

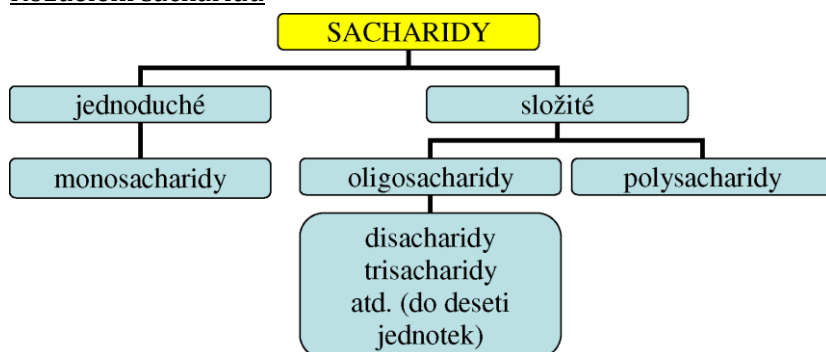
SACHARIDY

Biologický význam sacharidů

V tělech rostlin mají sacharidy především **stavební funkci**. Podstatnou součástí stěn rostlinných buněk je celulóza. Sacharidy jsou pro živočišný organismus hlavním **zdrojem energie**, která se uvolňuje při oxidaci glukosy složitými biochemickými reakcemi. Konečným produktem této oxidace je oxid uhličitý a voda – výchozí látky syntézy sacharidů v rostlinách. Množství uvolněné energie je stejné jako množství spotřebované při fotosyntéze.

Sacharidy jsou rovněž **zásobní látky** (škrob, glykogen) nejen pro získávání energie, ale i pro syntézu jiných biologicky významných látek – karboxylových kyselin, aminokyselin, lipidů a bílkovin.

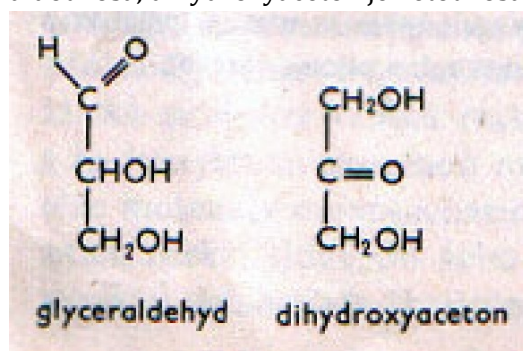
Rozdělení sacharidů



MONOSACHARIDY

Konstituce

Nejjednodušší monosacharidy jsou glycerinaldehyd a dihydroxyaceton. Glycerinaldehyd je aldotriosa, dihydroxyaceton je ketotriosa:

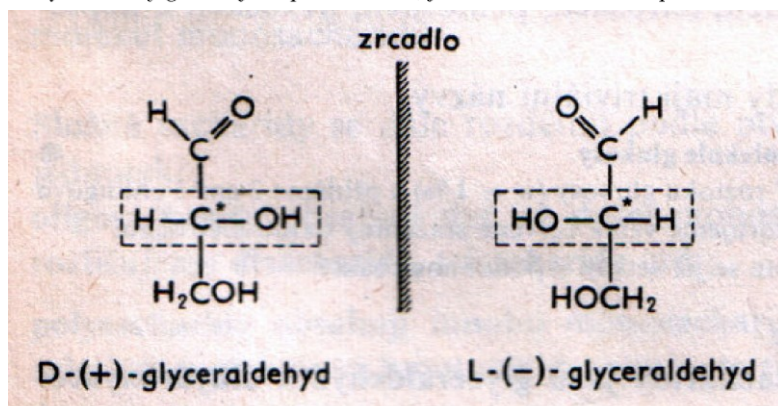


V molekule glycerinaldehydu je **chirální centrum** – **chirální (asymetrický) uhlíkový atom**. Známe dvě stereoisomerní formy (dvě různé konfigurace) této látky, mezi kterými je takový rozdíl, jako mezi předmětem a jeho neztotožnitelným obrazem v zrcadle. Tuto konfigurační (prostorovou) isomerii nazýváme **optickou isomerií**.

Oba isomery jsou z chemického hlediska rovnocenné, liší se však vlastnostmi fyzikálními (teplotou tání, teplotou varu, směrem otáčení roviny polarizovaného světla). Jsou opticky aktivní, rovinu polarizovaného světla stáčí o stejný úhel, každá konfigurace v jiném směru.

Proto se nazývají **optické antipody** čili **enantiomery**. Směs optických antipodů v poměru 1:1 je opticky neaktivní, nazývá se **racemát (racemická směs)**.

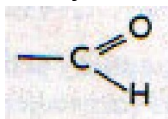
Podle smyslu otáčení roviny polarizovaného světla se opticky aktivní na levotočivé (označujeme je znaménkem -) a na pravotočivé (označujeme je znaménkem +). Podle konfigurace, tj. podle prostorového uspořádání atomů nebo skupin vázaných na chirální atom, patří opticky aktivní do D- nebo L- řady. Vztah mezi směrem otáčení roviny polarizovaného světla a příslušností opticky aktivní látky do D- nebo L- řady však neexistuje. Některé látky s D-konfigurací jsou pravotočivé, jiné levotočivé. Totéž platí o látkách s L-konfigurací.



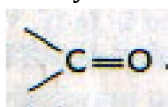
Do D-řady zařazujeme ty sacharidy, které mají na posledním asymetrickém uhlíku stejné uspořádání jako D-glyceraldehyd (hydroxylovou skupinu píšeme vpravo).

Názvosloví

- aldosy – vedle hydroxylových skupin mají i skupinu i aldehydickou -CHO



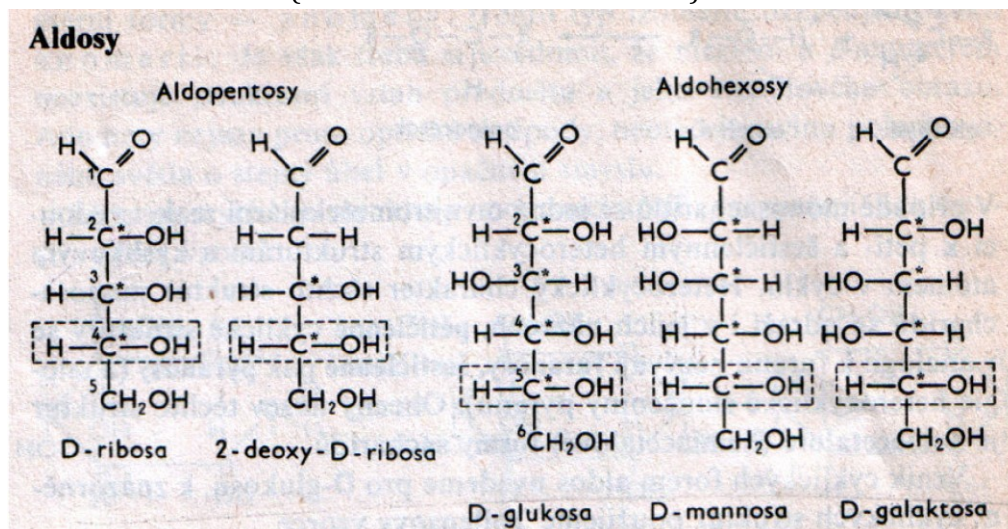
- ketosy – kromě hydroxylových skupin mají i skupinu ketonickou -CO-



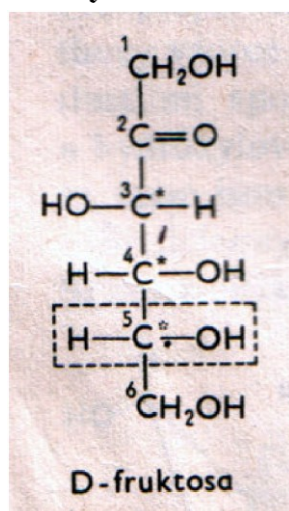
Podle počtu uhlíkových atomů v molekule monosacharidů hovoříme o **aldo-** nebo **keto-**triosách, tetrosách, pentosách, hexosách a heptosách. Jednotlivé sacharidy mají triviální názvy.

Typy vzorců

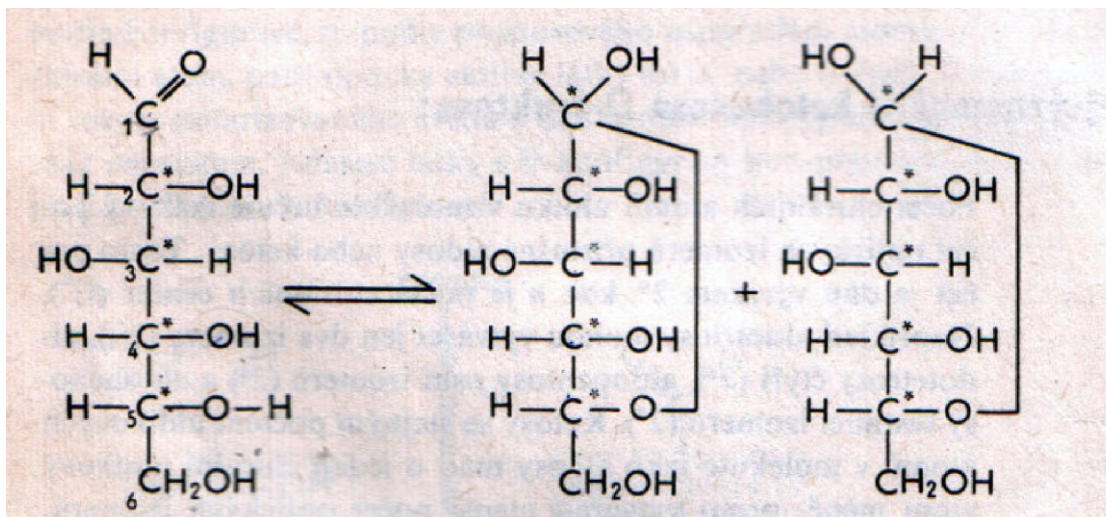
1) FISCHEROVY VZORCE (lineární vzorce monosacharidů)



Ketosy



2) TOLLENSOVY VZORCE (cyklické formy monosacharidů)



D-glukosa

α -D-glukopyranosa β -D-glukopyranosa

3) HAWORTHOVY VZORCE (perspektivní vzorce) viz. Turjap

Pro přepis Tollensových vzorců na názornější perspektivní Haworthovy vzorce platí pravidlo: **pod rovinu cyklu píšeme vodíkové atomy a hydroxylové skupiny, které jsou v Tollensových vzorcích vpravo; ty, které jsou nalevo, píšeme nad rovinu cyklu.**

RIBOSA (aldopentosa)

Vlastnosti

- v přírodě je obvyklá její D-forma
- přirozeně se vyskytuje ve všech živých buňkách

Význam

- je významnou součástí RNA (součástí nukleotidů - tvoří proto složku takových látek, jako jsou ribonukleové kyseliny, adenosintrifosfát, nikotinamidadenindinukleotid a mnoho dalších), podobně jako její derivát 2-deoxy-D-ribosa, která tvoří základní složku DNA (2-deoxy-D-ribosa vzniká náhradou jedné hydroxylové skupiny v molekule D-ribosy atomem vodíku)

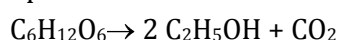
GLUKOSA (ketohehexosa)

Vlastnosti

- nazývaná též **hroznový cukr**
- bílá, sladká látka, dobře rozpustná ve vodě
- volná je obsažena v ovoci, medu, rostlinných šťávách a v krvi živočichů
- vázaná tvoří součást mnoha oligosacharidů (např. sacharosy, laktosy) a polysacharidů (např. škrob, celulóza, glykogen)

Význam

- je významným (je nezbytná pro fungování lidského těla) zdrojem energie, proto se v lékařství používá jako součást umělé výživy
- základní surovinou pro její výrobu je škrob
- působením kvasinek kvasí na alkohol



glukosa $\rightarrow$ ethanol + oxid uhličitý

FRUKTOSA (ketohehexosa)

Vlastnosti

- nazývaná též **ovocný cukr**
- společně s glukosou se vyskytuje v ovoci a medu
- ze všech cukrů je nejsladší a je součástí disacharidu sacharózy
- stačí rovinu polarizovaného světla doleva

Význam

- používá se v potravinářském průmyslu jako doplněk nebo substituent cukru (sacharózy), popřípadě jako alternativa k umělým sladidlům jako je např. aspartam
- používá v nealkoholických nápojích (limonádách, sodách, ochucených minerálních vodách, mléčných drincích, sportovních drincích, aj.), dále v různých omáčkách, dresincích, příchutích k jiným potravinám, atd.

GALAKTOSA (aldohexosa)

Vlastnosti

- nejvýznamnějším zdrojem galaktosy v přírodě je laktosa (*mléčný cukr*)
- je součástí krevních polysacharidů, hemicelulóz a rostlinných slizů
- L-galaktosa je obsažena v polysacharidu agaru

Význam

- jako součást mateřského mléka je důležitým zdrojem energie pro kojence
- v játrech se mění na glukózu-6-fosfát a je zabudovávána do glykogenu (zásobní látka v těle živočichů)

MANNOSA (aldohexosa)

Vlastnosti

- obsažena ve složitých sacharidech
- v některých rostlinách – rohovník obecný (plody svatojánský chléb), kanadský javor, pomerančová kůra (volná), v semenech palem, skořápkách ořechů

Význam

- je masivně vylučována do moči, tam na sebe „váže“ bakterie, které pak ztrácejí svojí schopnost uchycení ke sliznici močového měchýře -> je tedy „přírodním“ antibiotikem

DERIVÁTY MONOSACHARIDŮ

- vznikají chemickou modifikací nebo nahrazením funkční skupiny monosacharidů skupinou – COOH, -NH₂, -SO₃H aj.

GLYKOSIDY

- glykosidy rozumíme organické sloučeniny, zpravidla **rostlinného původu**, které se při hydrolýze štěpí na cukr a složku necukernou, zvanou aglykon
- jsou to látky nejčastěji bezbarvé, řidčeji zbarvené, převážně neutrální reakce, obvykle rozpustné v alkoholu a ve vodě
- všechny glykosidy obsahují uhlík, vodík a kyslík, jen v některých je obsažen ještě dusík, malý počet glykosidů obsahuje také síru nebo draslík anebo obojí
 - kardoaktivní glykosidy – např. digitoxin, gitoxin, léčiva užívaná při srdeční arytmií nebo srdečním selhání, přirozeně se vyskytují např. v náprstnících, konvalinkách, hlaváčcích

- kyanogenní glykosidy – např. amygdalin, prunasin, kyanogenní glykosidy se vyskytují zejména u vyšších rostlin, ale známe i případy výskytu v říši hmyzu, kyanogenní glykosidy jsou pro rostliny důležité jako ochrana před požerem od zvířat, ale také jako ochrana před atakem mikrobů
- antrachinonové glykosidy –např. rhein, emodin, rostliny s jejich obsahem se běžně používají jako projímadla (laxativa)
- thioglykosidy (glukosinoláty) –např. sinigrin, glukotropeolin, snižují organickou vazbu jodu a tím i tvorbu aktivních hormonů; obsažené v hořčičné silici (její požití vyvolává podráždění žaludku a střev, při větších dávkách i poškození ledvin)
- saponiny – např. githagin (nejjedovatější), cyklamin, způsobují hemolýzu červených krvinek

FOSFOREČNÉ ESTERY (fosforylované cukry)

- vznikají enzymy katalyzovaným přenosem jednoho nebo dvou zbytků kyseliny fosforečné z vhodných donorů (ATP) na první nebo poslední uhlík sacharidu
- v této podobě vstupují sacharidy do metabolismu (např. 3-fosfoglyceraldehyd nebo fruktózo-1,6-bisfosfát)

DISACHARIDY

Konstituce

viz. Turjap

SACHAROSA

- **neredukující** disacharid (nemá volné poloacetalové skupiny)

Triviální název: řepný cukr (v „koloniále“ třtinový cukr)

Výskyt

- vyskytuje se ve všech rostlinách -> nejbohatšími zdroji sacharózy jsou cukrová řepa a cukrová třtina
- sacharóza se používá jako nejběžnější sladidlo, v těle se enzymaticky štěpí na **glukózu a fruktózu**, které se dále metabolizují
- sacharóza neobsahuje žádné pro organismus užitečné látky, je pouze vydatným zdrojem energie
- zahříváním hnědne a mění se na karamel

Význam

- hlavně v potravinářství -> používá se jako sladidlo potravin i nápojů
- ve farmacii, kde slouží jako regulátor nepříjemné chuti některých léků
- má také pomocný význam jako plnidlo či pojivo při výrobě některých lékových forem (granulované prášky, tablety, dražé, sirupy...)

LAKTOSA

- **redukující** disacharid
- vzniká spojením molekuly glukosy a galaktosy

Triviální název: mléčný cukr

Výskyt

- v **mléce** savců

Význam

- laktóza se získává ze syrovátky
- některé kvasinky zkvašují laktózu na ethanol a kyselinu mléčnou -> toho se využívá při výrobě kefíru z kravského mléka

MALTOSA

- **redukující** disacharid
- tvořena dvěma molekulami glukózy

Triviální název: sladový cukr

Výskyt

- lze ji získat enzymatickou hydrolýzou škrobu
- enzym maltáza, který obsahuje naklíčený sladovnický ječmen, štěpí maltózu na zkvasitelnou glukózu -> na tomto procesu je založena výroba piva

Význam

- výroba některých cukrovinek
- při výrobě piva

POLYSACHARIDY

ŠKROB

Konstituce

viz. Turjap

Vlastnosti

- bílý prášek bez chuti a vůně, **má funkci zásobní látky**
- škrob kromě glukózy obsahuje v malém množství lipidy, proteiny a zhruba 25–35 % vody
- není alkoholicky zkvasitelný, teprve enzymaticky (v trávicí soustavě živočichů včetně člověka) se odbourává na zkvasitelné sacharidy
- makromolekulární látka složená ze dvou složek, stavební jednotkou obou je glukosa:
 - amylosa
 - ve vodě rozpustná, má nevětvené řetězce, obsahuje D-glukózové zbytky vázané $\alpha(1 \rightarrow 4)$ glykosidickými vazbami, přidáním roztoku jodu se barví modře
 - amylopektin
 - ve vodě se nerozpouští, ale bobtná, má větvené řetězce, obsahuje D-glukózové zbytky spojené $\alpha(1 \rightarrow 4)$ i $\alpha(1 \rightarrow 6)$ glykosidickými vazbami, přidáním roztoku jodu se barví hnědě

Výskyt

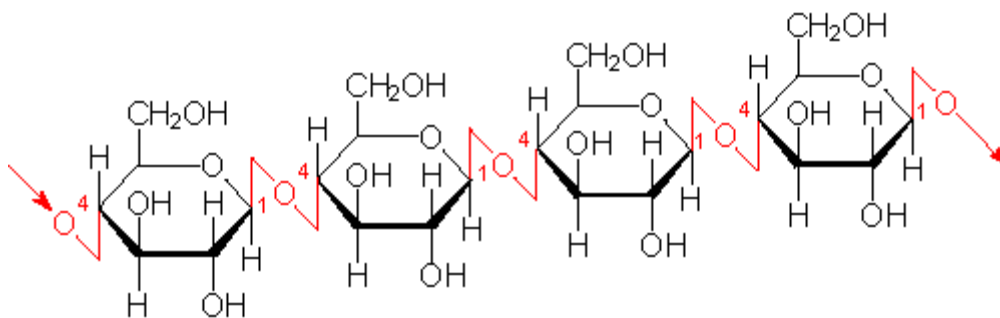
- hlavním zdrojem škrobu jsou některé části rostlin -> ukládá se procesem asimilací v zásobních orgánech rostlin (semenech či hlízách brambor, kukuřice, pšenice, rýže) ve formě škrobových zrn, zvláště bohaté na škrob jsou brambory, banány, obilniny a tapioka

Význam

- v potravinářství (součást chleba, mouky, rýže apod.)
- k výrobě lepidel
- ke škrobení
- kvasný průmysl
- výroba alkoholu
- výroba glukosy (hydrolýzou H_2SO_4)

CELULOZA

Konstituce



Vlastnosti

- patří mezi lineární polysacharidy, jednotlivé glukosové jednotky jsou spojené vazbou β (1 $\rightarrow$ 4) a tvoří dlouhé, nerozvětvené řetězce
- nerozpustná ve vodě

Výskyt

- je hlavní **stavební látkou rostlinných primárních buněčných stěn** a spolu s ligninem a hemicelulózami se podílí na stavbě sekundárních buněčných stěn
- většina živočichů nemá enzymy, které by dokázaly rozštěpit β 1,4 vazby mezi jednotlivými glukosovými jednotkami, proto je pro ně celulóza nestravitelná a v potravě tvoří tzv. **vlákninu**, která projde trávicím traktem a společně se střevními bakteriemi tvoří výkaly
- váže více než polovinu uhlíku přítomného v biosféře

Význam

- celulózové vlákno se používá v papírenském a textilním průmyslu
- celulóza je hlavní složkou **buničiny** (termín celulóza se často nesprávně používá pro označování papírenského polotovaru, který je směsí celulózy, hemicelulóz a zbytků ligninu a pro nějž papírenský průmysl již od první republiky používá termín "buničina"), z níž se vyrábí papír, a rostlinných vláken z bavlny, lnu a konopí; jejím derivátem jsou umělá vlákna, jako je acetát celulózy nebo viskóza, surovina k výrobě umělého hedvábí nebo celofánu
- nitrací celulózy vzniká nitrocelulóza, známá také jako střelná bavlna
- výroba celuloidu, obalových materiálů, hygienických potřeb apod.