

A cukrok szerkezetkémiaja

Készítették: Horváth Márton és Pánczél József

Kémiaailag a cukrok a szénhidrátok, vagy szacharidok csoportjába tartozó vegyületek. A szacharid arab eredetű szó, jelentése: édes. A szénhidrátok a természetben leggyakrabban előforduló szénvegyületek. Az élő szervezet biomolekuláinak egyik nagy csoportját képezik, sokféle szerepet töltenek be. Lehetnek energiaforrások (**cukrok**), polimer formában tápanyagraktárak (**keményítő, glikogén**), valamint támasztó- és vázanyagok (**cellulóz**). Szerkezeti felépítésük szerint polihidroxi-aldehidek illetve -ketonok és származékaik. Nagy részükben a hidrogén- és oxigén atomok aránya 2:1 akárcsak a vízmolekulákban. Általános képletük: $C_n(H_2O)_n$, ahol $n > 2$. A szénhidrátokat alapvetően két csoportba sorolhatjuk: cukorszerű és nem cukorszerű szénhidrátok közé. Az előző két csoportot a vízoldhatóság és az íz alapján lehet megkülönböztetni. Amíg a cukorszerű anyagok jól oldódnak vízben és édes ízűek, addig a nem cukorszerű anyagok alig vagy egyáltalán nem oldódnak vízben és íztelenek. A cukrok közé tartozó vegyületeket a legelterjedtebb monoszacharid a glükóz után glucidoknak, vagy a legismertebb diszacharid a szacharóz után szacharidoknak nevezik.

A szénhidrátokat a növények a napfény energiájának a felhasználásával szén-dioxidból és vízből építik fel, majd a biológiai oxidáció során visszaalakulnak kiinduló anyagaikká, miközben az élő szervezet számára a munkavégzéshez, illetve a biomolekuláinak a szintéziséhez szükséges energiát szolgáltatják.

Szerkezeti felépítés

Szerkezet szerint a mono- és poliszacharid molekulák tartoznak a cukrok közé.

-A monoszacharidok a szénhidrátok legkisebb molekulájú egységei, melyek nem bonthatók savas hidrolízissel sem kisebb egységekre. (**szőlőcukor, gyümölcscukor**)

-A savas hidrolízissel két egyszerű szénhidrátra bontható szénhidrátok a diszacharidok. (**répacukor, tejcukor**)

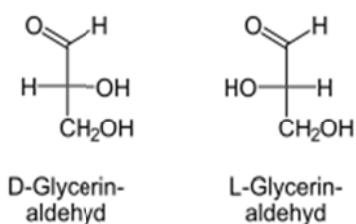
A cukrok, ahogy a többi szénhidrát, aldehid- vagy oxocsoportot tartalmazó több szénatomos molekulák, amelyek minimálisan két vagy több alkoholos OH funkciós csoportot tartalmaznak.

A monoszacharidok a jellegzetes funkciós csoport szerint lehetnek aldózok (aldehidet tartalmaznak) vagy ketózok (ketont tartalmaznak). A molekulákat felépítő szénatomok száma szerint a monoszacharidok lehetnek: 3 C-atomosak, triózok, (4 C) tetrózok, (5 C) pentózok, (6 C) hexózok és (7 C) heptózok.

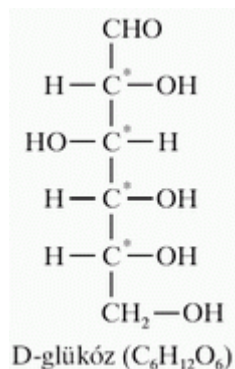
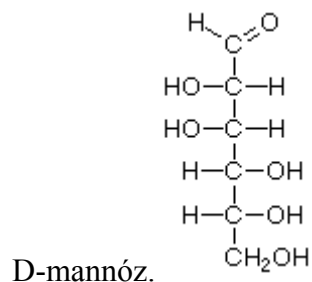
A diszacharidok redukáló tulajdonságok alapján két fő csoportba oszthatók: redukáló és nem redukáló diszacharidok.

Monoszacharidok

A monoszacharidok szerkezetileg legegyszerűbb képviselői a triózok: a glicerin-aldehid és a dihidroxi-aceton, az előbbi aldotrióz, míg az utóbbi ketotrióz. A glicerin-aldehid királis molekula. A kiralitás is az izoméria egy fajtája. A **tükörképükkel** fedésbe nem hozható tárgyak aszimmetriáját jelenti. A glicerin-aldehidben tehát van egy aszimmetrikus/anomer C-atom amelyhez négy különböző ligandum kapcsolódik. A kiralitás révén a monoszacharidoknál létrejött a sztereoizoméria. Az izoméria ezen fajtájában az atomok kapcsolódási sorrendje ugyanaz, csak a 3D-s képen térnek el az atompozíciók. Így a glicerin-aldehidnek két sztereoizomér módosulata létezik, D-, illetve L-glicerin-aldehid. Úgy is mondható, hogy ez a két molekula egymás enantiomerje.

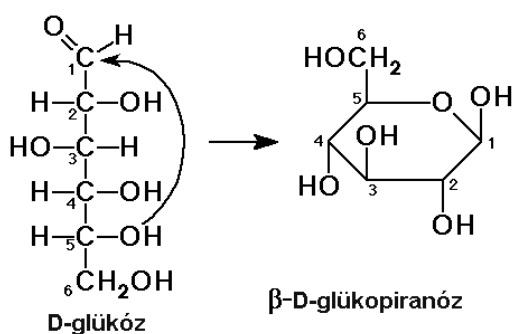


Ha két sztereoizomer csak egyetlen szénatom konfigurációjában különbözik egymástól és ennek következtében egymással fedésbe nem hozható, de nem áll fenn közöttük a tárgytükörkép viszony, **epimereknek** nevezik.

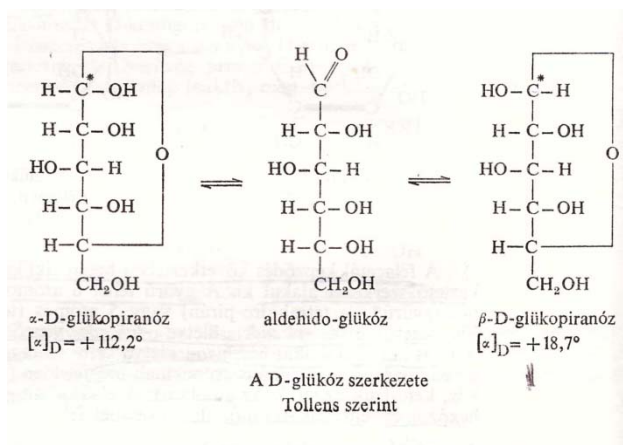


A gyűrűs szerkezet

Az öt és ötnél több szénatomos cukrok gyűrűs félacetál formában stabilabbak mint nyílt láncú formájukban.

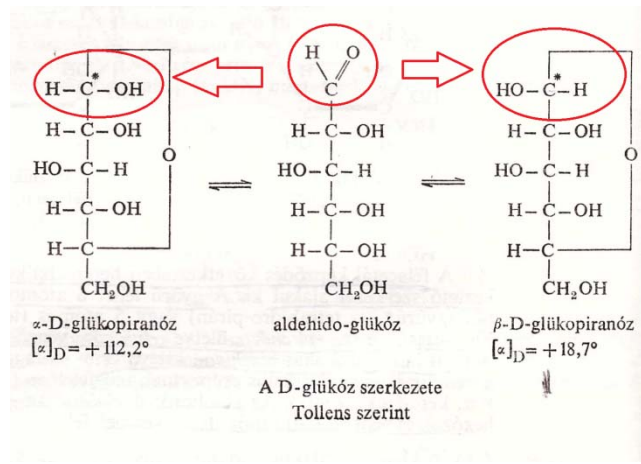


A gyűrűs szerkezetű cukroknál a gyűrű kialakulása során egy új sztereocentrum jön létre. Az így kialakuló anomer centrum térállása szerint megkülönböztetünk α - és β -anomereket. Az első szénatomon kialakuló glikozidos OH-csoport α - és β - helyzetet foglalhat el és ennek megfelelően a két új aszimmetriacentrum konfigurációja ellentétessé válik, a többi megegyező marad.



Glikozid-kötés

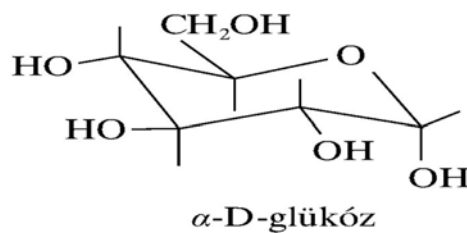
A ciklusos félacetál létrejöttének van egy további következménye, nevezetesen az eredeti C=O csoport szénatomja a reakció után egy újabb kiralitáscentrummá vált, a hozzá kapcsolódó OH- csoport viszont a többi hidroxil- csoporthoz képest némileg eltérő tulajdonságokkal rendelkezik. Ezért megkülönböztetésül **glikozidos** OH- csoportnak nevezik.



Néhány fontosabb monoszacharid

GLÜKÓZ

Szabad
gyümölcsökben
található. A
60-100 mg/ ml

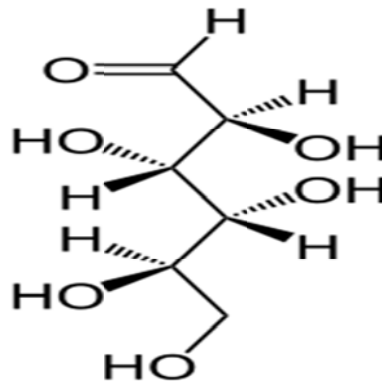


állapotban édes
és más növényi részekben
vérben állandó szinten van
koncentrációban. A glükóz

számos diszacharid és poliszacharid (keményítő, glikogén, cellulóz) alkotórésze. A keményítő savas hidrolízisével állítható elő (burgonyakeményítóből nyerik, innen a krumplicukor elnevezés). Enzimatikusan alkohollá és szén-dioxiddá erjeszhető.



MANNÓZ A mannóz egy hexóz monoszacharid cukormolekula. A D-mannóz a D-glükóz epimerje. A természetben például a mannánokban fordul elő. A mannánok poliszacharid-jellegű vegyületek, magok csonthéjában találhatóak meg. A D-mannóznak ismeretes az α és a β anomerje is. Vízen jól, alkoholban rosszul, éterben nem oldódik.



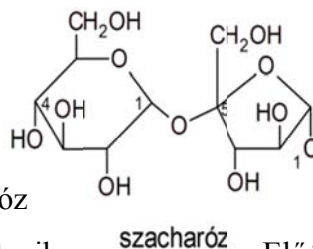
Diszacharidok

A diszacharidok a legegyszerűbb összetett cukrok. Savas közegben hidrolizálnak és molekulánként két monoszacharid egységet tesznek szabaddá. A diszacharidokban két monoszacharid egység glikozidos kötéssel kapcsolódik össze egymással. A diszacharidok két csoportra oszthatók, redukáló és nem redukáló diszacharidok- A *nem redukáló* diszacharidokban mindkét cukormolekula glikozidos OH-csoportja részt vesz a glikozidos kötésben. A diszacharid tehát nem tartalmaz glikozidos OH- t, éppen ezért nem redukál.

A laktóz (tejcukor) glükózból és galaktózból álló diszacharid. Élesztő nem erjeszti. A bélben a laktózt a laktáz nevű enzim monoszacharidokra bontja. A tej megsavanyodásakor baktériumok hatására a laktózból tejsav képződik.

Szacharóz

A nem redukáló
Savas hidrolízise
fruktózza. A szacharóz
tápanyagok közé tartozik.



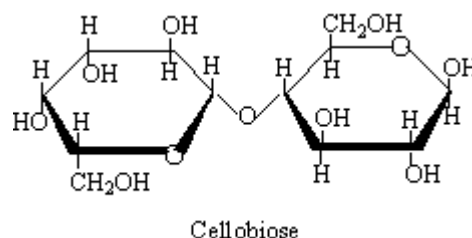
diszacharidok legelterjedtebb képviselője.
során bomlik α -D-glükózra és β -D-
(répa-vagy nádcukor) a legfontosabb

Előállításuk cukorrépából illetve cukornád présnedvéből történik. A szacharózban α -D-glükopiranoz és β -D- fruktofuranóz kapcsolódik össze glikozidos OH- csoportjukon keresztül 1-2 kötéssel képezve.

Mivel a szacharózban mindkét monoszacharid glikozidos OH-csoportja részt vesz a kötésben, nincs lehetőség nyílt láncú, karbonilcsoporttal rendelkező szerkezet felvételére; a szacharóz tehát nem redukál.

Cellobióz

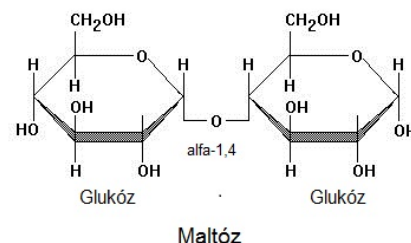
A cellulóz részleges lebontása során keletkező redukáló diszacharid, amely β -D-glükóz molekulákból épül fel 1-4 kapcsolódással. A β -glikozidos kötés következtében a két gyűrű térbeli elhelyezkedése megközelítően lineáris.



Maltóz (malátacukor)

A keményítő részleges lebontási terméke, 1-4 kötéssel kapcsolódó α -D-glükóz molekulákból épül fel. A cellobióztól eltérő téralkata az α -glikozidos kötéssel magyarázható.

Előállítás: Keményítő hidrolízisének keletkezik amiláz vagy diasztáz nevű enzim hatására. Ez a folyamat játszódik le a



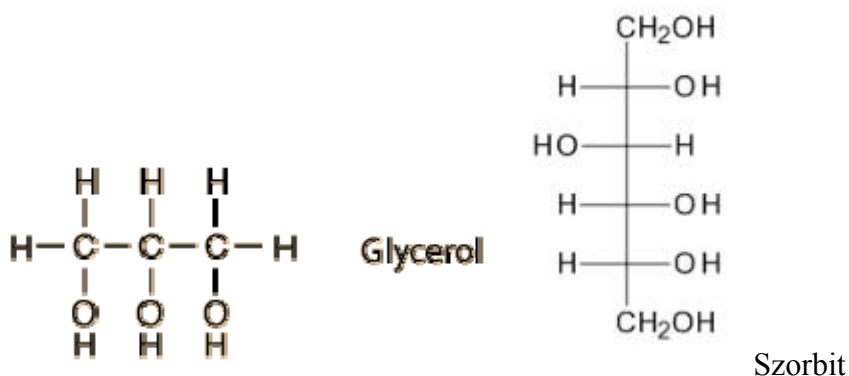
csírázó magvakban is, így pl. a csírázó árpában, amely maláta néven ismert. Ebből őrlés, majd vízzel való keverés útján cefrét készítenek, és ezt megerjesztik. Így készül a sör.

Egyszerű cukrok természetben előforduló származékai

Cukoralkoholok

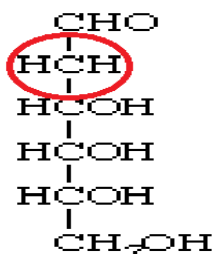
Az egyszerű cukrok oxocsoportjának redukciójával nyert polihidroxi-alkoholokat cukoralkoholoknak nevezik. A természetben előforduló cukoralkoholok enzimatiskus redukcióval keletkeznek. Megtalálhatók édesízű gyümölcsökben növényi

izzadmányokban, egyes fák- kőrisfa, olajfa, platánfa- besűrűsödött nedvében az ún. mannában, vagy a madagaszkári mannában. A szorbitot felhasználják a cukorbetegség diétájában édesítőszerként, mert nem emeli a vércukorszintet. Az egyszerű cukrok oxocsoportjának redukciójával nyert polihidroxi-alkoholokat cukoralkoholoknak nevezik.



Dezoxicukrok

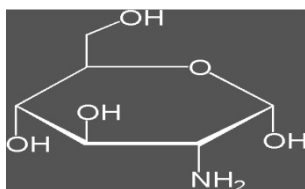
Az olyan cukrokat, amelyekben valamely hidroxilcsoportot hidrogénatom helyettesít, dezoxicukroknak nevezük. Az egyik legismertebb dezoxicukor a DNS molekulában előforduló dezoxiribóz egy olyan furánóz gyűrűs aldo-pentóz, amelynek második szénatomján a hidroxilcsoport helyett hidrogénatom található.



Aminocukrok

Azokat a cukorzármazékokat, amelyekben valamely hidroxilcsoport aminosocsoporttal van

nevezük. Az aminosocsoport található szabadon vagy poliszacharidjaiban a D-



helyettesítve, aminocukroknak általában a másodikon szénatomon acetilezett formában. A gerincesek glükózamin, a glikolipidekben és a

porcszövet poliszacharidjaiban a D-galaktózamin található meg.

Forrásanyag:

-Bot György: A szerves kémia alapjai, Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1980.

-Ádám-Dux-Faragó-Fésüs-Machovich-Mandl-Sümegei: Orvosi Biokémia, Medicina Könyvkiadó Rt. Budapest, 2004.

-Tőkés Béla, Dudutz Gyöngyi, Donáth-Nagy Gabriella: A kémia alapjai –Szerves kémia, Studium Alapítvány Kiadó, Marosvásárhely, 2005.

Internetes források: - <http://hu.wikipedia.org/wiki/Mann%C3%B3z>

- <http://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/eloado/szerves2/14notes.htm>