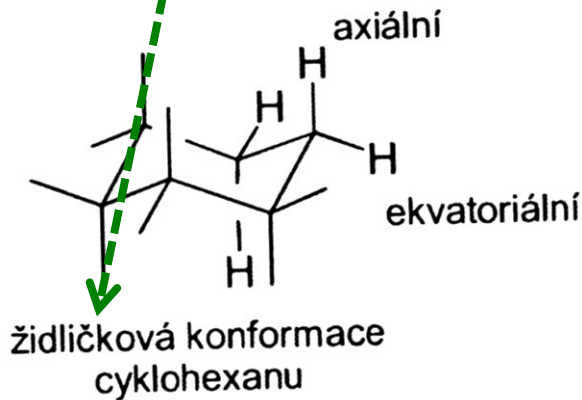
Newmanova projekce



KONFORMACE:
střídavá
zákrytová

konformační isomery
konfigurační isomery

diastereomery
enantiomery

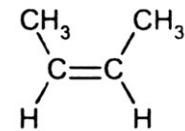


KONFORMACE:

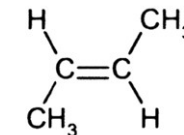
- **prostorové uspořádání vznikající otáčením jednotlivých atomů okolo jednoduchých vazeb**

TOTO NÁS U PŘÍRODNÍCH POLYMERŮ ZAJÍMÁ

konformační isomery konfigurační isomery



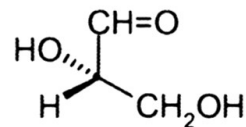
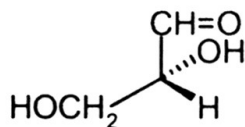
cis-but-2-en



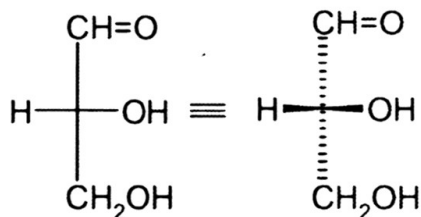
trans-but-2-en

cis- a trans- izomery

Prostorové konfigurační vzorce



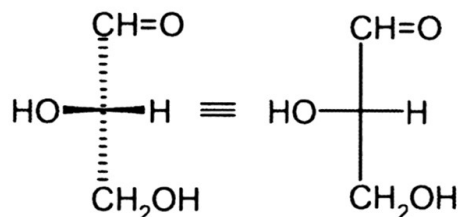
Projekční konfigurační vzorce



D-glyceraldehyd

(R)-glyceraldehyd

(R)-2,3-dihydroxypropanal



L-glyceraldehyd

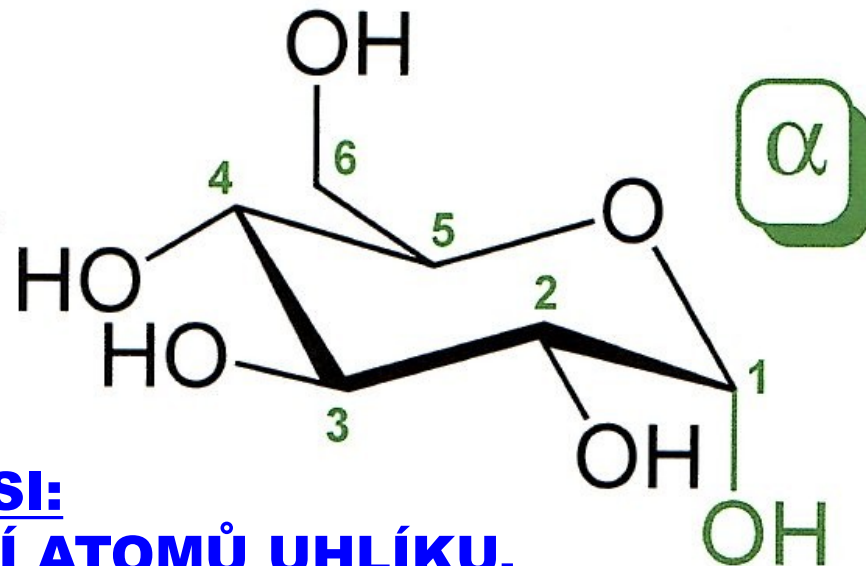
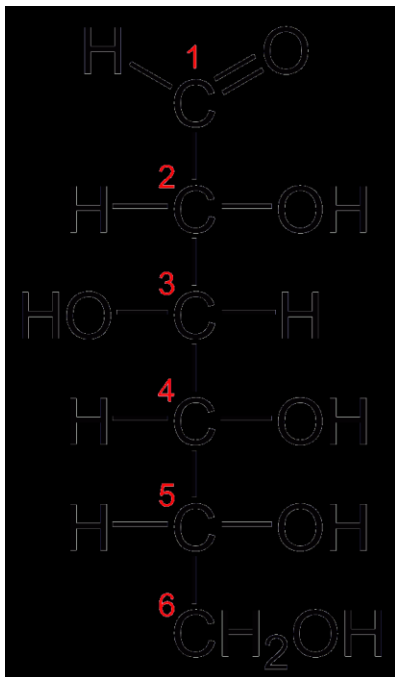
(S)-glyceraldehyd

(S)-2,3-dihydroxypropanal

KONFIGURACE:

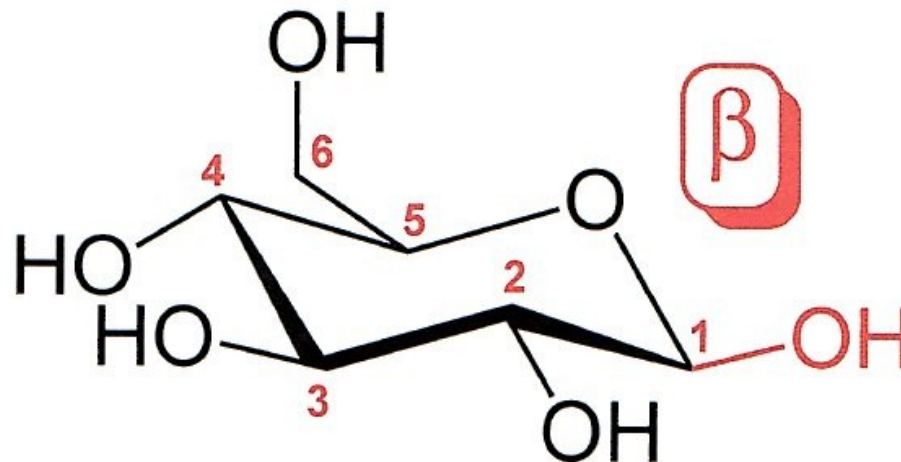
- vyjadřuje relativní a/nebo absolutní uspořádání vazeb v prostoru
- patří sem cis- a trans- izomery

TOTO NÁS U PŘÍRODNÍCH POLYMERŮ ZAJÍMÁ



VŠIMNĚTE SI:

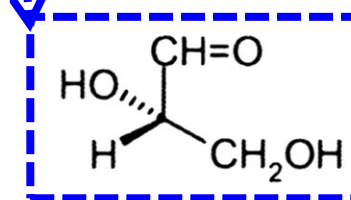
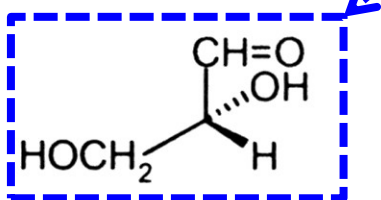
- **ČÍSLOVÁNÍ ATOMŮ UHLÍKU,**
- **označení α X β**



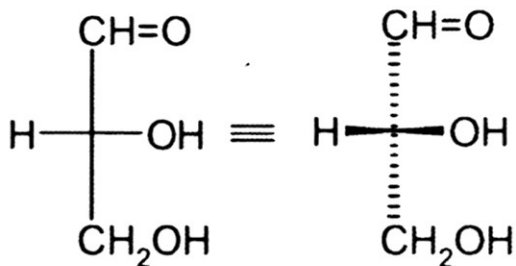
HAWORTHOVY vzorce ŽIDLÍČKOVÁ KONFORMACE

Dvojici (páru) stereoisomerů, které jsou ve vzájemném vztahu předmětu a jeho zrcadlového obrazu, a jsou tedy navzájem neztotožnitelné, se říká **enantiomery**. Samotná vlastnost – neidentita předmětu a jeho zrcadlového obrazu – se nazývá **chiralitou** a sloučeniny s těmito vlastnostmi se označují jako **chirální**. Dvojice enantiomerů se liší absolutním uspořádáním vazeb v prostoru, tzv. **absolutní konfigurací**.

Prostorové konfigurační vzorce



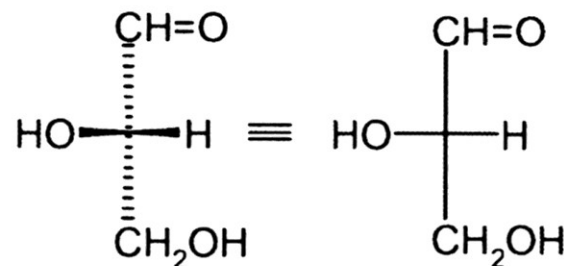
Projekční konfigurační vzorce



D-glyceraldehyd

(*R*)-glyceraldehyd

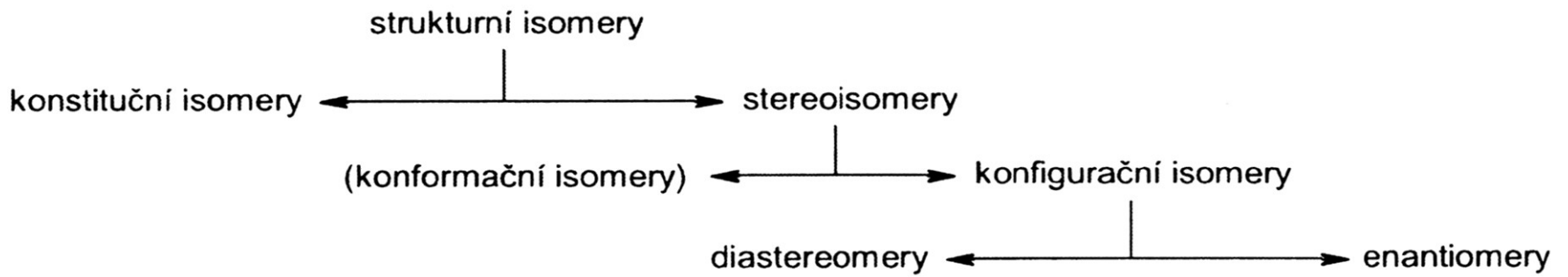
(*R*)-2,3-dihydroxypropanal



L-glyceraldehyd

(*S*)-glyceraldehyd

(*S*)-2,3-dihydroxypropanal

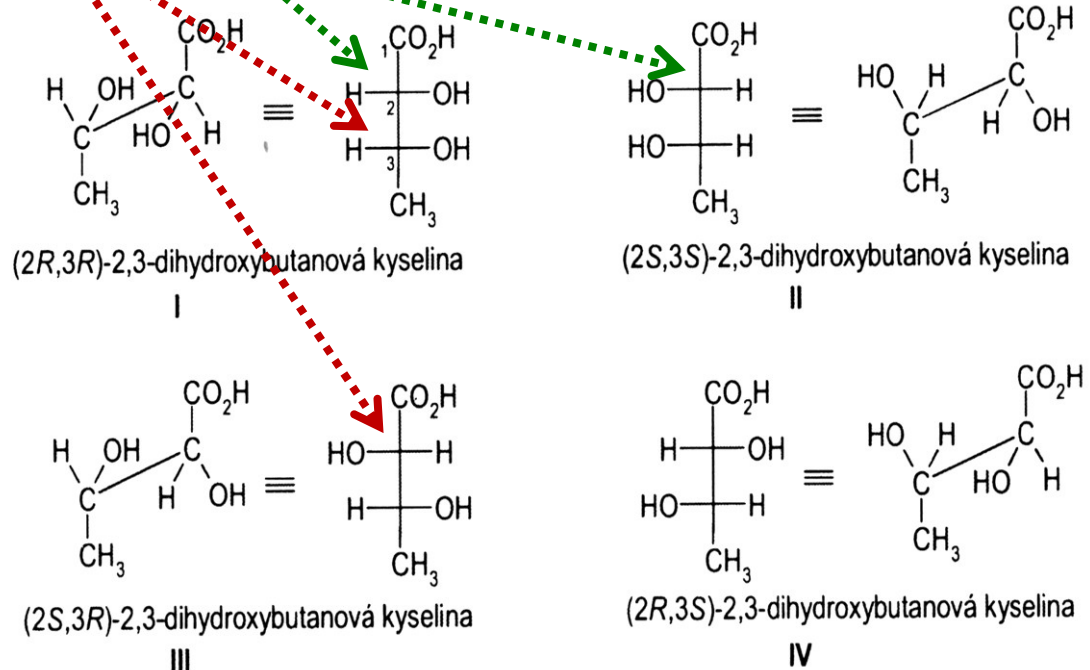


Naproti tomu isomery sloučenin, které mají stejnou konstituci, ale liší se uspořádáním atomů a vazeb v prostoru, se nazývají **stereoisomery**. Stereoisomery lze dále dělit na **konformační isomery** a na **konfigurační isomery**. Konfigurační isomery, které se liší **relativní konfigurací**, tzn. relativní polohou atomů či skupin atomů vůči rovině společné oběma stereoisomerům, se nazývají **diastereomery** (diastereoisomery), a ty, které se liší **absolutní konfigurací**, se nazývají **enantiomery**.

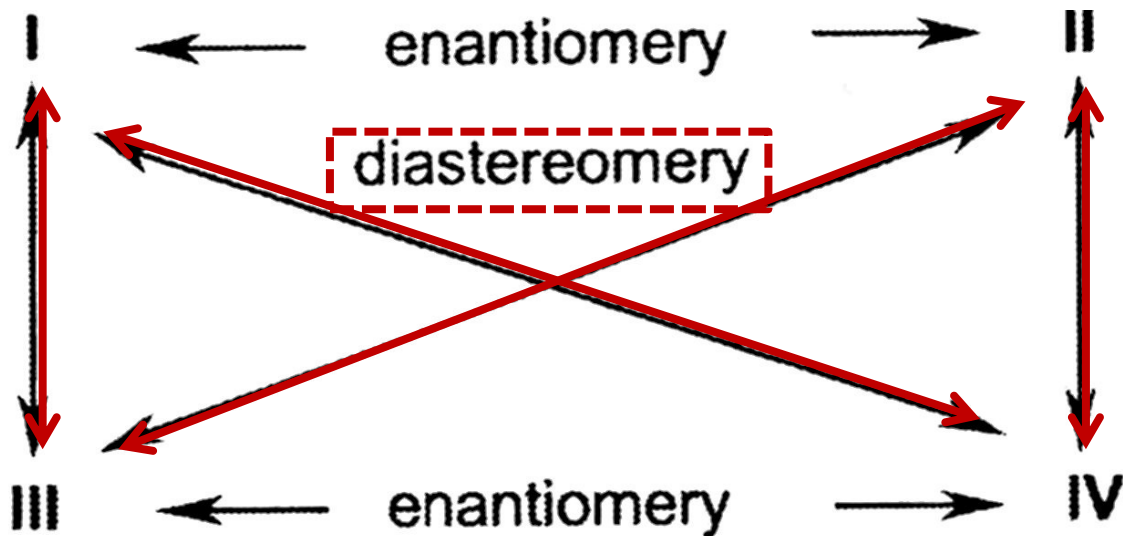
4 sloučeniny v rámečku = STEREOIZOMERY

Sloučeniny III a IV jsou také ENANTIOMERY

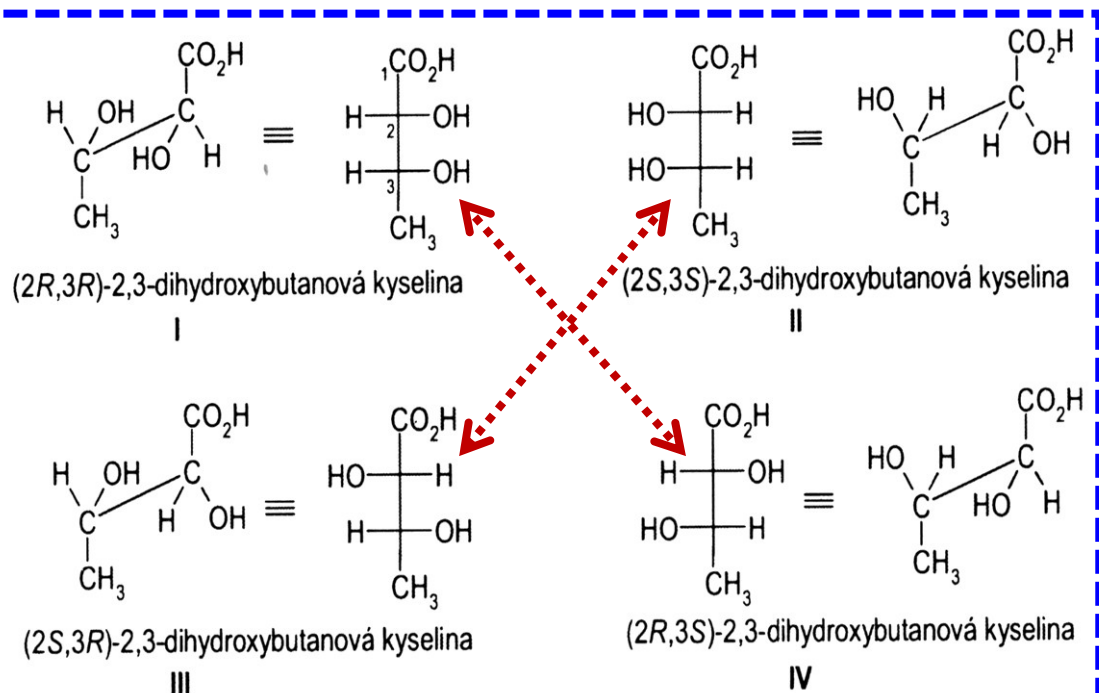
Sloučeniny I a III & II a IV jsou také DIASTEREOMERY

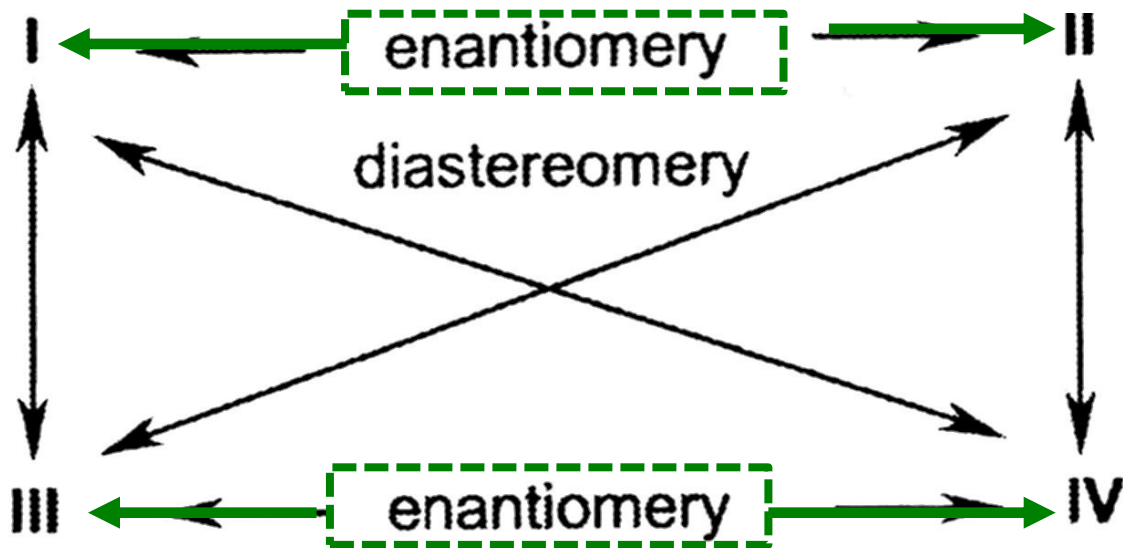


29. 1. 2017

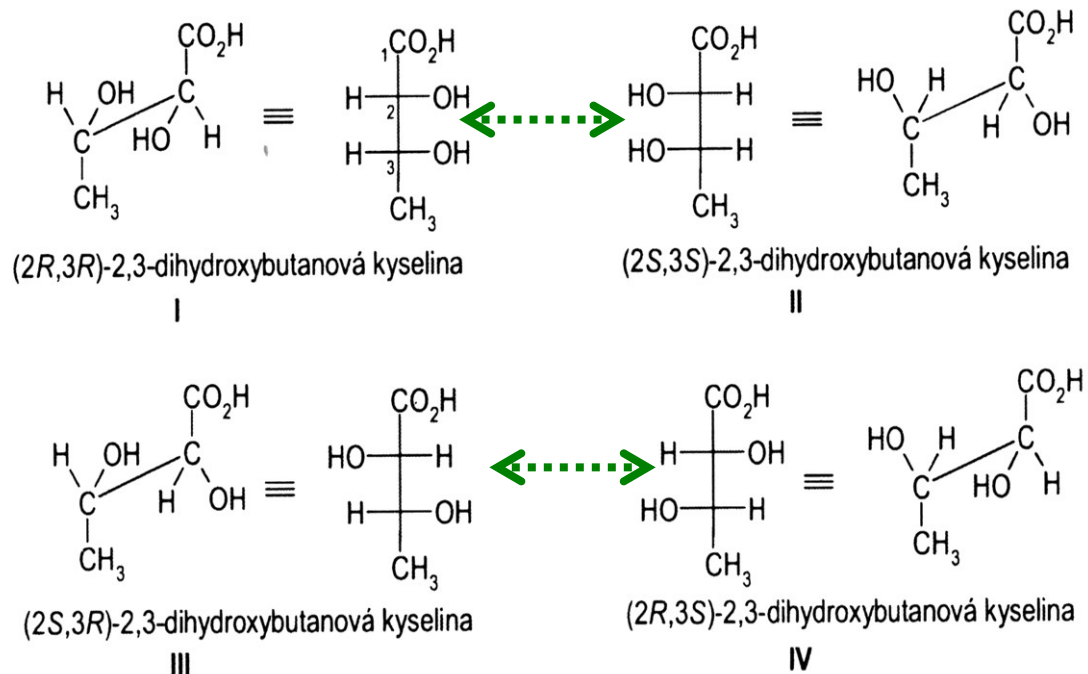


DIASTEREOMERY
mají alespoň na
jednom
stereogenním
centru shodnou
konfiguraci

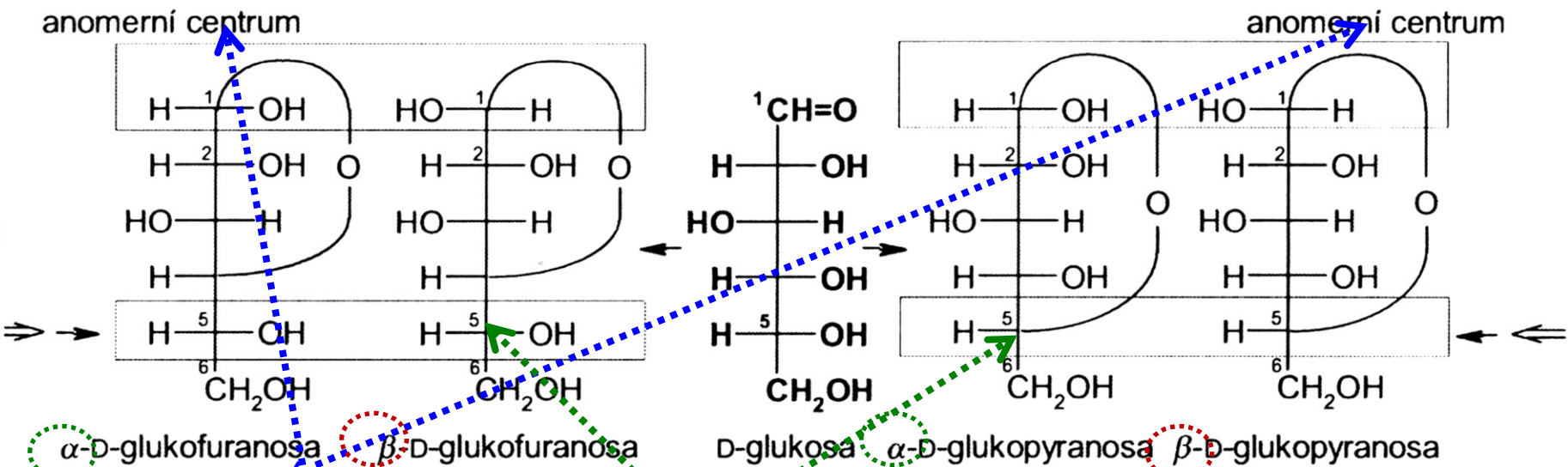




**ENANTIOMERY
NEMAJÍ na
ŽÁDNÉM
stereogenním
centru shodnou
konfiguraci**



Zpátky k SACHARIDŮM a od Fischera k Tollensovi



NOVÉ anomerní centrum na uhlíku C1 po vytvoření cyklu

REFERENČNÍ anomerní atom uhlíku na C5

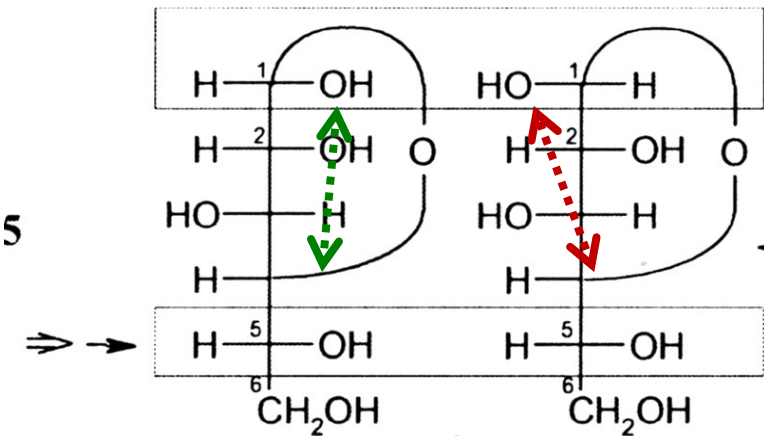
ANOMERY jsou STEREOIZOMERY lišící se JENOM konfigurací na tom NOVÉM anomerním centru

Označují se α a β

Pokud je KONFIGURACE na NOVÉM anomerním centru stejná jako na

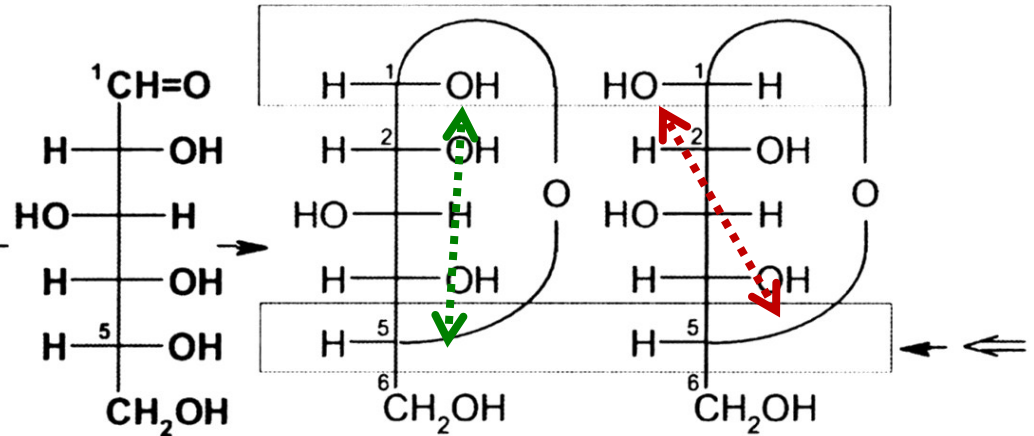
REFERENČNÍM anomerním atomu, jedná se o ANOMER α , opačná je β

anomerní centrum



α -D-glukofuranosa β -D-glukofuranosa

anomerní centrum



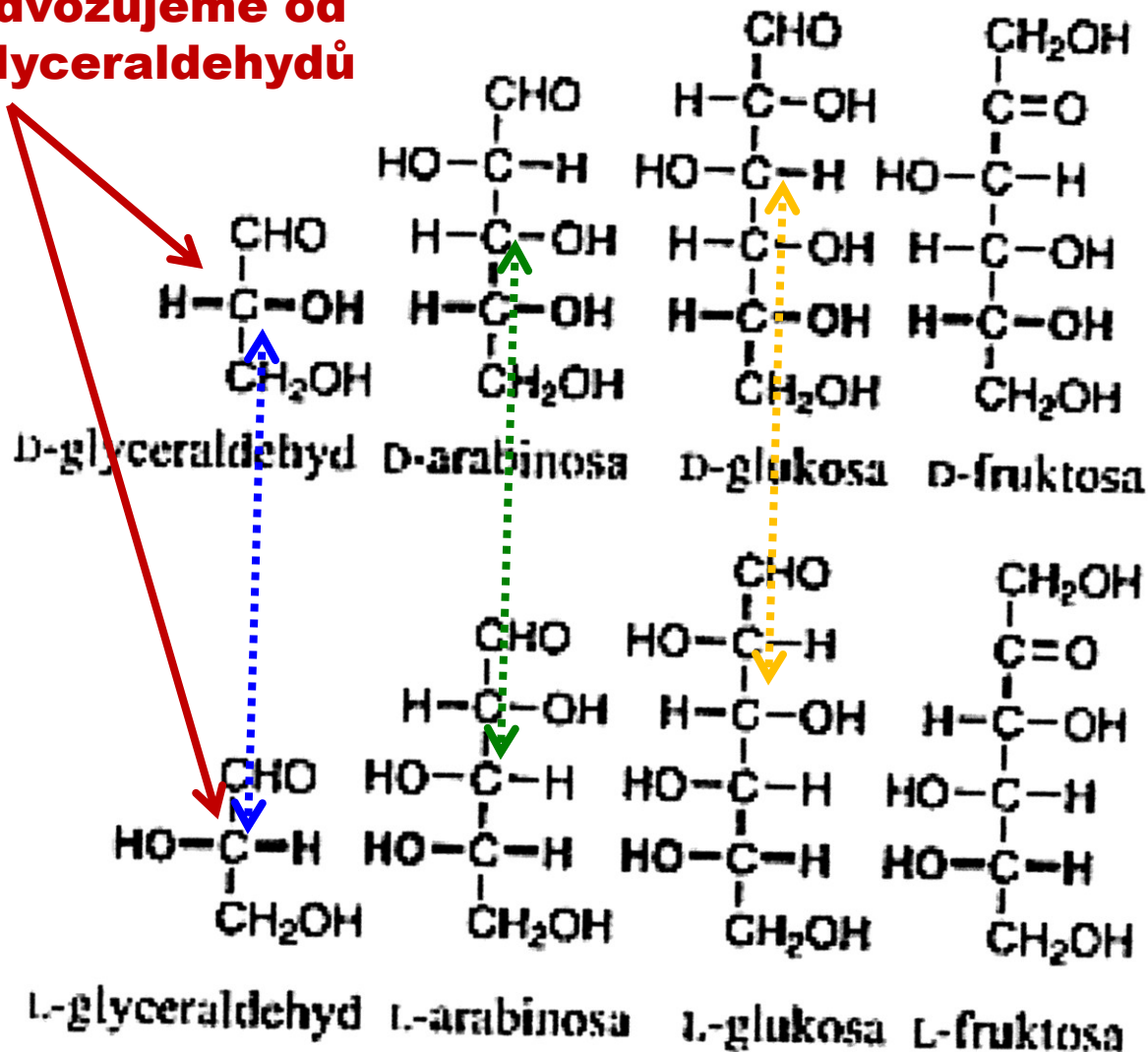
D-glukosa α -D-glukopyranosa β -D-glukopyranosa

**U pětičlenného kruhu
FURANOSY se -OH
spotřebovala na
poloacetalový kruh**

**Pokud je KONFIGURACE na NOVÉM anomerním centru stejná jako
na REFERENČNÍM anomerním atomu, jedná se o ANOMER α , opačná
je β**

Ještě jednou pro zopakování

D a L
odvozujeme od
glyceraldehydů



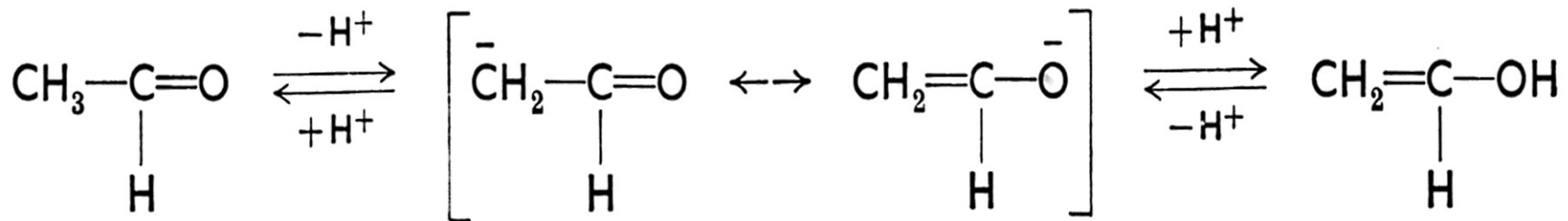
ENANTIOMERY
MAJÍ OPAČNOU
KONFIGURACÍ NA
VŠECH
ASYMETRICKÝCH
UHLÍCÍCH. Jsou
zrcadlovými
obrazy.

D a L PÍŠEME
JAKO KAPITÁLKY,
VELKÁ
PÍSMENA o
VELIKOSTI
PÍSMEN MALÝCH

TAUTOMERNÍ IZOMERY

TAUMERIE = STRUKTURNÍ NEJEDNOTNOST, vyplývající z určitých rychlých a vratných přesunů uvnitř organické molekuly.

Častým je TAUTOMERNÍ POSUN PROTONU, vzniklé izomery se nazývají TAUTOMERY.



karbonylová
forma
> 99% při
rovnováze

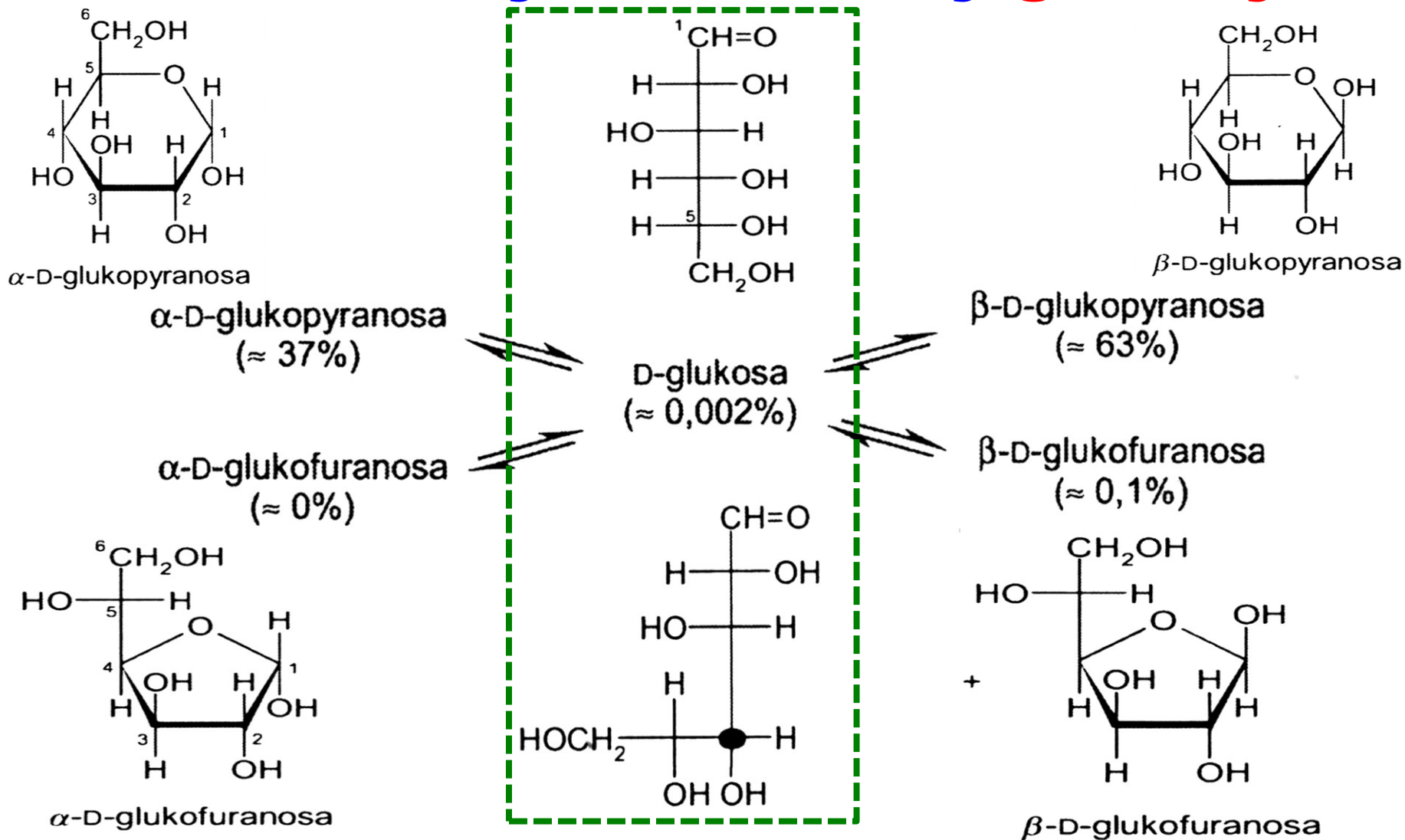
tautomerie u acetaldehydu

enolforma
< 1% při
rovnováze

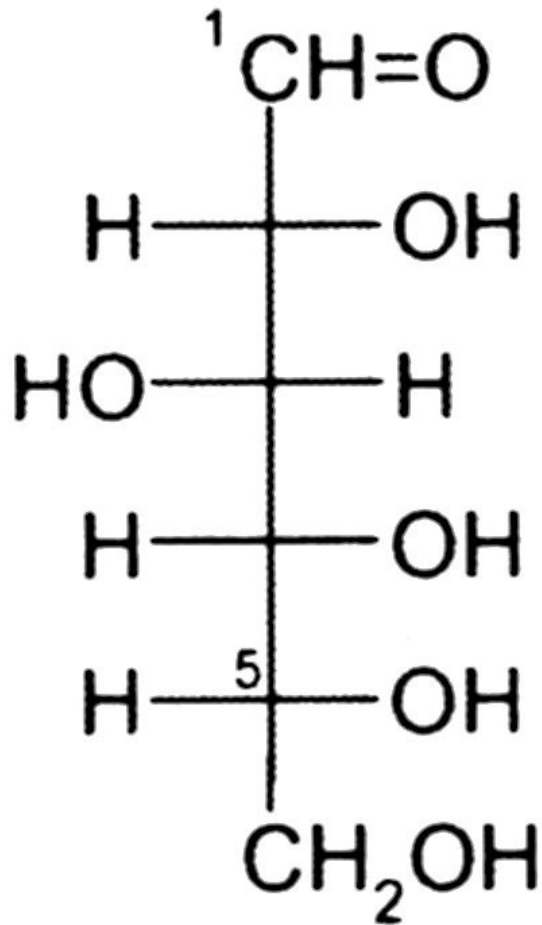
U sacharidů je TAUTOMERIE častou ve vodných roztocích > viz další snímek se schématem

TAUTOMERNÍ IZOMERY

lineární a cyklické formy glukózy



Redukující cukry



D-glukosa

Vlivem TAUTOMERIE vzniká LINEÁRNÍ FORMA.

Ta se REDUKUJE a tím jí ubývá.

Rovnováha se posunuje směrem k její další tvorbě.

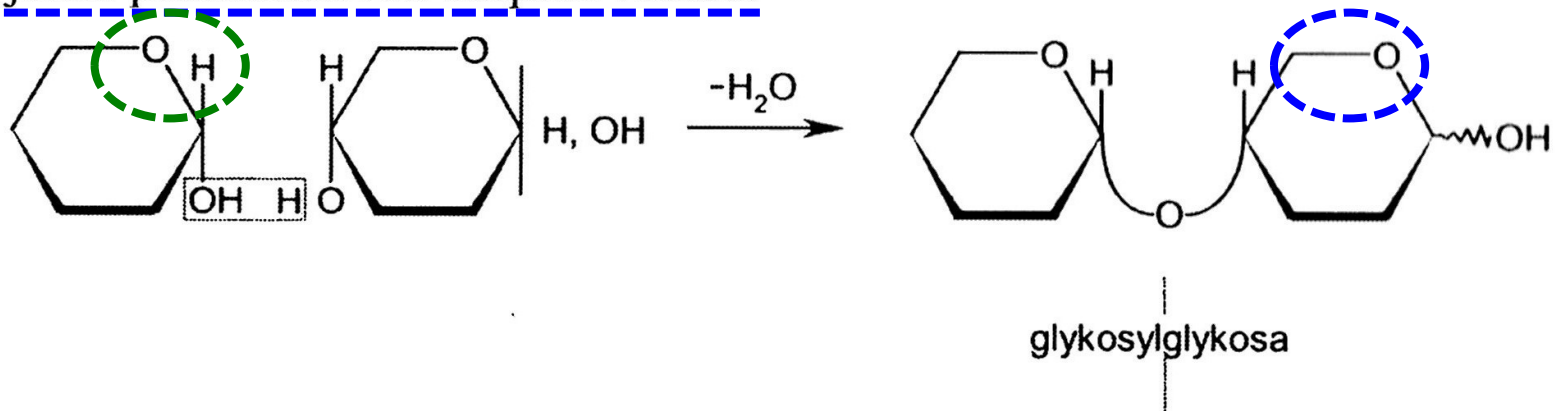
Probíhá další redukce glukózy.

SLOŽENÉ cukry

Počet MONOSCHARIDŮ v molekule	NÁZEV
2	Disacharid
3	Trisacharid
≤ 10	Oligosacharid
≥ 10	Polysacharid

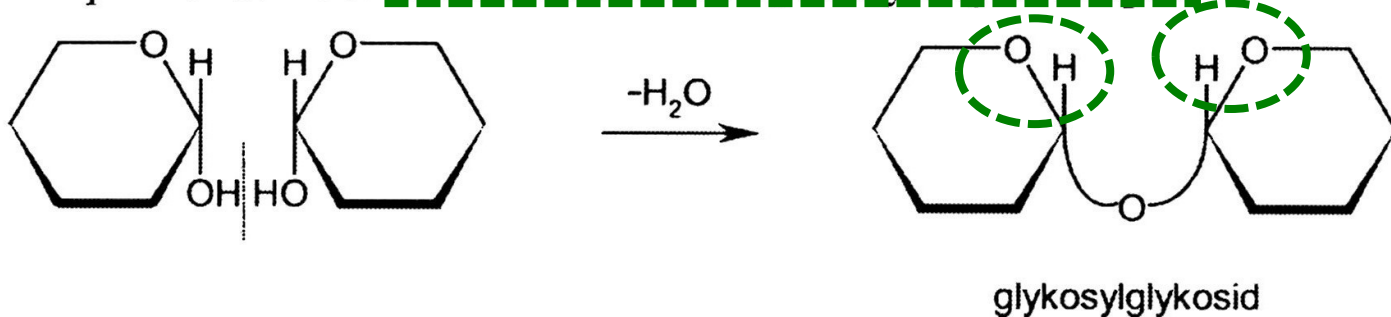
SLOŽENÉ cukry - tvorba názvů na SUBSTITUČNÍM PRINCIPU

Glykosylglykosy vznikají kondenzací anomerní hydroxylové skupiny jednoho monosacharidu s hydroxylovou neanomerní skupinou druhého monosacharidu, a mají proto jednu poloacetalovou skupinu volnou:

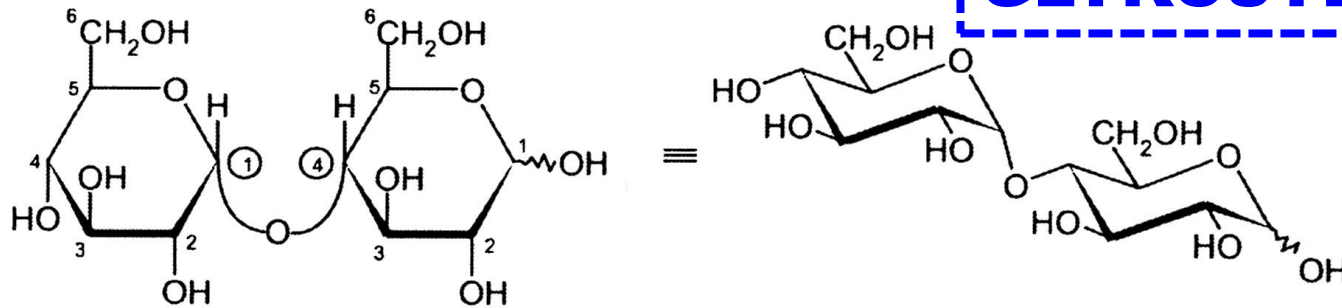


5

Glykosylglykosidy nemají volnou poloacetalovou skupinu, protože glykosidová vazba vzniká při kondenzaci dvou anomerních hydroxylových skupin:



5



Název podle IUPAC:

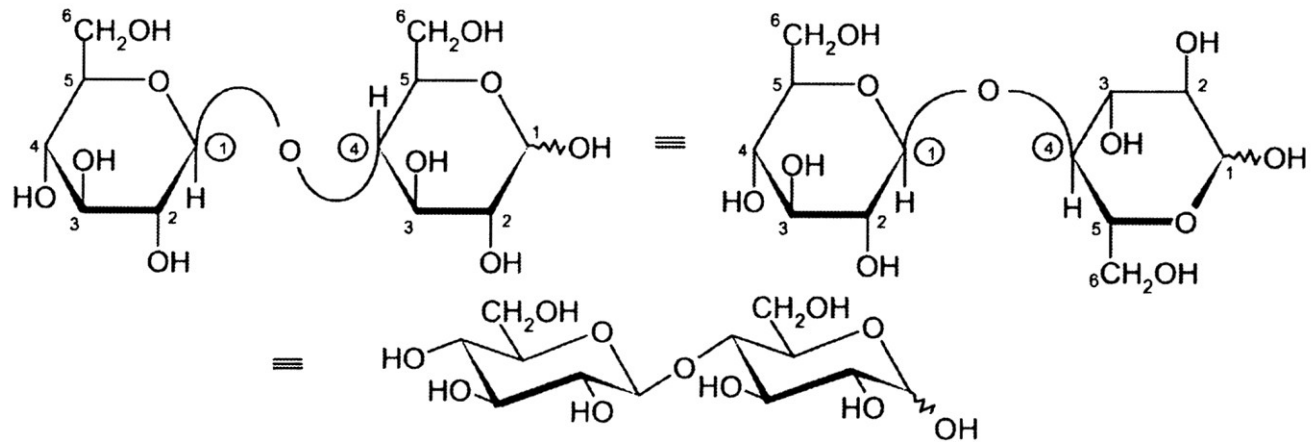
α -D-glukopyranosyl-(1 \rightarrow 4)-D-glukopyranosa
nebo ve formě zkráceného zápisu

[α -D-Glcp-(1 \rightarrow 4)-D-Glcp]

Název podle Chemical Abstracts:

4-O- α -D-glukopyranosyl-D-glukopyranosa

Maltosa



Název podle IUPAC:

β -D-glukopyranosyl-(1 \rightarrow 4)-D-glukopyranosa
nebo ve formě zkráceného zápisu

[β -D-Glcp-(1 \rightarrow 4)-D-Glcp]

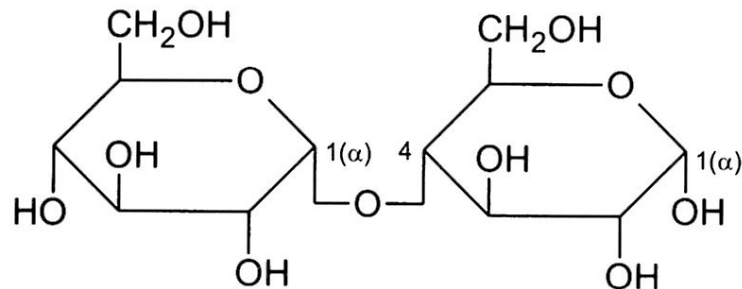
Název podle Chemical Abstracts:

4-O- β -D-glukopyranosyl-D-glukopyranosa

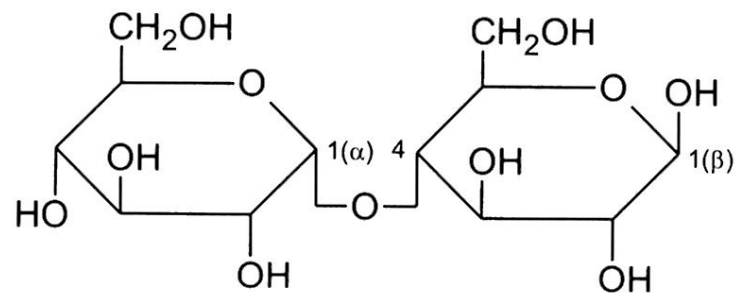
Cellobiosa

TAUTOMERIE & IZOMERIE u MALTOSY

α -D-glukopyranosyl-(1 \rightarrow 4)- α -D-glukopyranosa



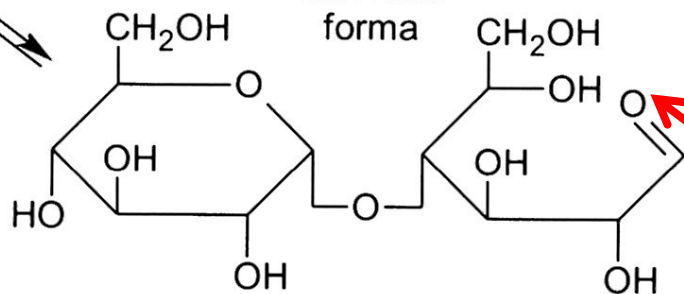
α -D-glukopyranosyl-(1 \rightarrow 4)- β -D-glukopyranosa



maltosa



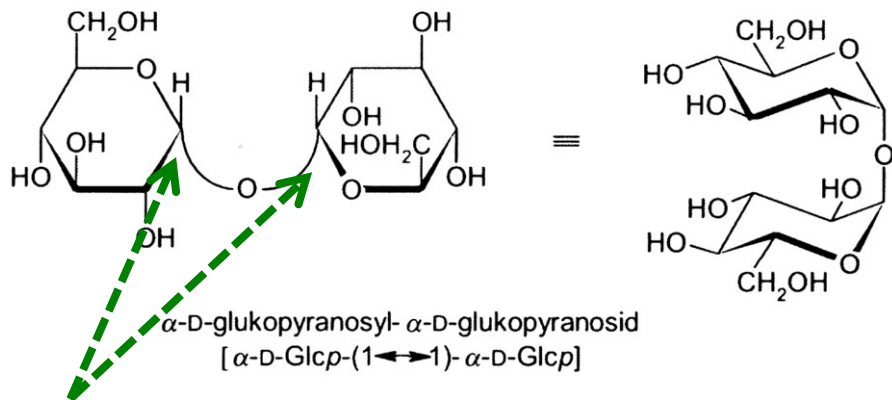
otevřená
forma



OTEVŘENÁ FORMY > UVOLNĚNÁ KARBONYLOVÁ SKUPINA > REDUKUJÍCÍ CUKR

GLYKOSYLGLYKOSIDY

α,α Trehalosa: disacharid vzniklý ze dvou molekul α -D-glukopyranosy.

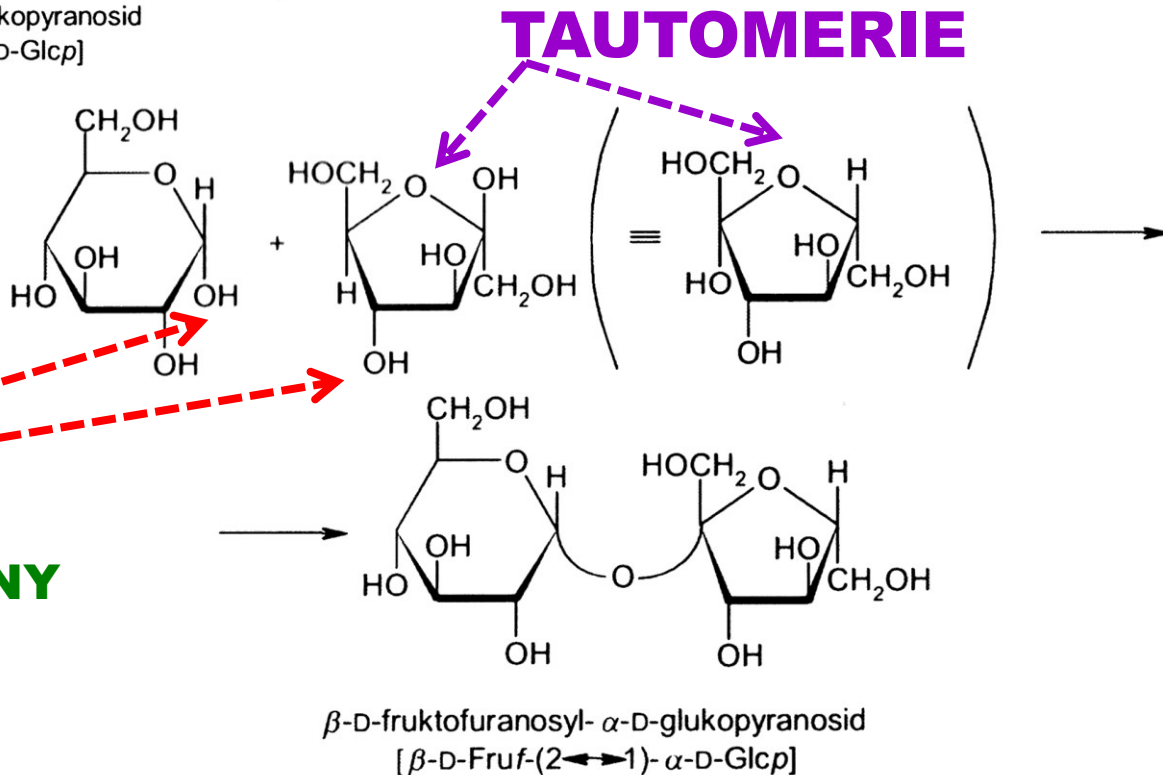


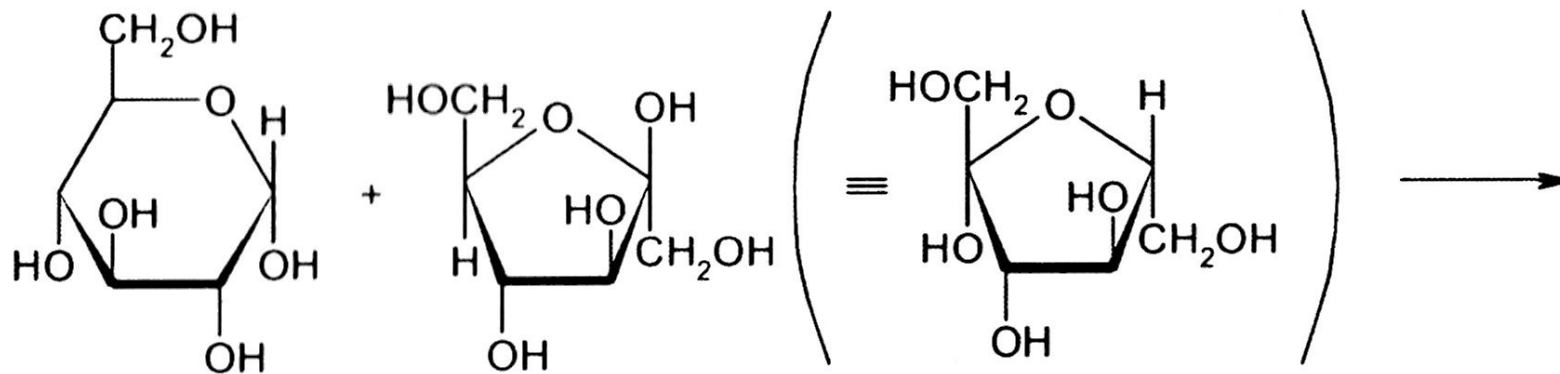
Trehalosa

Tady BYLY ANOMERNÍ HYDROXYLOVÉ SKUPINY

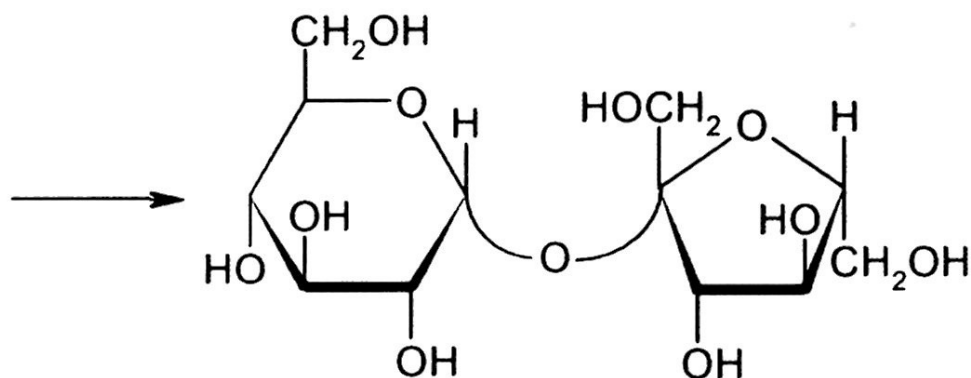
Tady JSOU ANOMERNÍ HYDROXYLOVÉ SKUPINY

Sacharosa





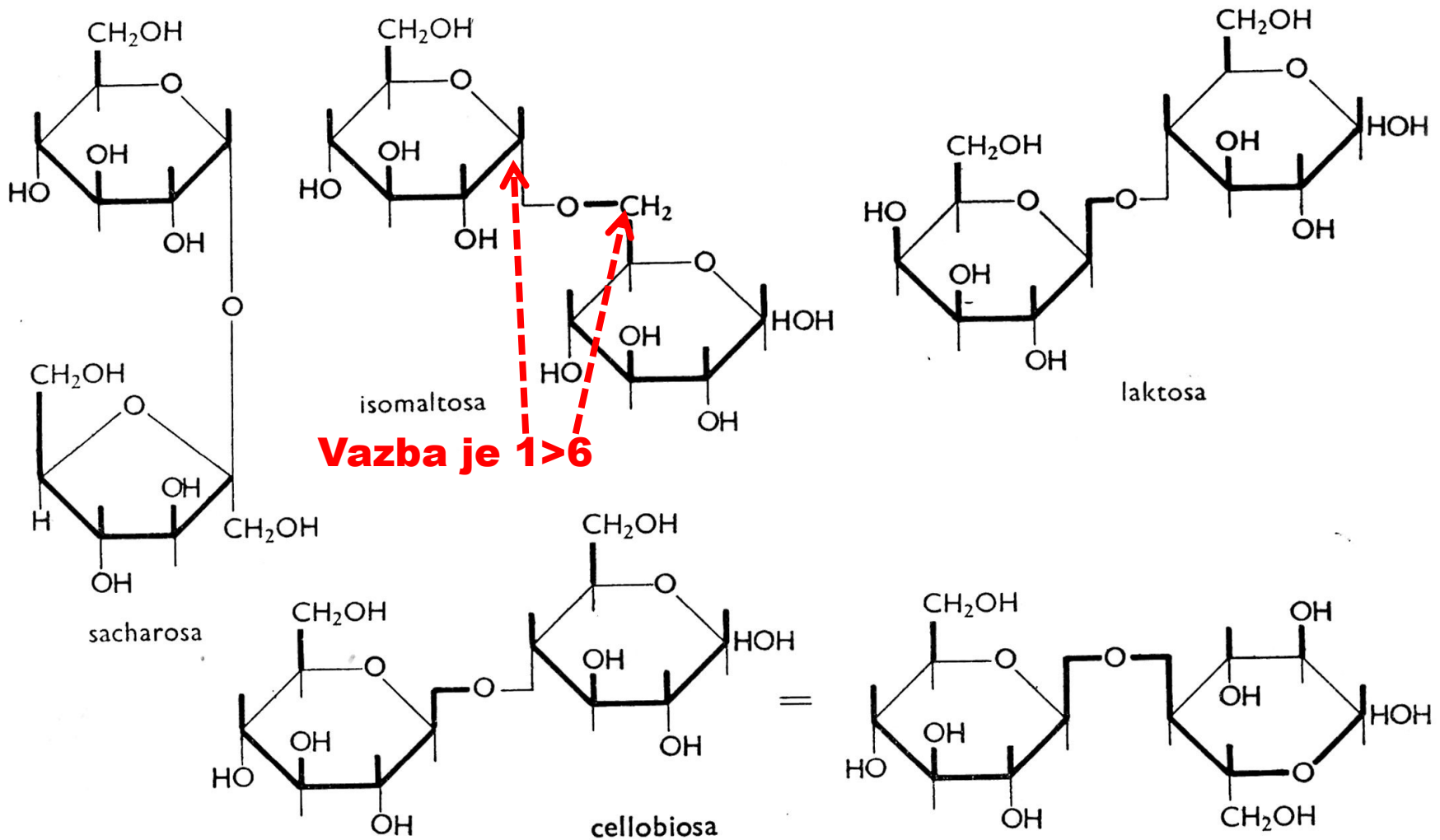
Sacharosa



$\beta\text{-D-fruktofuranosyl-}\alpha\text{-D-glukopyranosid}$
 $[\beta\text{-D-Fruf-(2}\leftrightarrow\text{1)-}\alpha\text{-D-Glcp}]$

Dřívější název pro sacharosu – $\alpha\text{-D-glukopyranosyl-}\beta\text{-D-fruktofuranosid}$ se už nepoužívá. Obecně platí, že v zakončení má pyranosid přednost před furanosidem, při stejných velikostech kruhu se monomerní jednotky řadí abecedně.

NĚKOLIK JINÝCH VZORCŮ DOSACHARIDŮ – pro zajímavost



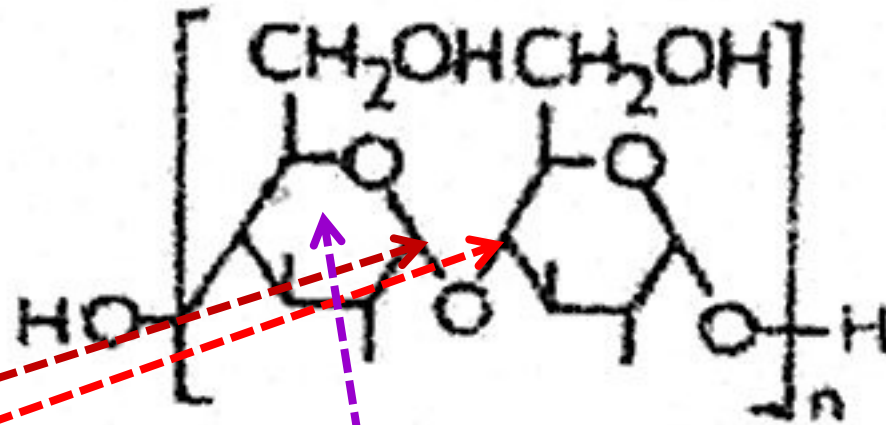
KONEČNĚ JSME U POLYSACHARIDŮ

Stejným způsobem lze vytvářet názvy trisacharidů a oligosacharidů, jejichž obecný tvar pro redukující oligosacharidy je glykosyl-[glykosyl]_n-glykosa a pro neredukující pak glykosyl-[glykosyl]_n-glykosid.

Můžete se ještě setkat s tou terminologií:

- **GLYKAN = POLYSACHARID**
- **GLUKAN = homoPOLYSACHARID od GLUKOSY**

KONEČNĚ JSME U ŠKROBU



(1→4) - α - D - glukopyranosyl - α - D - glukopyranose (maltosa)

**TO JE TO V
HRANATÉ
ZÁVORCE**

n = 150...500 : amyloza

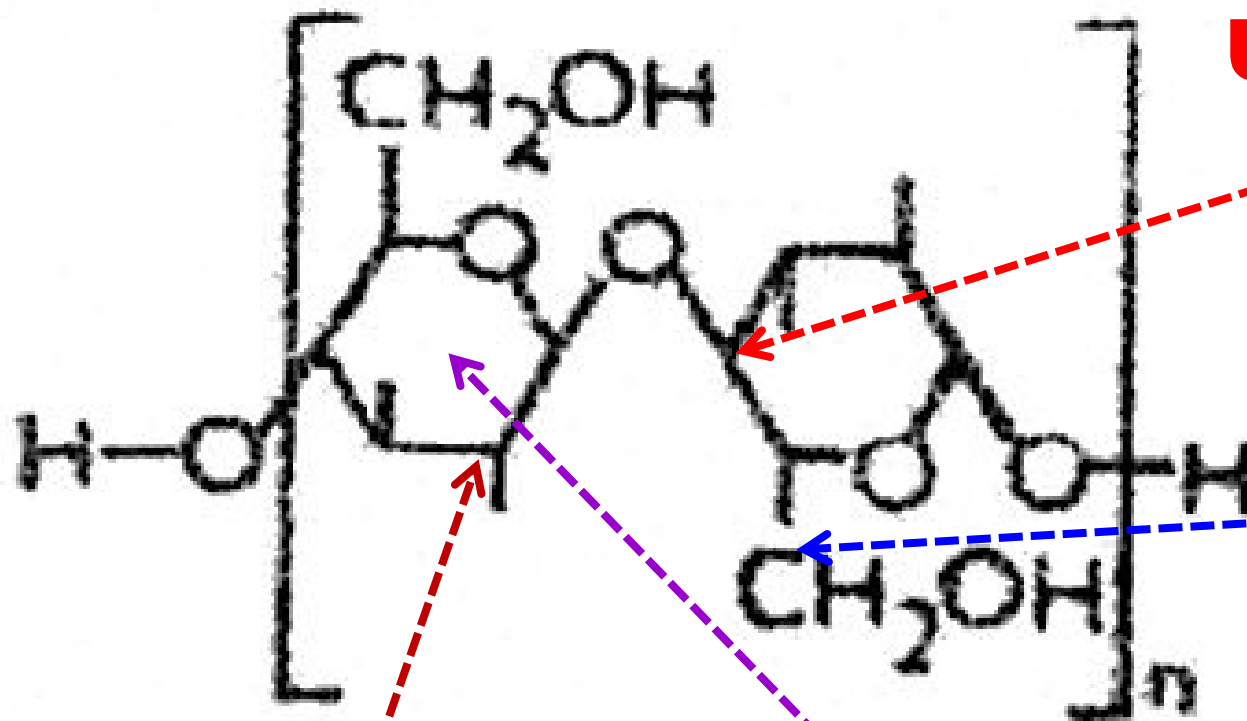
n = 250...7500, na každém 8. až 10.

jednotce glukosy (1→5) větvení:

amylopektin

29. 1. 2017

A TEĎ CELULOZA



Uhlík C4 !!!

**Pro lepší
pochopení si
molekulu otočte
- CH₂OH
skupinou
NAHORU**

n=1: (1→4)-β-D-glukopyranosyl-β-D-glukopyranosa (celobiosa)
n=1000...7000: celuloza

**TO JE TO V
HRANATÉ
ZÁVORCE**

Specializovaná publikace

Název	■ <u>Názvosloví sacharidů : (doporučení 1996) : český překlad / originál připravili k publikaci A.D. McNaught a ve verzi pro www G.P. Moss</u>
Vydání	1. vyd.
Nakl. údaje	Praha : Česká společnost chemická, 2001
Rozsah	96 s.
Edice	Chemické listy
ISBN	80-86238-16-4

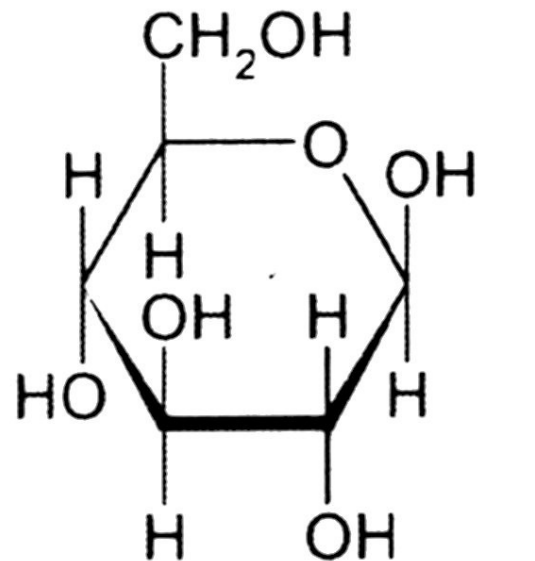
- 1. O názvosloví monosacharidů je skoro celá publikace**
- 2. NÁZVOSLOVÍ DISACHARIDŮ je tam málo, cca. 10 stránek.**
- 3. NÁZVOSLOVÍ OLIGOSACHARIDŮ je tam jen málo, cca. 3 stránky. Ještě k tomu málo příkladů vzorců.**
- 4. NÁZVOSLOVÍ POLYSACHARIDŮ je tam jen málo, cca. 3 stránky. Ještě k tomu bez příkladů vzorců.**

Tato publikace míří jinam než moje přednáška

Několik příkladů z jiné knihy

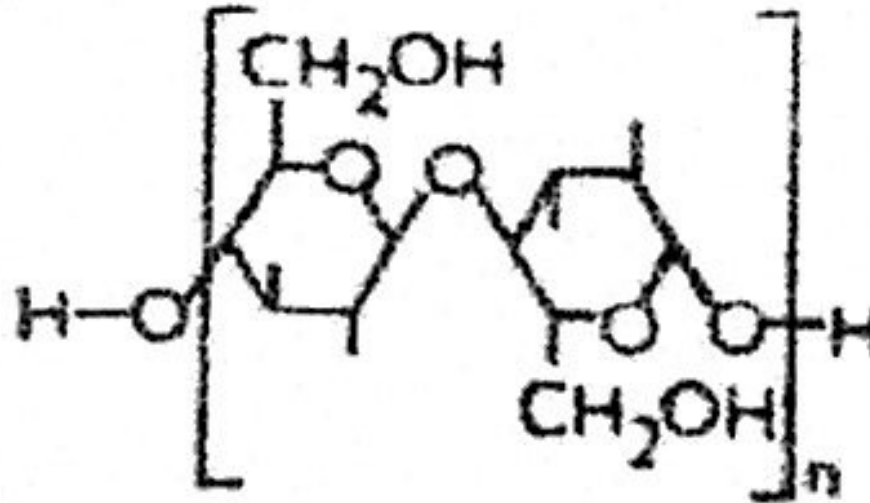
k případnému procvičení či použití

Stavební jednotka



β -D-glukopyranosa

Strukturní jednotka



n=1: (1→4)- β -D-glukopyranosyl- β -D-glukopyranosa (celobiosa)
n=1000...7000: celuloza

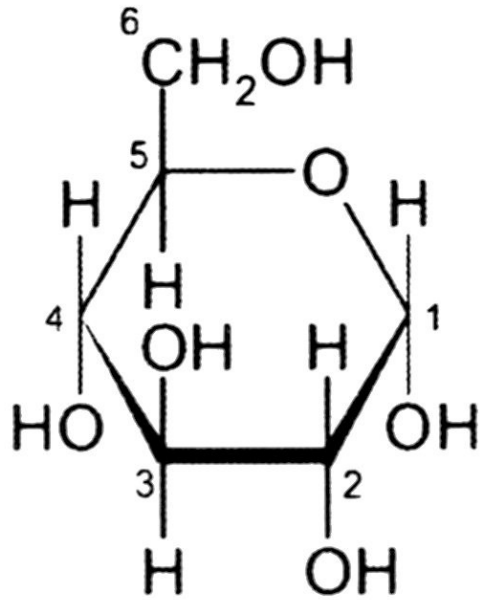
ANALOGIE S POLYETHYLENEM

**-CH₂-
methylen**

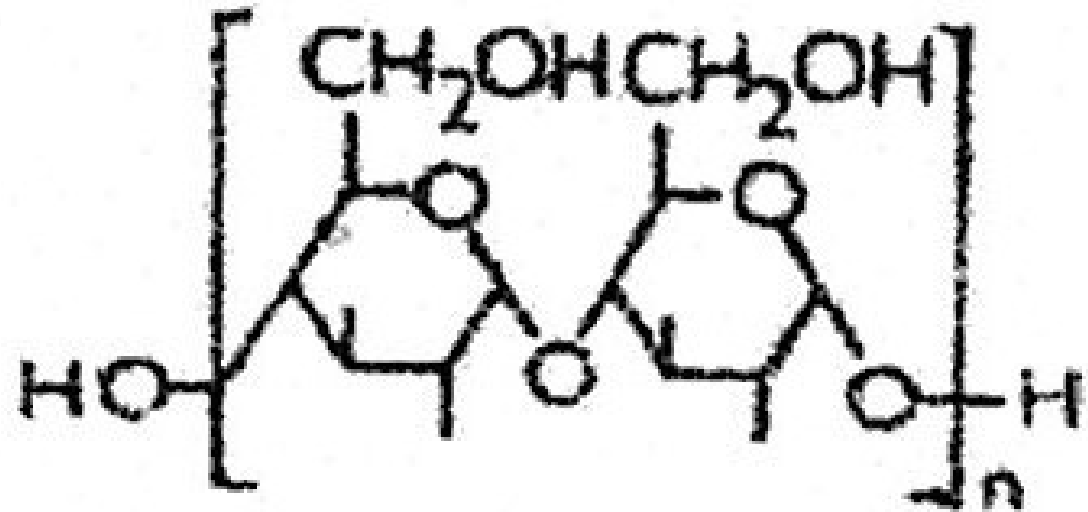
**-CH₂-CH₂-
ethylen**

Stavební jednotka

Strukturní jednotka



α -D-glukopyranosa



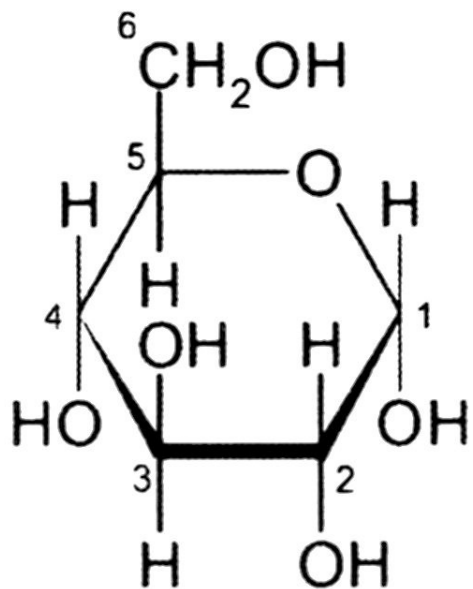
(1 \rightarrow 4) - α - D - glukopyranosyl - α - D - glukopyranose (maltosa)

n = 150...500 : amylosa

n = 250...7500, na každém 8. až 10. jednotce glukosy (1 \rightarrow 5) větvení:

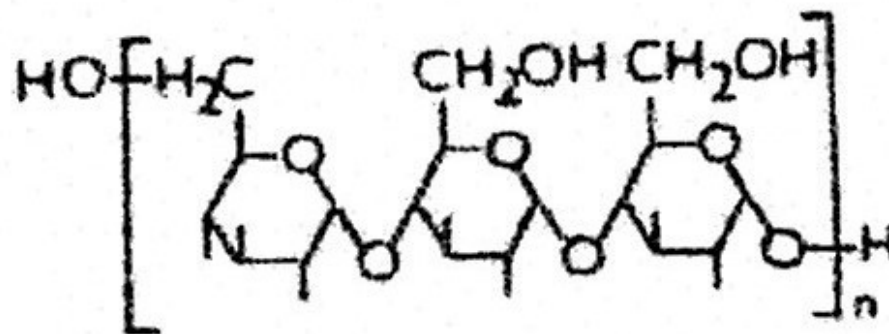
amylopektin

Stavební jednotka



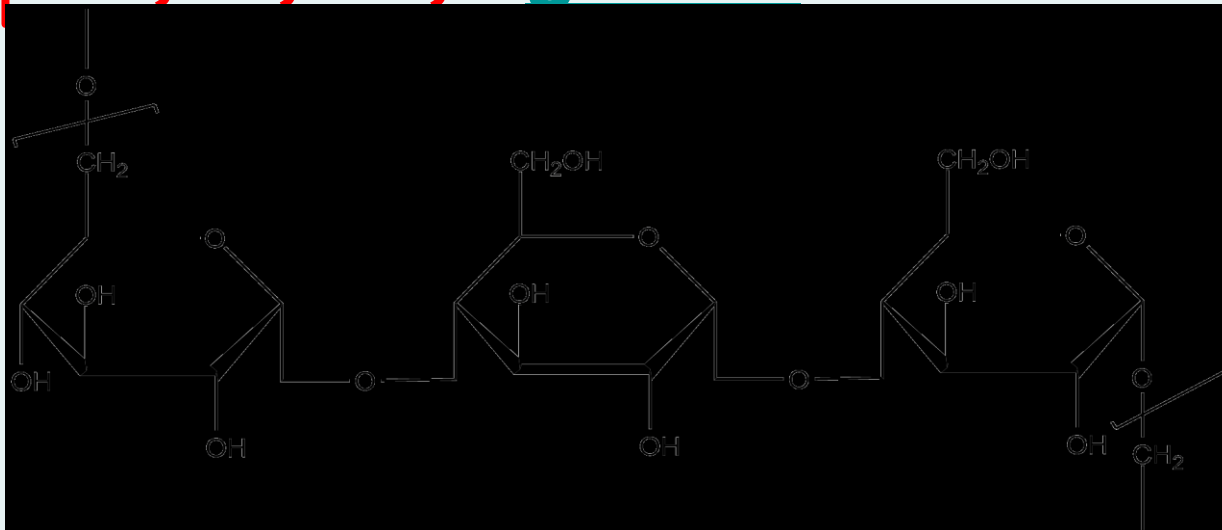
α -D-glukopyranosa

Strukturní jednotka

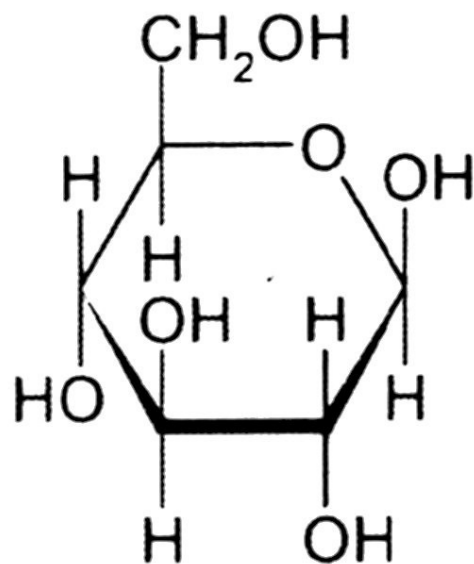


$n=300 \dots 3000$: pullulan

α -1,4- ; α -1,6-glucan'.

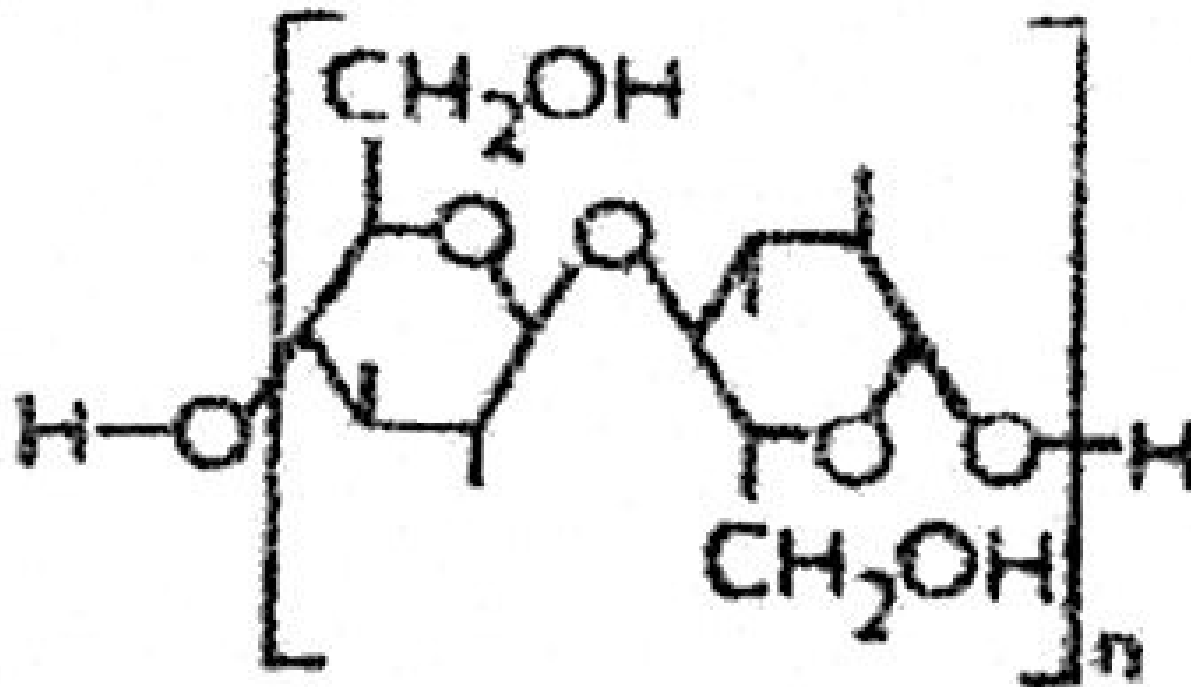


Stavební jednotka



β -D-glukopyranosa

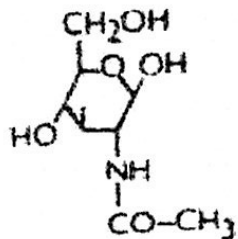
Strukturní jednotka



$n=1$: (1 \rightarrow 4)- β -D-glukopyranosyl- β -D-glukopyranosa (celobiosa)

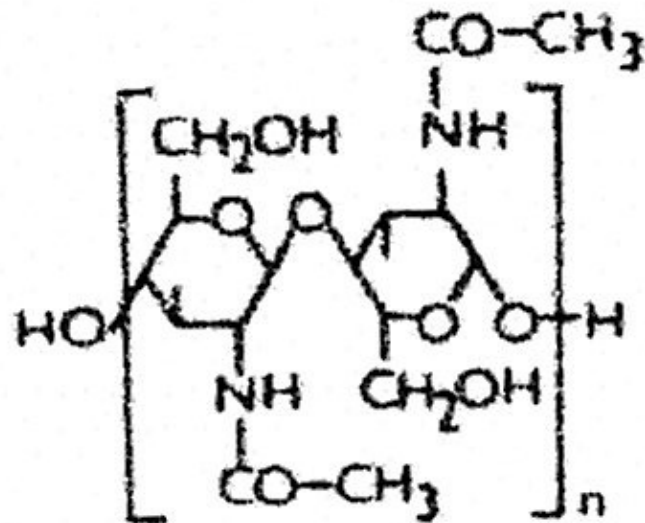
$n=1000 \dots 7000$: celulosa

Stavební jednotka



β -D-2-acetylamino-2-desoxyglukopyranosa
(acetylglukosamin)

Strukturní jednotka

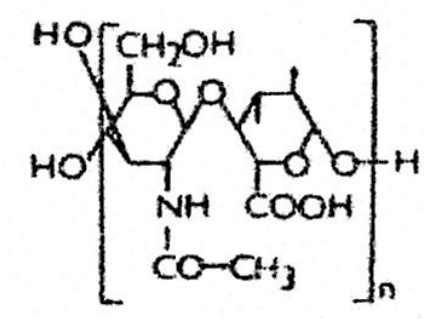
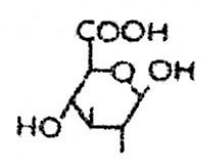


(1→4) spojení: chitin

Stavební jednotka

Strukturní jednotka

acetylglukosamin +



β -D-glukopyranuronová kyselina

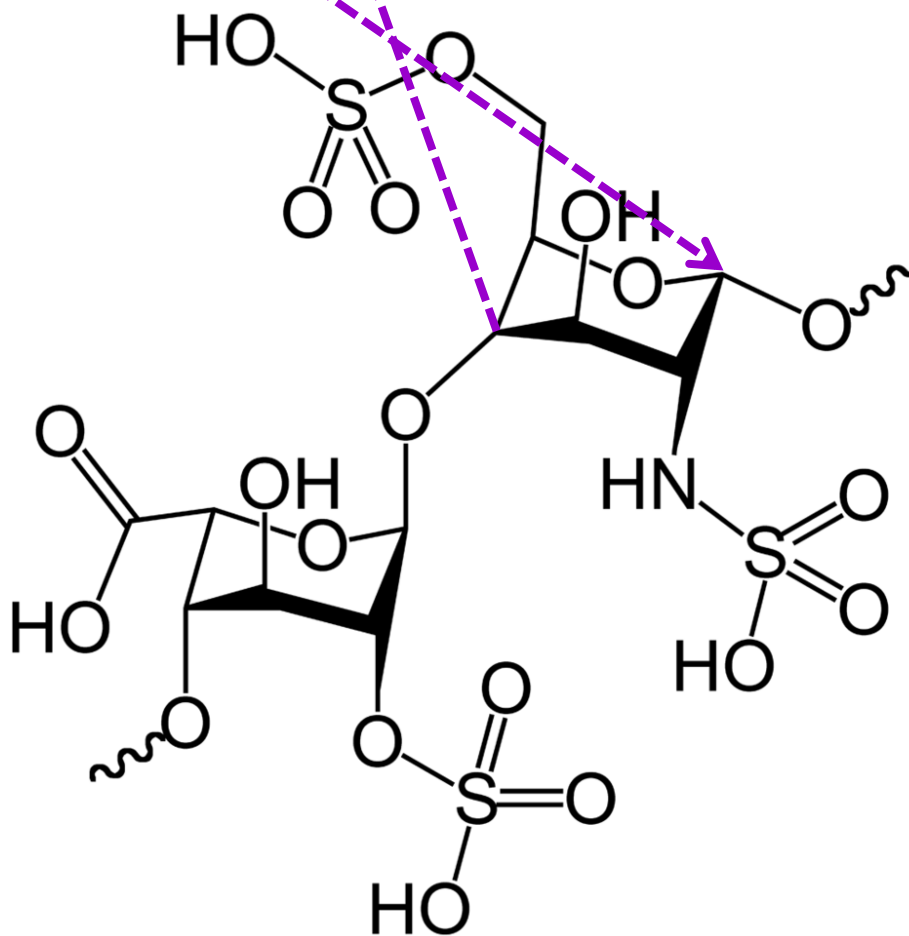
(1 \rightarrow 4) spojení: hyaluronová kyselina

Stavební jednotka

Strukturní jednotka

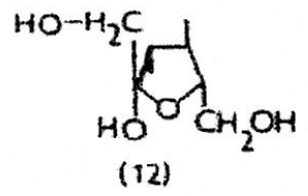
D-glukosemirsulfonát

α -(1→4) spojení: heparin

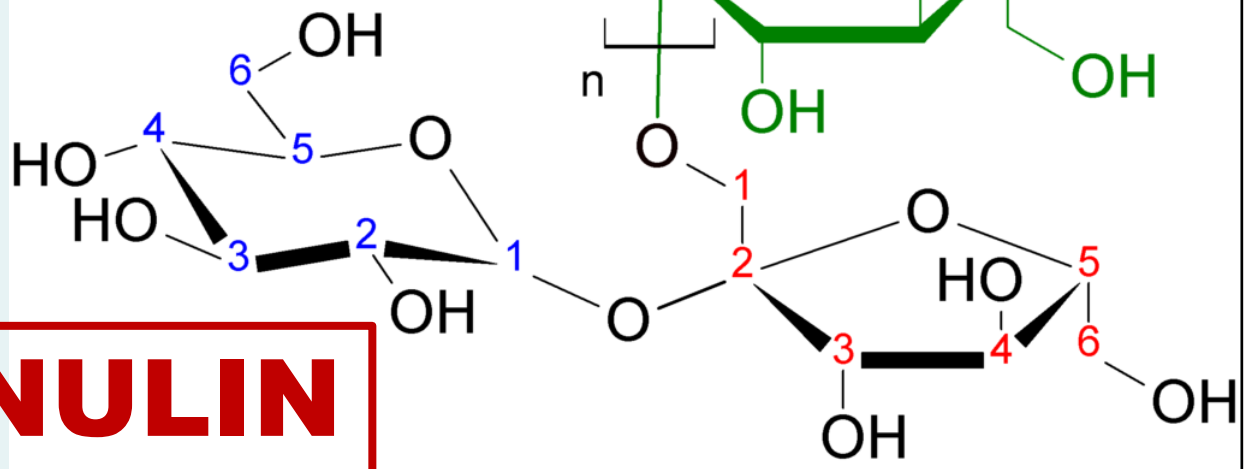
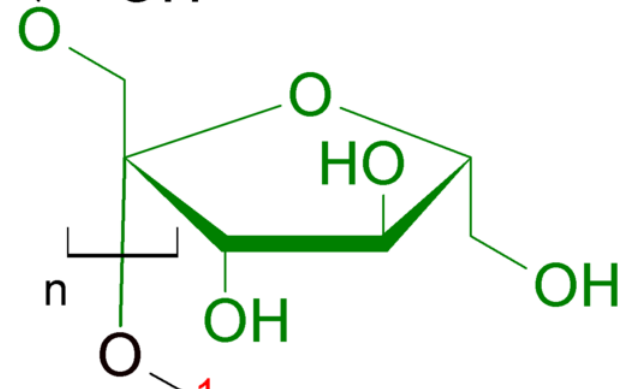
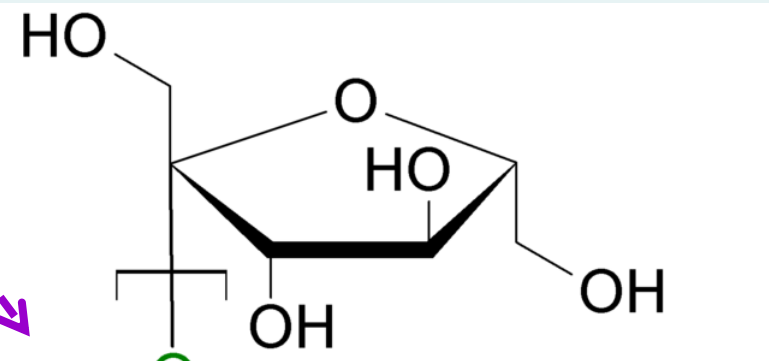
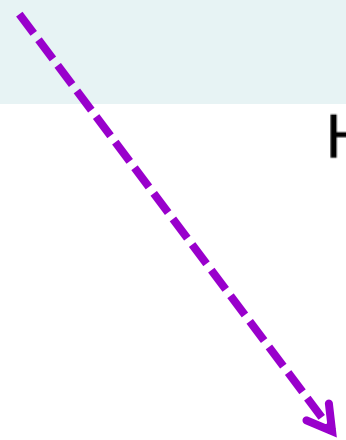


Stavební jednotka

Strukturní jednotka



β -D-fruktofuranosa



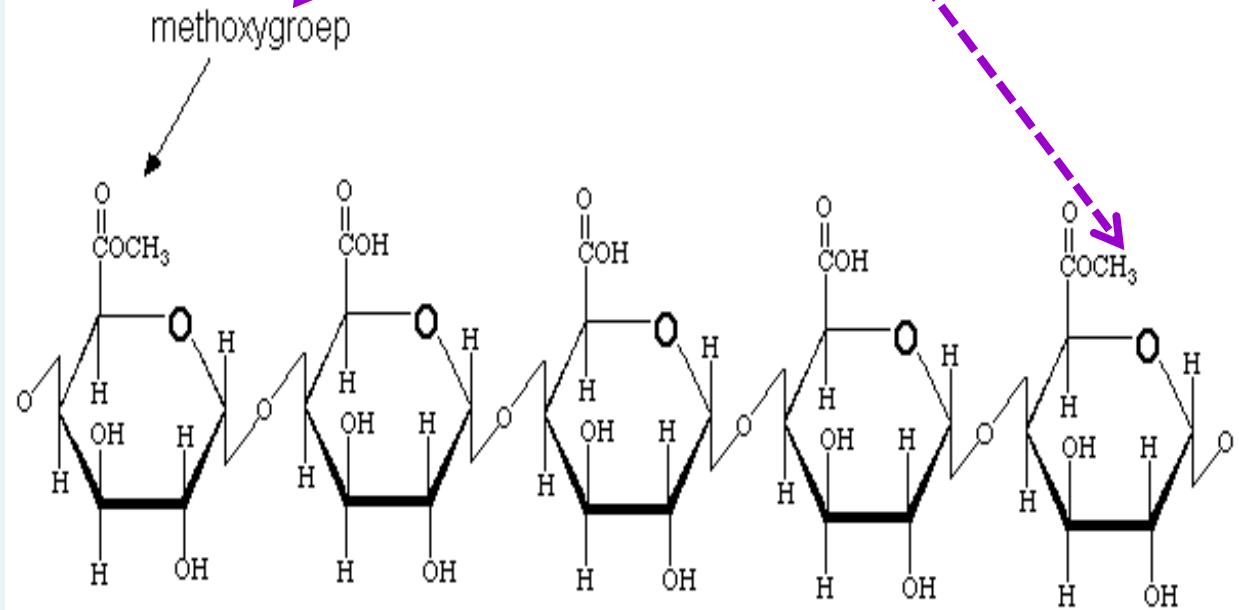
INULIN

Stavební jednotka

Strukturní jednotka

L-gulopyranurenová
kyselina

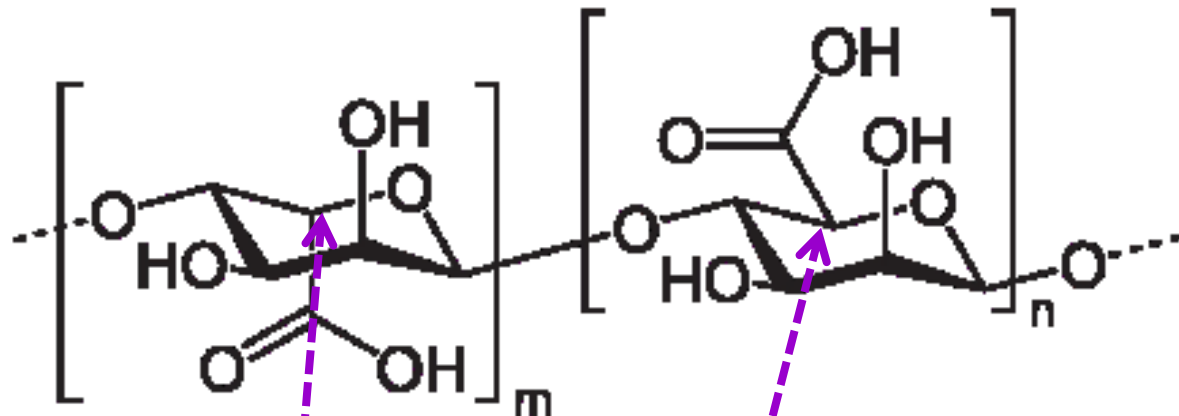
Neutrální pektiny - mají všechny skupiny esterifikovány methanolem.
Pektinové kyseliny - esterifikace je nulová.



Stavební jednotka

Strukturní jednotka

L-gulopyranurenová
kyselina



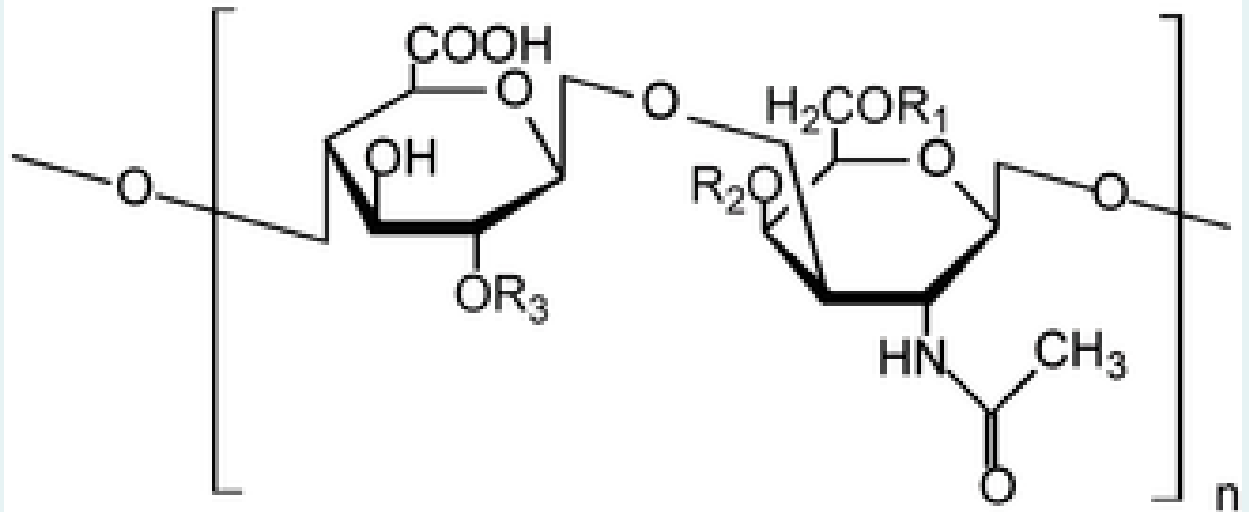
ALGINÁT Molar mass
10,000 – 600,000

Alginic acid is a linear copolymer with homopolymeric blocks of (1-4)-linked β -D-mannuronate (M) and its C-5 epimer α -L-guluronate (G) residues, respectively, covalently linked together in different sequences or blocks.

Stavební jednotka

Strukturní jednotka

**1→3 spojení:
chondroitin**



Chemical structure of one unit in a chondroitin sulfate chain. Chondroitin-4-sulfate: $R_1 = H$; $R_2 = SO_3H$; $R_3 = H$. Chondroitin-6-sulfate: $R_1 = SO_3H$; $R_2, R_3 = H$.