

2.4 Sacharidy

Sacharidy se skládají z jednotek, odvozených od vícečetných alkoholů, majících na jednom konci uhlíkatého řetězce aldehydickou nebo ketonovou skupinu. Podle toho se dělí na aldózy a ketózy. Přítomnost aldehydické nebo keto skupiny a skupin -OH umožňuje jednak vytvářet z uhlíkatého řetězce heterocyclus, jednak spojování více sacharidových jednotek (=monosacharidů) dohromady za vzniku oligo (2-10 jednotek) či polysacharidů (více než 10 jednotek). Mezi příbuzné látky patří polyalkoholy (odvozené od jednotlivých monosacharidů) a látky s dusíkem v molekule.

Sacharidy se nazývají rovněž glycidy (oba názvy jsou odvozeny od sladké chuti většiny těchto látek). V populární literatuře se dosud můžeme setkat s názvem "uhlohydráty", odvozeným od sumárního chemického vzorce $(\text{COH}_2)_n$. Tedy atom uhlíku na molekulu vody. Tento název dosud přetrvává v anglicky psané literatuře a dostává se nyní do česky psané literatury s překlady nevalné úrovně, kdy překladatel zná jazyk, ale nikoli odbornou terminologii.

Biologicky aktivní jsou většinou D-formy optických izomerů.

Optickou izomerii můžeme demonstrovat na příkladu glukózy.

Biologická využitelnost sacharidů lišících se optickou izomerií je závislá na konkrétní enzymatické výbavě toho kterého organismu. Z tohoto důvodu je schopnost odbourávat sacharidy (a příbuzné látky) velice často testována při určování bakterií a kvasinek.

Monosacharidy

Aldosou odvozenou od glycerolu je glyceraldehyd, obsahující opticky aktivní uhlík (=existuje D a L forma). Obecný název, odvozený od počtu atomů uhlíku v molekule, je trióza. Ketosou odvozenou od glycerolu je dihydroxyaceton, který opticky aktivní uhlík neobsahuje.

Aldosy se čtyřmi atomy uhlíku jsou tetrosy, ketosy se stejným počtem tetrosy. Aldosy s pěti atomy uhlíku jsou pentosy, ketosy pentosy. Aldosy se šesti atomy uhlíku jsou hexosy, ketosy jsou hexulosy. Aldosy se sedmi atomy uhlíku jsou heptosy, ketosy jsou heptulosy. Opticky aktivních atomů uhlíku má ketosa o jeden méně než aldosa se stejným počtem atomů uhlíku. Z toho plyne, že při stejných počtech atomů uhlíku je možných optických izomerů ketóz vždy poloviční počet oproti aldózám.

Molekuly monosacharidů navíc spontánně cyklizují. Aldo- popř. keto- skupina se propojí s předposlední -OH skupinou na opačném konci molekuly. Vzniká heterocyclus (s atomem kyslíku), v případě hexóz šestičetný (pyranosa), v případě hexulóz pětičetný (furanosa). Při této reakci vzniká nový asymetrický uhlík, na němž rozlišujeme alfa a beta anamerii, a uhlík (ten, co na něj původně byl navázán dvojnou vazbou kyslík) nazýváme anamerním.

SCHEMA

Nejdůležitější monosacharidy

D-glyceraldehyd esterifikovaný s kyselinou fosforečnou je meziproduktem při glykolýze.

D-ribóza a D-2-deoxyribóza jsou zavzaty do nukleových kyselin.

D-glukóza je nejvíce využívaným monosacharidem. Naprostá většina sacharidů je v lidském organismu převáděna na glukózu a poté metabolisována. Glukóza je také základem škrobů. V organismu koluje pohotovostní zásoba glukózy v krvi a tkáňovém moku. Doplnována je z živočišného škrobu glykogenu, nacházejícího se v hepatocytech (buňkách jaterního parenchymu). V případě nedostatku glykogenu dochází k tvorbě glukózy ze zásobních látek, především tuků. Glukózu jako zdroj energie využívají mozkové buňky a červené krvinky; její vstup do ostatních buněk je závislý na koncentraci hormonu insulinu.

D-galaktosa je složkou disacharidu, nacházejícího se v mléce, laktosu. Její nesnášenlivost od novorozeneckého věku je geneticky podmíněná choroba, galaktosemie.

D-fruktosa je nejběžnější hexulosa. Vyskytuje se v některých ovocných a rostlinných šťávách. Z nich přechází i do medu. Je spolu s glukózou součástí disacharidu sacharózy.

Monosacharidy jsou schopny redukovat další látky v roztoku, čehož se využívalo k jejich stanovení (zkouška na glukózu v moči pomocí Fehlingova činidla, obsahujícího komplexní měďnatou sloučeninu, popř. pomocí činidel na bázi stříbrných iontů). Redukce stříbra z roztoku se využívala k postříbřování skleněných ozdob na vánoční stromečky (roztokem nalitým do nitra ozdoby). Redukující sacharidy byly i komponentou některých méně obvyklých vývojek pro černobílou fotografii.

Anamerní hydroxyl je schopen reagovat s -OH skupinou akloholu za vzniku acetalu, zvaného O-glykosid, nebo s -NH₂ skupinou aminokyseliny za vzniku N-glykosidu. Tato vazba existuje např. v monomerech nukleových kyselin mezi ribózou (deoxyribózou) a dusíkatou bází, O-glykosidická vazba zase mezi těmito sacharidy a kyselinou fosforečnou v těže sloučenině.

Redukcí aldehydické skupiny vzniká alkoholický cukr, např. z D-glukózy sorbitol.

Disacharidy

Disacharidy vznikají spojením dvou monosacharidů. Možnosti jsou dvě: spojením anamerního hydroxylu jedné jednotky s neanamerním hydroxylem druhé jednotky vznikají redukující disacharidy (např. maltóza, laktóza, celobiosa /stavební jednotka celulosy/), spojením dvou anamerních hydroxylů vzniká neredukující disacharid (nejdůležitější je laktóza).

Maltóza představuje spojení dvou jednotek glukózy. Nejčastěji vzniká štěpením škrobu. V klíčícím obilí to zajišťují enzymy klíčku (slad), ve střevě enzymy štěpící škrob. Takto většinou vzniká směs maltózy a štěpů s vyšším počtem molekul glukózy (maltotrióza se třemi ... atd.). Lze ji připravit i hydrolýzováním škrobu kyselinami (výroba pouťových "mýdlíček").

Laktóza představuje sloučeninu glukózy a galaktózy. Prakticky jediným jejím zdrojem je mléko. Ve střevě se štěpí na galaktózu a glukózu. U části populace ve středním až vyšším věku klesá schopnost produkovat příslušné enzymy, takže dochází ke štěpení tohoto sacharidu střevní mikroflórou za vzniku plynu a dráždivých látek. Výsledkem jsou zažívací potíže po mléčných výrobcích, zejména těch s vyšším obsahem laktózy.

Sacharóza představuje sloučeninu glukózy a fruktózy anamerními hydroxylly. Nemá proto redukční vlastnosti. Vyskytuje se v cukrové řepě a cukrové třtině, je hojně využívána v potravinářském průmyslu.

Polysacharidy

Polysacharidy představují spojení mnoha monosacharidivch jednotek glykosidovými vazbami. Jejich vlákna mohou být i větvená.

Škrob se skládá ze dvou polysacharidů, amylosy (molekula bez větvení, rozpustná ve vodě) a amylopektinu (větvená molekula, nerozpustný ve vodě). Škrob bobtnáním ve vodě na svou molekulu váže slabými vazbami molekuly vody, což usnadňuje přístup trávicích enzymů a zrychluje dekompozici jeho molekuly v trávicím ústrojí. Tyto vazby vznikají např. při vaření kaší, omáček, zasmažek apod. Vznikají též při pečení v těstě a po nějakém čase se v tomto případě voda z molekul škrobu odpojí. Tím lze vysvětlit doporučení diabetikům, aby jedli pouze starší pečivo: škrob z něj se rozkládá o něco pomaleji a tím o něco pomaleji vzniká glukóza.

Glykogen je podobný amylopektinu, má ještě hojněji větvenou molekulu. Vyskytuje se v hepatocytech (viz výše) a u žen mezi menarche a menopauzou je produkován rovněž buňkami poševní sliznice, kde zajišťuje výživu symbiotických laktobakterií, osídlujících ženský genitál.

Obě výše uvedené látky se teplem rozkládají na dextriny, které již mají sladkou chuť. Dextrin se navíc rozkládá ptyalinem (u člověka jediný trávicí enzym ve slinách) na sladkou glukózu.

Inulin se na rozdíl od výše uvedených skládá z fruktózových jednotek. Vyskytuje se v některých rostlinách (slunečnice, příbuzný topinambur, artyčok, černý kořen a další). Užívá se k výrobě fruktózového sirupu. Navíc se s jeho pomocí určuje ledvinový clearance (protože krev procházející ledvinou se prakticky stoprocentně zbaví inulinu; přechází do moče jednak filtrací v glomerulech, jednak je aktivně přečerpáván i z kapilár parenchymu do obsahu stočených tubulů, můžeme podle rychlosti jeho úbytku v krvi hodnotit ledvinové funkce).

Výše uvedené polysacharidy se v organismu stráví a přecházejí do krve.

Pektiny představují rostlinné polysacharidy, které se sice ve střevě rozpustí, ale nestráví se a nevstřebají.

Celulosa, hemicelulosa, lignin a další polysacharidy se nerozpouštějí a procházejí střevem bez toho, že by je narušily lidské trávicí enzymy, část je jich odbourána střevní mikroflórou (uvádí se až deset procent). Nicméně tyto látky ovlivňují činnost střeva, mohou na sebe vázat některé látky a blokovat jejich vstřebávání a rovněž podporují větší rozvoj kvasných bakterií ve střevě. Jejich bobtnání během pasáže střevem vede ke zvyšování objemu tráveniny a urychlování průchodu tráveniny střevem. Uvedené vlivy snižují riziko vzniku některých tzv. civilizačních chorob. Zdrojem uvedených polysacharidů jsou rostliny.

Chitin je polysacharid vyskytující se v tělech členovců a ve stélkách hub. Při trávení se uplatňuje podobně jako výše uvedené.