**21. feladatlap: La dolce vita – Az édes élet [[1]](#footnote-2)**

**Módszertani útmutató**

**1. Téma:** Oxigéntartalmú szerves vegyületek azonosítása jellemző reakcióik alapján  
 Természetes és mesterséges édesítőszerek szerkezete

**2. Felhasználás:** 10. évfolyam 45 perces tanóra

**3. Szükséges előzetes ismeretek:**

* Másodrendű kémiai kötések.
* Hidrogénkötés, donor, akceptor.
* A szerves vegyületek nevezéktanának alapjai.
* Oxigéntartalmú funkciós csoportok: hidroxil-, oxo-, aldehid- (formil-) és karboxilcsoport.
* Alkoholok és aldehidek redukáló tulajdonsága.
* Redukáló és nem redukáló mono- és diszacharidok.
* Cukrok karamellizálhatósága.

**4. Célok:**

* Motiváció: a cukrok és a napjainkban divatos, a hétköznapi életben jelenlévő cukorpótlók és mesterséges édesítőszerek molekulaszerkezetének, valamint fizikai-kémiai tulajdonságainak megismerésén keresztül a szerkezet-tulajdonság-élettani funkció összefüggések jelentőségének felismerése.
* A molekulák halmazában a molekulák összetétele és szerkezete által meghatározott módon kialakuló másodrendű kötések felismerésének gyakoroltatása.
* Az alkoholok és aldehidek oxidálhatósága közötti különbség ismétlése.
* A cukrok karamellizálhatóságának felidézése.
* Az egyszerű analitikai eljárások elvének bemutatása.
* A megfigyelőkészség és a kísérletezéshez használt manuális készségek fejlesztése.
* A logikus gondolkodás gyakorlása és fejlesztése.
* A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében: egyszerű minőségi elemzésre vonatkozó kísérletek („próbák”) elveinek és gyakorlatának utólagos megértése.
* A 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében: egyszerű minőségi elemzésre vonatkozó kísérletek („próbák”) elveinek és gyakorlatának előzetes megértése és önálló alkalmazása egy gyakorlati probléma kísérlettervezéssel történő megoldása során.

**5. Tananyag:**

* **Ismeret** szint
  + A molekulaszerkezet, molekulák polaritása.
  + A másodrendű kötések kialakulása.
  + Aldehid- (formil-) csoport redukáló képessége.
  + Cukrok karamellizációja.
* **Megértés** szint:
  + A hidrogénkötés kialakulásának feltételei különböző szerkezetű molekulák között.
  + A molekulák jellemző szerkezetének/funkciós csoportjának hatása a molekula fizikai-kémiai tulajdonságaira.
* **Alkalmazás** szint:
  + Az 1. típusú feladatlapot megoldó tanulóknak egyszerű szerves minőségi elemzés eredményének azonosítása leírás alapján.
  + A 2. típusú feladatlapot megoldó tanulók esetében az adott, egyszerű szerves minőségi elemzés kulcselemeinek utólagos azonosítása.
  + A 3. típusú feladatlapot megoldók esetében az adott, egyszerű szerves minőségi elemzés tervezésénél az azonosítani kívánt vegyület lényeges tulajdonságainak kiemelése és felhasználása az azonosítás során.
* **Magasabb rendű műveletek:**
  + A 2. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében utólagos magyarázat alapján meg kell érteni, hogyan alkalmazható egy, a vegyületek molekulaszerkezetéből adódó lényeges kémiai tulajdonság ismerete, ismeretlen szerkezetű molekulák tulajdonságainak/szerkezetének azonosítására.
  + A 3. típusú feladatlapot megoldó diákok esetében fel kell ismerni, hogy a szerkezet-tulajdonság-élettani funkció közti összefüggés ismerete lehetővé teszi ismeretlen szerkezetű vegyületek molekulaszerkezetének – a szerkezet lényeges elemeinek – azonosítását.

**6. Módszertani megfontolások:**

* A feladatlap a cukrok, illetve a redukáló cukrok molekulaszerkezetének és jellemző tulajdonságainak összefüggésére építve mutat be egyszerű, minőségi elemzésre alkalmas reakciókat.
* A molekulaszerkezet által meghatározott élettani funkció (az édes ízű molekulák szerkezete) túlmutat a kémia tananyagon. A feladatlapban szereplő édesítőszerek és cukorpótlók mindennapjaink részévé váltak. Nemcsak a cukorbetegségben szenvedők, vagy a súlycsökkenés reményében diétázók, hanem különböző étkezési divatirányzatokat követők is fogyasztják ezeket. Emiatt a téma kiválóan alkalmas motivációra. Amennyiben az idő engedi, érdemes ezekről a vegyületekről néhány szót ejteni, illetve fakultatív házi feladatként a következő weboldalak tanulmányozására felhívni a figyelmet:
  + ciklaminsav (E952)
    - <https://tudatosvasarlo.hu/eszam/e-952-ciklaminsav-s-ciklam-tok-n-trium-k-lium-kalcium-s-k>
    - https://hu.wikipedia.org/wiki/Ciklaminsav
  + aszpartam (E951)
    - <https://tudatosvasarlo.hu/eszam/e-951-aszpart-m>
    - <https://hu.wikipedia.org/wiki/Aszpart%C3%A1m>
* A fenti honlapok információi alapján beszélhetünk a napjainkban jellemző kemofóbiáról, annak kritikus kezeléséről is, idézve John Hoskins, brit toxikológus gondolatát: „Bármelyik tál ételünkben egyedül azokat az anyagokat fogyaszthatjuk biztonságosan, akár természetes vagy mesterséges eredetűek, amelyek növényvédőszerek, hormonok vagy E-számmal rendelkező élelmiszeradalékok maradványai, mert ezekről tudunk a legtöbbet. Minden mást az ételünkben bizalmi alapon fogyasztunk el.”[[2]](#footnote-3)
* Az édes ízt kiváltó molekulaszerkezet sajátosságaira visszautalhatunk a fehérjék szerkezetének tárgyalásakor: Bemutathatjuk a receptorfehérjék térszerkezete és a jelként funkcionáló molekulák szerkezete közötti összefüggést. Ezzel megalapozhatjuk a biológiaórákon, a sejtanyagcsere tárgyalásakor sorra kerülő, az enzimműködést modellező, kulcs-zár modell megértését.

**7. Technikai segédlet:**

* **Anyagok és eszközök a tanulókísérletekhez mindhárom típusú feladatlaphoz:**

kémcsőállvány

4 db sorszámozott kémcső:

1.kémcső 4-5 cm3 Coca-Cola Zero

2. kémcső 4-5 cm3 Coca-Cola

3. kémcső 4 cm3 Fehling I-oldat

4. kémcső nagy vegyszeres kanálnyi nyírfacukor (xilit, „xukor”)

kémcsőfogó

borszeszégő

törlőruha

gyufa

gumikesztyű

védőszemüveg

Fehling II-oldat

nyomtatott melléklet a Coca-Cola és Coca-Cola Zero összetételéről (ld. alább)

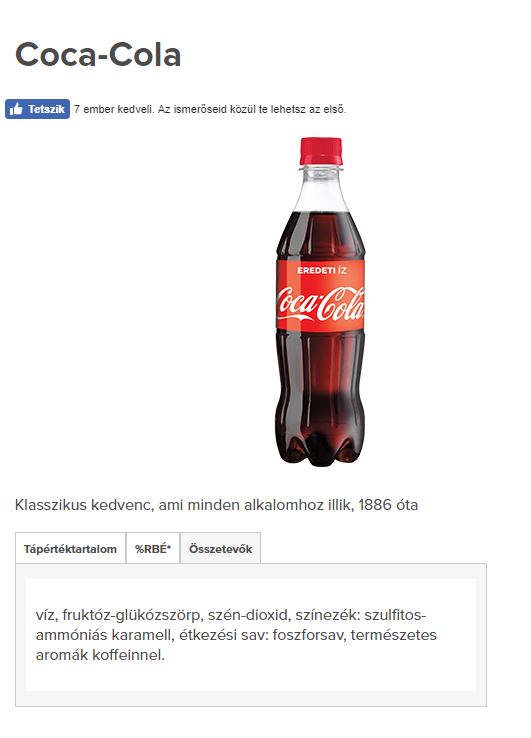
* **Előkészítés**

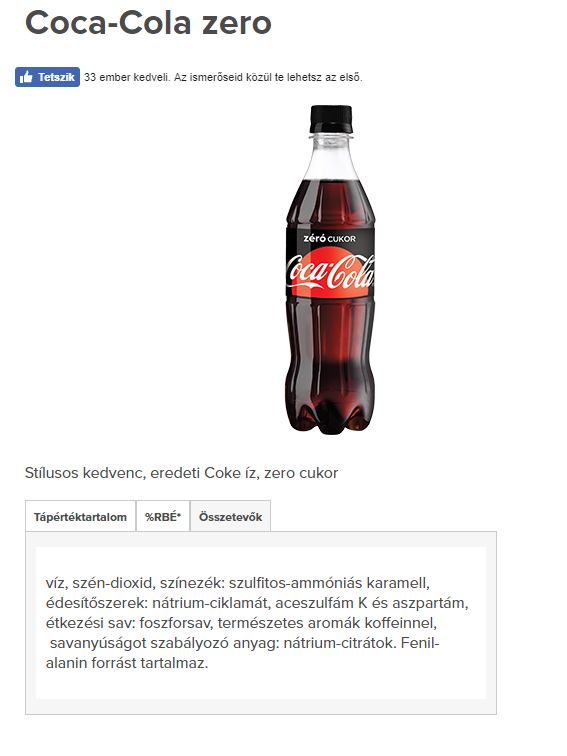
Ideális fölszereltség esetén az előkészítéshez mindhárom típusú feladatlapot megoldó csoport számára az alábbi fényképen látható anyagok és eszközök szükségesek a kísérletek elvégzéséhez.



* **Balesetvédelem**
  + A használt vegyszerek nem veszélyesek, csak arra kell figyelni, hogy a felhasznált anyagokat a tanulók ne kóstolják meg, illetve ne öntsék magukra vagy egymásra.
* **Hulladékkezelés**
  + A réztartalmú oldatokat/szilárd anyagokat szervetlen hulladékgyűjtőben kell az ártalmatlanításig tárolni.

Nyomtatott melléklet a Coca-Cola és Coca-Cola Zero összetételéről[[3]](#footnote-4)





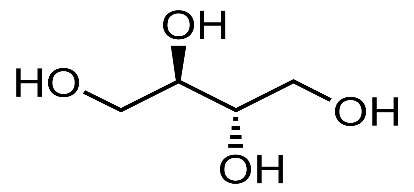
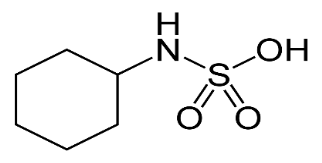
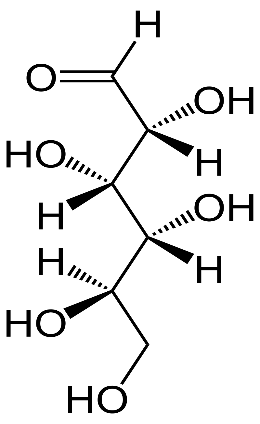
**La dolce vita – Az édes élet** (1. típus: receptszerű változat)

Az „édes” kifejezéshez pozitív képzeteket társítunk: édes szülő, édes testvér, édesvíz, ami iható. Frederico Fellini (a híres olasz filmrendező) világsikert aratott filmdrámájának címe: „La dolce vita”, azaz „Az édes élet”. A film főszereplője által választott csillogással, szórakozással teli „édes életre” is sokan vágynak. A legtöbb ember édes ízhez való vonzódása közismert: „A civilizáció előtti ember nagyon kedvelte az édes ízt, de ritkán élvezhette, mert a vad gyümölcsökben a cukor csak az érés tetőfokán jelenik meg rövid időre. […] Az édes íz kedvelése vezetett tehát a vitamindús gyümölcsök fogyasztásához. Manapság több 10 kilogramm cukorral[[4]](#footnote-5) elégítjük ki édességigényünket […], ami számtalan élettani károsodás, betegség forrása.”[[5]](#footnote-6) Tudjuk, hogy a túlzott cukorbevitel elhízáshoz vezet, és a cukorbetegek esetében még súlyosabb következményei vannak (pl. vakság). Ezért napjainkban a cukrok fogyasztása mellett vagy helyett cukorpótlókat és mesterséges édesítőszereket használunk ételeink ízesítésére, amelyek különböző vegyületcsoportokba tartoznak. Milyen közös szerkezeti tulajdonsága van az édes ízű anyagoknak? Meg tudjuk-e különböztetni kémiai módszerekkel a cukrokat más édesítőszerektől? Erre a kérdésre keressük a választ a feladatlap segítségével.

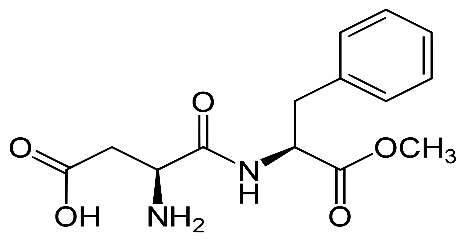
**A feladatlap kitöltése során húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes, vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

**Mi okozza az édes ízt?**

Az édes ízű vegyületek egy részének molekulájában több hidroxilcsoport van (pl. a szőlőcukor, a glicerin és a glikol). A biológia tankönyvek megfelelő fejezeteiben is azt olvashatjuk, hogy az édes íz kialakításáért a hidroxilcsoportok felelősek. Vannak azonban olyan édes ízű vegyületek, amelyek nem tartalmaznak hidroxilcsoportokat. Az „AH-B-X” **elmélet** szerint az édes ízűnek érzett molekulákban egy hidrogénkötés kialakítására képes, elektronhiányos hidrogénatom van. Ugyanis az „AH” részben az „A”-val jelölt atom (pl. oxigén vagy nitrogén) nagy elektronegativitású, ezért **hidrogéndonor**. Ettől meghatározott távolságban (0,3 nm) lennie kell egy **nagy elektronegativitású**, nemkötő elektronpárral rendelkező atomnak. Ez a „B”-vel jelölt **hidrogénakceptor**. Ezekhez képest megfelelő térhelyzetben lipofil, azaz zsírkedvelő, **apoláris** molekularészletük is van. Mindezek együtt biztosítják, hogy a molekulák elég erős másodlagos kötésekkel tudnak kapcsolódni a nyelvünkben lévő ízérző receptorokhoz. Vegyétek szemügyre a következő édes ízű vegyületek molekuláinak szerkezeti képletét! Válasszátok ki az egyik molekulát és **karikázzátok** be a képletében azokat a hidrogénatomokat, melyek **hidrogénkötésben** szerepelhetnek! **Keretezzétek** be azokat az atomokat, amelyek **hidrogénakceptorok** lehetnek! Rajzoljátok körül **szaggatott** vonallal a molekulák **apoláris** (zsírkedvelő**,** lipofil) részét! [[6]](#footnote-7)



2. ciklaminsav



3. szőlőcukor

4. aszpartam

1. eritrit

Molekulaszerkezete alapján mi az eritrit tudományos neve? Nevezzétek el!……………………………………………………………………………........

Hasonlítsátok össze az eritrit- és a szőlőcukor-molekula funkciós csoportjait! Milyen egyezést találtok?

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….....…..

Mi az eltérés?.........................................................................................................................................................................................

A kétféle oxigéntartalmú funkciós csoport az oxidálhatóságuk (redukálóképességük) alapján különböztethető meg egymástól. A

közülük a bizonyos egyszerű cukrokra (monoszacharidokra) jellemző…………………………-csoport könnyebben oxidálható, így pozitív

Fehling-reakciót ad, míg az alkoholokra is jellemző ………………………...….-csoport nem.

**Fehling-próba**: A kémcsőben található kék Fehling I-oldathoz, óvatosan annyi Fehling II-oldatot adagolunk, amíg a kezdetben leváló csapadék mélykék színnel feloldódik. Az így elkészített reagenshez a vizsgálandó mintát hozzáadva melegítjük a kémcsövet. A redukáló hatású formilcsoport jelenlétét téglavörös színű réz(I)-oxid-csapadék megjelenése jelzi. A reakció általános egyenlete:

**R-HCO +4 OH-+ 2 Cu2+ → R-COOH + Cu2O +2 H2O**

A Fehling-próbát azonban nem minden cukor adja. Vannak **nemredukáló szacharidok** is (mint pl. a gyümölcscukor és a répacukor).

Korábbi kémiai tanulmányaitok során viszont megismerkedhettetek azzal, hogy milyen kémiai változás következik be, ha cukrokat

(szőlőcukor, répacukor) hevítünk. Milyen típusú reakció játszódik le akkor? ……………………………………………………………… Mi a folyamat

(konyhatechnológiában is használt) neve? ………………………………………………………………… Ez is egy „próba”, amelyet minden cukor ad.

**1. Kísérlet: Melyik kóla nem hizlal?**

A tálcán elhelyezett mellékletben a *Coca-Cola* és a *Coca-Cola Zero* összetételének leírását találjátok. Az összetétel tanulmányozása után válaszoljatok a kérdésekre! Milyen édes összetevők vannak a kólákban?

Az „eredeti” Coca-Cola édes összetevői:…………………………………………………………………………………………………………………………………………..

A Coca-Cola Zero édességét a következő vegyületek okozzák:………….………………………………………………………………………………………………

**A kísérlet leírása**: A tálcán két, sorszámozott kémcső egyikében Coca-Cola, a másikban Coca-Cola Zero van. Fehling-próba segítségével döntsétek el melyik kóla az eredeti és melyik a cukormentes! Ehhez a 3. kémcsőben készítsétek el a Fehling-reagenst az előzőekben leírt módon. Majd a kész reagens egyik felét adjátok az első, a másik felét a második kémcső tartalmához. Borszeszégő lángjánál melegítsétek a kémcsövek tartalmát!

**Tapasztalatok:** A(z) …… számú kémcsőben változást nem tapasztaltunk. A(z) …… számú kémcsőben téglavörös szilárd anyag képződött.

**Magyarázat:** A(z) …… számú kémcsőben lejátszódott a Fehling-reakció, a téglavörös színt a Cu2O megjelenése okozza. A(z) …… kémcsőben a Cu2+-ionok nem redukálódtak.

**Következtetés:** A(z) …… számú kémcső tartalmazta az „eredeti” Coca-Colát, mert a Coca-Cola édes íze, a redukáló tulajdonságú

…………………………………………….-tól származik, amelynek ………………………………..-csoportja kimutatható a Fehling-reagenssel. A(z) …… számú kémcsőben a Coca-Cola Zero volt, amelynek mesterséges édesítő komponensei nem lépnek reakcióba a Cu2+-ionokkal.

A kólák összetételének ismeretében melyik kóla fogyasztását javasolnátok szomjoltásra? Válaszotokat indokoljátok meg!

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….......…………………………

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….......…………………………

**2. Kísérlet: Cukor-e a nyírfacukor?**

„A nyírfacukor egy fehér, édes, kristályos szénhidrát. Egy természetes cukorféle, amelyet eredetileg nagy tömegben a nyírfából vontak ki Finnországban. Ahogy a szőlőcukor sem csak a szőlőben van, így a nyírfacukor is megtalálható a legtöbb rostos növényben, fában, zöldségben, gyümölcsben, sőt még a kukoricacsutkában is. Az emberi szervezet is állít elő kis mennyiséget belőle.”[[7]](#footnote-8) (A boltban vásárolható nyírfacukor azonban főként kukoricacsutkából és kukoricaszárból készül.) **Kérdés, hogy igazat állít-e az internetes oldal.** Cukor-e a nyírfacukor?

**A kísérlet leírása:** A tálcán lévő 4. számú kémcsőben szilárd halmazállapotú nyírfacukrot („xilit”-et) találtok. Melegítsétek a kémcső tartalmát! Figyeljétek meg és rögzítsétek a változásokat!

**Tapasztalatok**: A szilárd nyírfacukor halmazállapota melegítés hatására **megváltozott/ nem változott meg.** Melegítés után a ………………………………………. halmazállapotú rendszer színe **fehér / színtelen /barnás /téglavörös** színű volt.

**Következtetés:** A xilit hevítés hatására a cukrokra jellemző ……………………………………………………-t **mutatta/ nem mutatta.** A

nyírfacukor kémiai értelemben tehát **cukor/nem cukor**. A fönti idézetet közlő internetes oldal **megbízható/nem megbízható** információforrás.

Keressétek meg az interneten a **xilit képletét** és hasonlítsátok össze az általatok ismert cukrokéval! Mi a különbség?

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….......…………………………

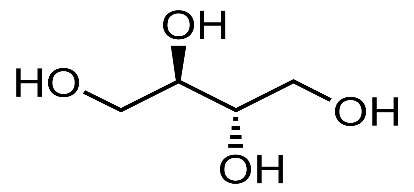
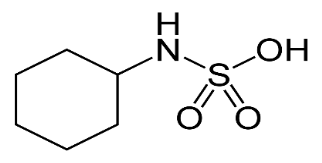
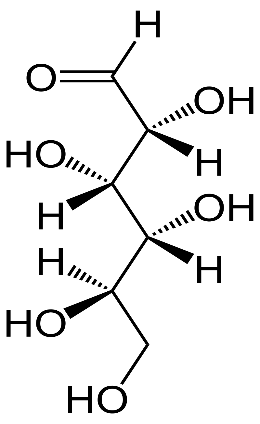
**La dolce vita – Az édes élet** (2. típus: receptszerű változat + kísérlettervezés elmélete)

Az „édes” kifejezéshez pozitív képzeteket társítunk: édes szülő, édes testvér, édesvíz, ami iható. Frederico Fellini (a híres olasz filmrendező) világsikert aratott filmdrámájának címe: „La dolce vita”, azaz „Az édes élet”. A film főszereplője által választott csillogással, szórakozással teli „édes életre” is sokan vágynak. A legtöbb ember édes ízhez való vonzódása közismert: „A civilizáció előtti ember nagyon kedvelte az édes ízt, de ritkán élvezhette, mert a vad gyümölcsökben a cukor csak az érés tetőfokán jelenik meg rövid időre. […] Az édes íz kedvelése vezetett tehát a vitamindús gyümölcsök fogyasztásához. Manapság több 10 kilogramm cukorral[[8]](#footnote-9) elégítjük ki édességigényünket […], ami számtalan élettani károsodás, betegség forrása.”[[9]](#footnote-10) Tudjuk, hogy a túlzott cukorbevitel elhízáshoz vezet, és a cukorbetegek esetében még súlyosabb következményei vannak (pl. vakság). Ezért napjainkban a cukrok fogyasztása mellett vagy helyett cukorpótlókat és mesterséges édesítőszereket használunk ételeink ízesítésére, amelyek különböző vegyületcsoportokba tartoznak. Milyen közös szerkezeti tulajdonsága van az édes ízű anyagoknak? Meg tudjuk-e különböztetni kémiai módszerekkel a cukrokat más édesítőszerektől? Erre a kérdésre keressük a választ a feladatlap segítségével.

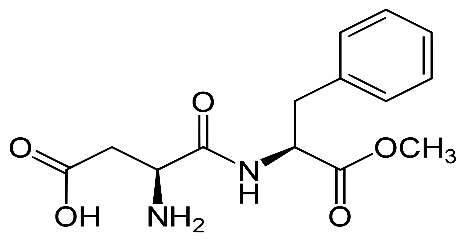
**A feladatlap kitöltése során húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes, vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

**Mi okozza az édes ízt?**

Az édes ízű vegyületek egy részének molekulájában több hidroxilcsoport van (pl. a szőlőcukor, a glicerin és a glikol). A biológia tankönyvek megfelelő fejezeteiben is azt olvashatjuk, hogy az édes íz kialakításáért a hidroxilcsoportok felelősek. Vannak azonban olyan édes ízű vegyületek, amelyek nem tartalmaznak hidroxilcsoportokat. Az „AH-B-X” **elmélet** szerint az édes ízűnek érzett molekulákban egy hidrogénkötés kialakítására képes, elektronhiányos hidrogénatom van. Ugyanis az „AH” részben az „A”-val jelölt atom (pl. oxigén vagy nitrogén) nagy elektronegativitású, ezért **hidrogéndonor**. Ettől meghatározott távolságban (0,3 nm) lennie kell egy **nagy elektronegativitású**, nemkötő elektronpárral rendelkező atomnak. Ez a „B”-vel jelölt **hidrogénakceptor**. Ezekhez képest megfelelő térhelyzetben lipofil, azaz zsírkedvelő, **apoláris** molekularészletük is van. Mindezek együtt biztosítják, hogy a molekulák elég erős másodlagos kötésekkel tudnak kapcsolódni a nyelvünkben lévő ízérző receptorokhoz. Vegyétek szemügyre a következő édes ízű vegyületek molekuláinak szerkezeti képletét! Válasszátok ki az egyik molekulát és **karikázzátok** be a képletében azokat a hidrogénatomokat, melyek **hidrogénkötésben** szerepelhetnek! **Keretezzétek** be azokat az atomokat, amelyek **hidrogénakceptorok** lehetnek! Rajzoljátok körül **szaggatott** vonallal a molekulák **apoláris** (zsírkedvelő**,** lipofil) részét! [[10]](#footnote-11)



2. ciklaminsav



3. szőlőcukor

4. aszpartam

1. eritrit

Molekulaszerkezete alapján mi az eritrit tudományos neve? Nevezzétek el!……………………………………………………………………………........

Hasonlítsátok össze az eritrit- és a szőlőcukor-molekula funkciós csoportjait! Milyen egyezést találtok?

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….....…..

Mi az eltérés?.........................................................................................................................................................................................

A kétféle oxigéntartalmú funkciós csoport az oxidálhatóságuk (redukálóképességük) alapján különböztethető meg egymástól. A

közülük a bizonyos egyszerű cukrokra (monoszacharidokra) jellemző…………………………-csoport könnyebben oxidálható, így pozitív

Fehling-reakciót ad, míg az alkoholokra is jellemző ………………………...….-csoport nem.

**Fehling-próba**: A kémcsőben található kék Fehling I-oldathoz, óvatosan annyi Fehling II-oldatot adagolunk, amíg a kezdetben leváló csapadék mélykék színnel feloldódik. Az így elkészített reagenshez a vizsgálandó mintát hozzáadva melegítjük a kémcsövet. A redukáló hatású formilcsoport jelenlétét téglavörös színű réz(I)-oxid-csapadék megjelenése jelzi. A reakció általános egyenlete:

**R-HCO +4 OH-+ 2 Cu2+ → R-COOH + Cu2O +2 H2O**

A Fehling-próbát azonban nem minden cukor adja. Vannak **nemredukáló szacharidok** is (mint pl. a gyümölcscukor és a répacukor).

Korábbi kémiai tanulmányaitok során viszont megismerkedhettetek azzal, hogy milyen kémiai változás következik be, ha cukrokat

(szőlőcukor, répacukor) hevítünk. Milyen típusú reakció játszódik le akkor? ……………………………………………………………… Mi a folyamat

(konyhatechnológiában is használt) neve? ………………………………………………………………… Ez is egy „próba”, amelyet minden cukor ad.

**1. Kísérlet: Melyik kóla nem hizlal?**

A tálcán elhelyezett mellékletben a *Coca-Cola* és a *Coca-Cola Zero* összetételének leírását találjátok. Az összetétel tanulmányozása után válaszoljatok a kérdésekre! Milyen édes összetevők vannak a kólákban?

Az „eredeti” Coca-Cola édes összetevői: ………………………………………………………………………………………………………………………………………….

A Coca-Cola Zero édességét a következő vegyületek okozzák: ………….………………………………………………………………………………………………

**A kísérlet leírása**: A tálcán két, sorszámozott kémcső egyikében Coca-Cola, a másikban Coca-Cola Zero van. Fehling-próba segítségével döntsétek el melyik kóla az eredeti és melyik a cukormentes! Ehhez a 3. kémcsőben készítsétek el a Fehling-reagenst az előzőekben leírt módon. Majd a kész reagens egyik felét adjátok az első, a másik felét a második kémcső tartalmához. Borszeszégő lángjánál melegítsétek a kémcsövek tartalmát!

**Tapasztalatok:** A(z) …… számú kémcsőben változást nem tapasztaltunk. A(z) …… számú kémcsőben téglavörös szilárd anyag képződött.

**Magyarázat:** A(z) …… számú kémcsőben lejátszódott a Fehling-reakció, a téglavörös színt a Cu2O megjelenése okozza. A(z) …… kémcsőben a Cu2+-ionok nem redukálódtak.

**Következtetés:** A(z) …… számú kémcső tartalmazta az „eredeti” Coca-Colát, mert a Coca-Cola édes íze, a redukáló tulajdonságú

…………………………………………….-tól származik, amelynek ………………………………..-csoportja kimutatható a Fehling-reagenssel. A(z) …… számú kémcsőben a Coca-Cola Zero volt, amelynek mesterséges édesítő komponensei nem lépnek reakcióba a Cu2+-ionokkal.

A kólák összetételének ismeretében melyik kóla fogyasztását javasolnátok szomjoltásra? Válaszotokat indokoljátok meg!

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….......…………………………

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….......…………………………

**2. Kísérlet: Cukor-e a nyírfacukor?**

„A nyírfacukor egy fehér, édes, kristályos szénhidrát. Egy természetes cukorféle, amelyet eredetileg nagy tömegben a nyírfából vontak ki Finnországban. Ahogy a szőlőcukor sem csak a szőlőben van, így a nyírfacukor is megtalálható a legtöbb rostos növényben, fában, zöldségben, gyümölcsben, sőt még a kukoricacsutkában is. Az emberi szervezet is állít elő kis mennyiséget belőle.”[[11]](#footnote-12) (A boltban vásárolható nyírfacukor azonban főként kukoricacsutkából és kukoricaszárból készül.) **Kérdés, hogy igazat állít-e az internetes oldal.** Cukor-e a nyírfacukor?

**A kísérlet leírása:** A tálcán lévő 4. számú kémcsőben szilárd halmazállapotú nyírfacukrot („xilit”-et) találtok. Melegítsétek a kémcső tartalmát! Figyeljétek meg és rögzítsétek a változásokat!

**Tapasztalatok**: A szilárd nyírfacukor halmazállapota melegítés hatására **megváltozott/ nem változott meg.** Melegítés után a ………………………………………. halmazállapotú rendszer színe **fehér / színtelen /barnás /téglavörös** színű volt.

**Következtetés:** A xilit hevítés hatására a cukrokra jellemző ……………………………………………………-t **mutatta/ nem mutatta.** A

nyírfacukor kémiai értelemben tehát **cukor/nem cukor**. A fönti idézetet közlő internetes oldal **megbízható/nem megbízható** információforrás.

Keressétek meg az interneten a **xilit képletét** és hasonlítsátok össze az általatok ismert cukrokéval! Mi a különbség?

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….......…………………………

**A molekulák** **szerkezetének egy-egy jellegzetes eleme összefüggésbe hozható a jellemző fizikai-kémiai tulajdonságaikkal**. Az édes ízű vegyületek molekuláiban a meghatározott tulajdonságokkal rendelkező atomcsoportok adott térszerkezetben helyezkednek el egymáshoz képest. A formil-, azaz aldehidcsoport jellemző tulajdonsága a redukálóképesség, amelynek alapján megfelelő, könnyen redukálódó reagensekkel kimutatható. A cukrok közös kémiai tulajdonsága, hogy melegítéskor karamellizálódnak. Ha ismerjük a vegyület molekuláinak szerkezetéből adódó jellemző kémiai tulajdonságokat, akkor az ezek kimutatására alkalmas **"próbák**at” felhasználhatjuk annak kiderítésére, hogy **egy ismeretlen felépítésű vegyületben az adott molekularészlet megtalálható-e** vagy sem. Ezek a próbák újabb példákként szolgáltak a kémiában végzett **minőségi elemzések**re.

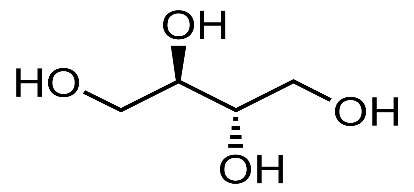
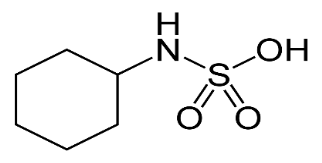
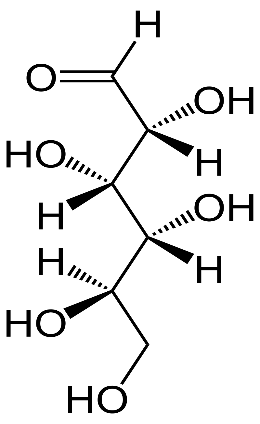
**La dolce vita – Az édes élet** (3. típus: kísérlettervező változat)

Az „édes” kifejezéshez pozitív képzeteket társítunk: édes szülő, édes testvér, édesvíz, ami iható. Frederico Fellini (a híres olasz filmrendező) világsikert aratott filmdrámájának címe: „La dolce vita”, azaz „Az édes élet”. A film főszereplője által választott csillogással, szórakozással teli „édes életre” is sokan vágynak. A legtöbb ember édes ízhez való vonzódása közismert: „A civilizáció előtti ember nagyon kedvelte az édes ízt, de ritkán élvezhette, mert a vad gyümölcsökben a cukor csak az érés tetőfokán jelenik meg rövid időre. […] Az édes íz kedvelése vezetett tehát a vitamindús gyümölcsök fogyasztásához. Manapság több 10 kilogramm cukorral[[12]](#footnote-13) elégítjük ki édességigényünket […], ami számtalan élettani károsodás, betegség forrása.”[[13]](#footnote-14) Tudjuk, hogy a túlzott cukorbevitel elhízáshoz vezet, és a cukorbetegek esetében még súlyosabb következményei vannak (pl. vakság). Ezért napjainkban a cukrok fogyasztása mellett vagy helyett cukorpótlókat és mesterséges édesítőszereket használunk ételeink ízesítésére, amelyek különböző vegyületcsoportokba tartoznak. Milyen közös szerkezeti tulajdonsága van az édes ízű anyagoknak? Meg tudjuk-e különböztetni kémiai módszerekkel a cukrokat más édesítőszerektől? Erre a kérdésre keressük a választ a feladatlap segítségével.

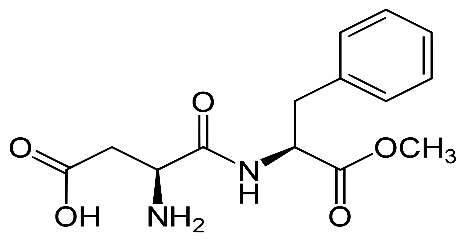
**A feladatlap kitöltése során húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes, vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

**Mi okozza az édes ízt?**

Az édes ízű vegyületek egy részének molekulájában több hidroxilcsoport van (pl. a szőlőcukor, a glicerin és a glikol). A biológia tankönyvek megfelelő fejezeteiben is azt olvashatjuk, hogy az édes íz kialakításáért a hidroxilcsoportok felelősek. Vannak azonban olyan édes ízű vegyületek, amelyek nem tartalmaznak hidroxilcsoportokat. Az „AH-B-X” **elmélet** szerint az édes ízűnek érzett molekulákban egy hidrogénkötés kialakítására képes, elektronhiányos hidrogénatom van. Ugyanis az „AH” részben az „A”-val jelölt atom (pl. oxigén vagy nitrogén) nagy elektronegativitású, ezért **hidrogéndonor**. Ettől meghatározott távolságban (0,3 nm) lennie kell egy **nagy elektronegativitású**, nemkötő elektronpárral rendelkező atomnak. Ez a „B”-vel jelölt **hidrogénakceptor**. Ezekhez képest megfelelő térhelyzetben lipofil, azaz zsírkedvelő, **apoláris** molekularészletük is van. Mindezek együtt biztosítják, hogy a molekulák elég erős másodlagos kötésekkel tudnak kapcsolódni a nyelvünkben lévő ízérző receptorokhoz. Vegyétek szemügyre a következő édes ízű vegyületek molekuláinak szerkezeti képletét! Válasszátok ki az egyik molekulát és **karikázzátok** be a képletében azokat a hidrogénatomokat, melyek **hidrogénkötésben** szerepelhetnek! **Keretezzétek** be azokat az atomokat, amelyek **hidrogénakceptorok** lehetnek! Rajzoljátok körül **szaggatott** vonallal a molekulák **apoláris** (zsírkedvelő**,** lipofil) részét! [[14]](#footnote-15)



2. ciklaminsav



3. szőlőcukor

4. aszpartam

1. eritrit

Molekulaszerkezete alapján mi az eritrit tudományos neve? Nevezzétek el!……………………………………………………………………………........

Hasonlítsátok össze az eritrit- és a szőlőcukor-molekula funkciós csoportjait! Milyen egyezést találtok?

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….....…..

Mi az eltérés?.........................................................................................................................................................................................

A kétféle oxigéntartalmú funkciós csoport az oxidálhatóságuk (redukálóképességük) alapján különböztethető meg egymástól. A

közülük a bizonyos egyszerű cukrokra (monoszacharidokra) jellemző…………………………-csoport könnyebben oxidálható, így pozitív

Fehling-reakciót ad, míg az alkoholokra is jellemző ………………………...….-csoport nem.

**Fehling-próba**: A kémcsőben található kék Fehling I-oldathoz, óvatosan annyi Fehling II-oldatot adagolunk, amíg a kezdetben leváló csapadék mélykék színnel feloldódik. Az így elkészített reagenshez a vizsgálandó mintát hozzáadva melegítjük a kémcsövet. A redukáló hatású formilcsoport jelenlétét téglavörös színű réz(I)-oxid-csapadék megjelenése jelzi. A reakció általános egyenlete:

**R-HCO +4 OH-+ 2 Cu2+ → R-COOH + Cu2O +2 H2O**

A Fehling-próbát azonban nem minden cukor adja. Vannak **nemredukáló szacharidok** is (mint pl. a gyümölcscukor és a répacukor).

Korábbi kémiai tanulmányaitok során viszont megismerkedhettetek azzal, hogy milyen kémiai változás következik be, ha cukrokat

(szőlőcukor, répacukor) hevítünk. Milyen típusú reakció játszódik le akkor? ……………………………………………………………… Mi a folyamat

(konyhatechnológiában is használt) neve? ………………………………………………………………… Ez is egy „próba”, amelyet minden cukor ad.

**A molekulák szerkezetének egy-egy jellegzetes eleme összefüggésbe hozható a jellemző fizikai-kémiai tulajdonságaikkal.** Az édes ízű vegyületek molekuláiban a meghatározott tulajdonságokkal rendelkező atomcsoportok adott térszerkezetben helyezkednek el egymáshoz képest. A formil-, azaz aldehidcsoport jellemző tulajdonsága a redukálóképesség, melynek alapján megfelelő, könnyen redukálódó reagensekkel kimutatható. A cukrok közös kémiai tulajdonsága, hogy melegítéskor karamellizálódnak. Ha ismerjük a vegyület molekuláinak szerkezetéből adódó jellemző kémiai tulajdonságokat, akkor az ezek kimutatására alkalmas "**próbák**at” felhasználhatjuk annak kiderítésére, hogy **egy ismeretlen felépítésű vegyületben az adott molekularészlet megtalálható-e** vagy sem. Az alábbi próbák újabb példákként szolgálnak a kémiában végzett **minőségi elemzések**re.

**1. Kísérlet: Melyik kóla nem hizlal?**

A tálcán elhelyezett mellékletben a *Coca-Cola* és a *Coca-Cola Zero* összetételének leírását találjátok. A tálcán két, sorszámozott kémcső egyikében Coca-Cola, a másikban Coca-Cola Zero van. Tervezzetek kísérletet a rendelkezésre álló anyagok és eszközök felhasználásával a kólák azonosítására! A tervezésnél vegyétek figyelembe a kólák összetételében tapasztalható azonosságokat és

különbségeket! Melyik összetevő jelenlétét vagy hiányát tudjuk kihasználni az azonosítás során?.......................................................

Miért?....................................................................................................................................................................................................

**A kísérlet terve:** ....................................................................................................................................................................................

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..………..

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..………..

**Tapasztalatok**: …………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..……

**Magyarázat**: ………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………......……..

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..………..

**Következtetés:** A(z) ……. számú kémcsőtartalmazta az „eredeti” Coca Colát, mert a Coca-Cola édes íze a ……………….........……………….

tulajdonságú …………………………………………………...-tól származik, amely …………………………………………………....-val kimutatható. A(z) ……

számú kémcsőben a Coca-Cola Zero volt, melynek mesterséges édesítő komponensei nem ilyen tulajdonságúak.

A kólák összetételének ismeretében melyik kóla fogyasztását javasolnátok szomjoltásra? Válaszotokat indokoljátok meg!

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….......…………………………

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….......…………………………

**2. Kísérlet: Cukor-e a nyírfa cukor?**

„A nyírfacukor egy fehér, édes, kristályos szénhidrát. Egy természetes cukorféle, melyet eredetileg nagy tömegben a nyírfából vontak ki Finnországban. Ahogy a szőlőcukor sem csak a szőlőben van, így a nyírfacukor is megtalálható a legtöbb rostos növényben, fában, zöldségben, gyümölcsben, sőt még a kukoricacsutkában is. Az emberi szervezet is állít elő kis mennyiséget belőle.”[[15]](#footnote-16) (A boltban vásárolható nyírfacukor azonban főként kukoricacsutkából és kukoricaszárból készül.) **Kérdés, hogy igazat állít-e az internetes oldal.** Cukor-e a nyírfacukor? Tervezzetek kísérletet ennek eldöntésére, a tálcán található anyagok és eszközök felhasználásával! A kísérlethez a 4. számú kémcsőben szilárd nyírfacukor áll rendelkezésre.

**A kísérlet terve:** ……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………..

**Tapasztalat(ok):** ………………………………………………………………………………………………………………………………………………..……………………………

**Következtetések:** A xilit a tervezett és végrehajtott kísérlet során a cukrokra jellemző ………………………………...….............................-t

**mutatta/ nem mutatta.** A nyírfacukor kémiai értelemben **cukor/nem cukor**. A fönti idézetet közlő internetes oldal **megbízható/nem megbízható** információforrás.

Keressétek meg az interneten a **xilit képletét** és hasonlítsátok össze az általatok ismert cukrokéval! Mi a különbség?

……………………………………………………………………………………………………………………………………………………………………….......…………………………

**La dolce vita – Az édes élet** (tanári változat)

Az „édes” kifejezéshez pozitív képzeteket társítunk: édes szülő, édes testvér, édesvíz, ami iható. Frederico Fellini (a híres olasz filmrendező) világsikert aratott filmdrámájának címe: „La dolce vita”, azaz „Az édes élet”. A film főszereplője által választott csillogással, szórakozással teli „édes életre” is sokan vágynak. A legtöbb ember édes ízhez való vonzódása közismert: „A civilizáció előtti ember nagyon kedvelte az édes ízt, de ritkán élvezhette, mert a vad gyümölcsökben a cukor csak az érés tetőfokán jelenik meg rövid időre. […] Az édes íz kedvelése vezetett tehát a vitamindús gyümölcsök fogyasztásához. Manapság több 10 kilogramm cukorral[[16]](#footnote-17) elégítjük ki édességigényünket […], ami számtalan élettani károsodás, betegség forrása.”[[17]](#footnote-18) Tudjuk, hogy a túlzott cukorbevitel elhízáshoz vezet, és a cukorbetegek esetében még súlyosabb következményei vannak (pl. vakság). Ezért napjainkban a cukrok fogyasztása mellett vagy helyett cukorpótlókat és mesterséges édesítőszereket használunk ételeink ízesítésére, amelyek különböző vegyületcsoportokba tartoznak. Milyen közös szerkezeti tulajdonsággal bírnak az édes ízű anyagok? Meg tudjuk-e különböztetni kémiai módszerekkel a cukrokat más édesítőszerektől? Erre a kérdésre keressük a választ a feladatlap segítségével.

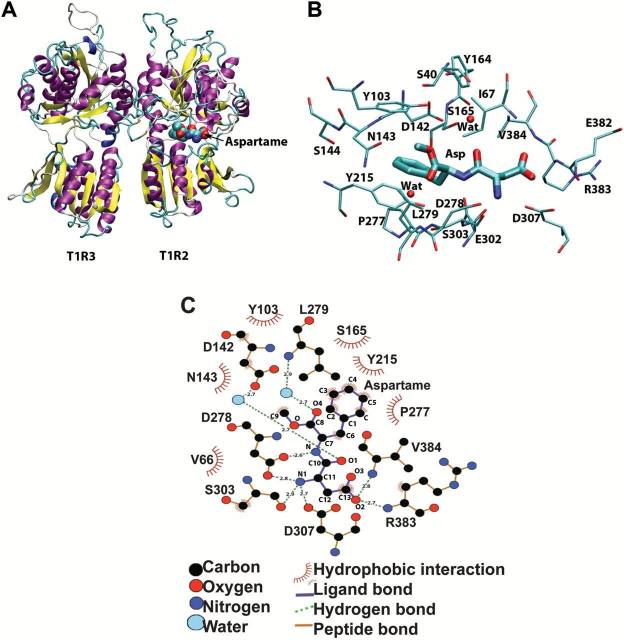
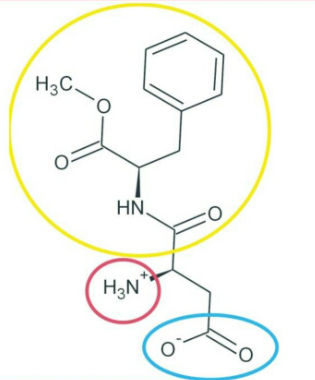
**A feladatlap kitöltése során húzzátok alá vagy keretezzétek be a helyes, vagy húzzátok át a hibás szövegrészt.**

**Mi okozza az édes ízt?**

*Megjegyzés: Az édes íz kialakulásának hátteréről, az AH-B-X elméletről, az édesítőszerek szerepéről néhány, magyarul is hozzáférhető cikkben olvashatunk a világhálón. Alább ezekből emelünk ki néhány gondolatot*. *Ezek közül az adott tanulócsoport előzetes képzettségének és érdeklődésének megfelelő mennyiségű információval érdemes kiegészíteni a feladatlap szövegét.*

*„Egy, még a 70-es években született hipotézis szerint az édes molekulák három jól definiált ponton (AH-B-X) létesítenek kontaktust a receptor kötőhelyével. Vagyis a kötőhelynek három specifikus funkciós csoportot kell tartalmaznia geometriailag megfelelő elrendeződésben. Az AH+ régió H-kötés donor (pl.-OH, -NH2), a B-régió H-kötés akceptor (pl. –COO-) az X régió pedig apoláris funkciós csoportot (pl. benzolgyűrű) jelöl a receptor fehérjén. A távolság A és B között kb. 3 Å, X pedig többé-kevésbé merőlegesen helyezkedik el az A és B csoportokra. Ahhoz, hogy egy molekula édes legyen az A, B és X pontok közül minimum kettőhöz illeszkednie kell.” Természetesen ezeket a kötőhelyeket a receptorfehérje komplementer módon tartalmazza. A fenti cikk az aszpartám molekula ábráján mutatja be AH-B-X helyeket:[[18]](#footnote-19)*

*Az alábbi bal oldali ábrán az aszpartám szerkezeti képletében pirossal van bekarikázva a nitrogénatom nemkötő elektronpárjára hidrogéniont fölvett aminocsoport, kékkel a hidrogénion leadására képes karboxilcsoport karboxilát maradéka és sárgával a molekula közelítőleg apolárisnak tekinthető része. Az alábbi, jobb oldali ábra az aszpartám receptor fehérjéhez való kötődését szemlélteti:[[19]](#footnote-20)*



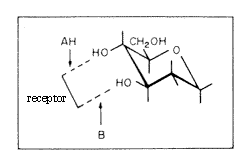
aszpartám

*„A molekulák édességének magyarázatára számos elmélet született. A legnagyobb figyelmet R. S. Shallenberger és T. E. Acree hidrogénkötés elmélete keltette fel. Az ő elképzelésük szerint annak a szerkezeti egységnek (glükofornak), amelytől a molekula édes, AH, B rendszere van, ahol A és B elektronegatív atom, és A protonált állapotú. AH tehát savként, B bázisként viselkedik, s az édes molekula AH, B rendszere két hidrogénkötést létesít az édesség receptorának "reciprok" AH, B rendszerével. Az édes molekula AH, B rendszerének térbeli geometriája szabja meg, hogy a molekula hogyan illeszkedik a receptorra. A cukrokban AH, B rendszerek lehetnek például az α-glikol-csoportok, az aminosavakban és a fehérjékben a peptidkötések. (Az édes molekulák nagyon sokféle vegyülettípushoz tartoznak, például cukrokhoz, sókhoz, aminosavakhoz, ciklikus imidekhez, benzolszármazékokhoz.) Bár az édes molekulákban mindig azonosíthatók az AH, B rendszerek, természetesen nem minden molekula édes, amelyben van AH, B rendszer. Ennek egyik oka az lehet, hogy az ilyen rendszer nem illeszkedik megfelelően a receptorra.*

***Az édesítők szerepe:*** *Az élelmiszerekben a cukrok nem csupán ízesítésre szolgálnak. Hozzájárulnak az állag kialakításához, a tartósításhoz, emelik a forráspontot (ezzel elősegítenek egyes feldolgozási módokat), fényesebbé, kívánatosabbá tehetik az ennivalót. A szokásos cukrokon (ilyen például a répacukor, nádcukor, glükóz, fruktóz, laktóz) kívül az élelmiszeripar sok olyan glükózlét is felhasznál, amelyet keményítőből készítenek részleges enzimes hidrolízissel. A lét vagy izomerizálják (hogy a glükóz egy részét az édesebb fruktózzá alakítsák át), vagy hidrogénezéssel poliol-keveréket készítenek. A hidrogénezett termékek ugyanolyan édesek, mint az eredeti glükózlé, de kevésbé bomlanak el és a feldolgozás szempontjából is kedvezőbbek.*

*Az intenzív édesítőket nem sorolják a tápanyagok közé. Az amerikai előírások szerint nem tekintik tápanyagnak azt az édesítőszert, amely nem éri el a szacharóz kalóriaértékének 2%-át (ekvivalens édesítőkapacitásra számítva). Ez azt jelenti, hogy a fehérje-édesítők, például az aszpartám, amelyek több mint 50%-kal édesebbek a szacharóznál, nem tápanyagok. Az intenzív édesítőszerek természetesen nagyon gazdaságosak, de például nem tartósítják az ételt…*

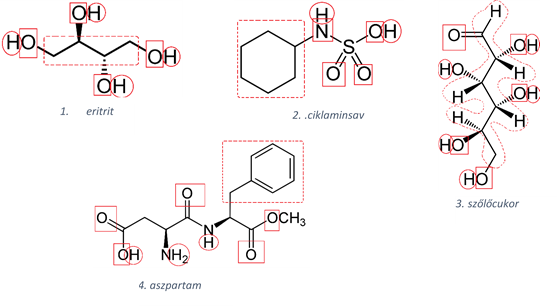
***Az íz érzékelése*** *Az édes molekula valószínűleg lazán kötődik az ízlelősejt membránjához – például az AH, B rendszerrel – és elindít egy ionáramot: akciós potenciál keletkezik, s a neuronból elektromos impulzus jut az agyba. Mivel egyszerre több ezer vagy millió ízreceptor küld jelet, az érzékelési információ feldolgozása rendkívül bonyolult folyamat. Az érzékelésről nagyon keveset tudunk; az ízérzékelés első szakaszáról feltételezik, hogy az ingert kiváltó ideális alakzatot vegyületek homológ sorainak szerkezetvizsgálatával kereshetjük meg. Az elemzés a – protonáltnak feltételezett – receptorról is adhat információt.*

*Ha az AH, B elmélet helyes, az AH, B rendszert egyértelműen azonosíthatjuk az egyszerű molekulákban, például a cukrokban. A cukormolekulák több α-glikol-csoportot tartalmaznak, amelyek mind megfelelnek a Shallenberger és Acree-féle követelményeknek. Melyik ezek közül az aktuális AH, B rendszer? A válasz feltételezi, hogy a cukormolekula mindig adott orientációt foglal el a receptoron, ezért mindig adott hidroxilcsoport vesz részt a kötésben. Az összes cukorban és édesítőszerben nem könnyű az AH, B rendszer kiválasztása, mert az édes molekulák többségének változhat a konformációja. A glükopiranóz típusú szerkezetek esetében azonban a molekulák általában szék konformációjúak, és az AH, B rendszer a 3, 4-α-glikol-csoporthoz rendelhető. Az AH, B rendszerek ilyen jellegű asszignálását csak úgy végezhetjük el, hogy a molekulát minden lehetséges módon kémiailag módosítjuk, és megnézzük, hogyan hat a változtatás az ízre. Ez nagyon kemény munkát igénylő feladat, és az eredmények értelmezése sem mindig könnyű. A kémiai módosítás hatására például az édes molekulák könnyen keserűvé válnak, és másfajta receptorhoz kötődnek.”[[20]](#footnote-21)[[21]](#footnote-22)*

Az édes ízű vegyületek egy részének molekulájában több hidroxilcsoport van (pl. a szőlőcukor, a glicerin és a glikol). A biológia tankönyvek megfelelő fejezeteiben is azt olvashatjuk, hogy az édes íz kialakításáért a hidroxilcsoportok felelősek. Vannak azonban olyan édes ízű vegyületek, amelyek nem tartalmaznak hidroxilcsoportokat. Az „AH-B-X” **elmélet** szerint az édes ízűnek érzett molekulákban egy hidrogénkötés kialakítására képes, elektronhiányos hidrogénatom van. Ugyanis az „AH” részben az „A”-val jelölt atom (pl. oxigén vagy nitrogén) nagy elektronegativitású, ezért **hidrogéndonor**. Ettől meghatározott távolságban (0,3 nm) lennie kell egy **nagy elektronegativitású**, nemkötő elektronpárral rendelkező atomnak. Ez a „B”-vel jelölt **hidrogénakceptor**. Ezekhez képest megfelelő térhelyzetben lipofil, azaz zsírkedvelő, **apoláris** molekularészletük is van. Mindezek együtt biztosítják, hogy a molekulák elég erős másodlagos kötésekkel tudnak kapcsolódni a nyelvünkben lévő ízérző receptorokhoz. Vegyétek szemügyre a következő édes ízű vegyületek molekuláinak szerkezeti képletét! Válasszátok ki az egyik molekulát és **karikázzátok** be a képletében azokat a hidrogénatomokat, melyek **hidrogénkötésben** szerepelhetnek! **Keretezzétek** be azokat az atomokat, amelyek **hidrogénakceptorok** lehetnek! Rajzoljátok körül **szaggatott** vonallal a molekulák **apoláris** (zsírkedvelő**,** lipofil) részét! [[22]](#footnote-23)

*Megjegyzések:*

* *Időmegtakarítást jelent, ha egy tanulócsoport csak egy molekula szerkezeti képletében végzi el a fenti feladatban szereplő jelöléseket. Osztályszinten egyeztethető, hogy melyik csoporté melyik molekula lesz, vagy minden csoport dolgozhat ugyanazzal a képlettel is.*
* *A megoldások megbeszélésénél – ha lehetőségünk van rá – az alábbi molekulamodellek projektoros kivetítésével jól szemléltethetők a feladatlapon szereplő molekulák különböző polaritású/másodlagos kölcsönhatást kialakítani képes részletei. A linkre kattintva megjelenő háromdimenziós („3D-s”) „golyó és pálcika”* („ball and stick”*) modellek a számítógép egerének bal gombját lenyomva tartva a kurzorral megragadhatók és tetszőleges irányba forgathatók:*
  + *ciklaminsav 3D* [*https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/7533#section=3D-Conformer*](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/7533#section=3D-Conformer)
  + *aszpartam 3D* [*https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/134601#section=3D-Conformer*](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/134601#section=3D-Conformer)
  + *eritrit 3D* [*https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/8998#section=3D-Conformer*](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/8998#section=3D-Conformer)
  + *alfa-D-glükóz 3D* [*https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/79025#section=3D-Conformer*](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/79025#section=3D-Conformer)
  + *valamint a Coca-Cola Zero összetételében megtalálható* aceszulfám 3D  
    [*https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/acesulfame#section=3D-Conformer*](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/acesulfame#section=3D-Conformer)
* *A fennti cikkben szereplő ábrán a gyűrűzárt glükóz és a receptorfehérje kapcsolatának sémáját láthattuk. A tanulók által megoldandó feladatban a glükóz nyílt láncú formáját szerepeltettük, mert itt a formil- (aldehid-) csoport megléte egyértelmű és nem kíván további mgyarázatot.*

[[23]](#footnote-24)

Molekulaszerkezete alapján, mi az eritrit tudományos neve? Nevezzétek el: **Bután-1,2,3,4-tetraol.**

Hasonlítsátok össze az eritrit- és a szőlőcukor-molekula funkciós csoportjait! Milyen egyezést találtok?

**Mindkét molekulában van hidroxil- (-OH)-csoport.**

Mi az eltérés? **A szőlőcukor molekulában formil- (azaz aldehid-) csoport is van.**

A kétféle oxigéntartalmú funkcióscsoport oxidálhatóságuk (redukálóképességük) alapján különböztethető meg egymástól. A közülük bizonyos egyszerű cukrokra (monoszacharidokra) jellemző **formil**csoport könnyebben oxidálható így pozitív Fehling-reakciót ad, még az alkoholokra is jellemző **hidroxil**csoport nem.

**Fehling-próba**: A kémcsőben található kék Fehling I-oldathoz, óvatosan annyi Fehling II-oldatot adagolunk, amíg a kezdetben leváló csapadék mélykék színnel feloldódik. Az így elkészített reagenshez a vizsgálandó mintát hozzáadva melegítjük a kémcsövet. A redukáló hatású formilcsoport jelenlétét téglavörös színű réz(I)-oxid-csapadék megjelenése jelzi. A reakció általános egyenlete:

**R-HCO +4 OH-+ 2 Cu2+ → R-COOH + Cu2O +2H2O**

A Fehling-próbát azonban nem minden cukor adja. Vannak **nemredukáló szacharidok** is (mint pl. a gyümölcscukor és a répacukor). Korábbi kémiai tanulmányaitok során viszont megismerkedhettetek azzal, hogy milyen kémiai változás következik be, ha cukrokat (szőlőcukor, répacukor) hevítünk. Milyen típusú reakció játszódik le akkor? **Bomlás/hőbomlás.**

Mi a folyamat (konyhatechnológiában is használt) neve? **Karamellizálódás.**

**1. Kísérlet: Melyik kóla nem hizlal?**

A tálcán elhelyezett mellékletben a *Coca-Cola* és a *Coca-Cola Zero* összetételének leírását találjátok. Az összetétel tanulmányozása után válaszoljatok a kérdésekre! Milyen édes összetevők vannak a kólákban?

Az „eredeti” Coca-Cola édes összetevői: **Glükóz/szőlőcukor, fruktóz/gyümölcscukor.**

A Coca-Cola Zero édességét a következő vegyületek okozzák: **Aszpartám, aceszulfám K, nátrium-ciklamát**

**A kísérlet leírása**: A tálcán két, sorszámozott kémcső egyikében Coca-Cola, a másikban Coca-Cola Zero van. Fehling-próba segítségével döntsétek el melyik kóla az eredeti és melyik a cukormentes! Ehhez a 3. kémcsőben készítsétek el a Fehling-reagenst az előzőekben leírt módon. Majd a kész reagens egyik felét adjátok az első, a másik felét a második kémcső tartalmához. Borszeszégő lángjánál melegítsétek a kémcsövek tartalmát!

*Megjegyzés: Az alábbi fénykép bal oldalán a Coca-Cola Zero, jobb oldalán pedig Coca-Cola mintával végzett Fehling-próba eredménye látható.*

**Tapasztalatok:** A(z) **1.** számú kémcsőben változást nem tapasztaltunk. A(z) **2.** számú kémcsőben téglavörös szilárd anyag képződött.

**Magyarázat:** A(z) **2.** számú kémcsőben lejátszódott a Fehling-reakció, a téglavörös színt a Cu2O megjelenése okozza. A(z) **1.** kémcsőben a Cu2+-ionok nem redukálódtak.

**Következtetés:** A(z) **2.** számú kémcső tartalmazta az „eredeti” Coca Colát, mert a Coca-Cola édes íze, a redukáló tulajdonságú

**szőlőcukor**-tól származik, melynek **formil-/aldehid**csoportja Fehling reagenssel kimutatható. A(z) **1.** számú kémcsőben a Coca-Cola Zero volt, melynek mesterséges édesítő komponensei nem lépnek reakcióba a Cu2+-ionokkal.

A kólák összetételének ismeretében melyik kóla fogyasztását javasolnátok szomjoltásra? Válaszotokat indokoljátok meg!

**Szomjoltásra egyik kóla sem javasolható. A Coca-Cola Zero energiatartalma a benne lévő édesítőszerek miatt ugyan minimális, de a mindkét kólában jelenlévő foszforsav árthat a fogaknak, a szénsav/szén-dioxid tartalom teltségérzetet okozhat, így megakadályozhatja a megfelelő mennyiségű folyadékfogyasztást, valamint számolnunk kell a koffein (esetleg nem kívánt) élénkítő hatásával is.**

*Megjegyzés: A kólák összetételének ismeretében és előzetes kémiai ismereteik alapján csak a foszforsav fogakat károsító hatásának említése várható el a tanulóktól. Előfordulhat, hogy van a tanulók között egészségtudatosan táplálkozó is, aki ismeri a szénsavas italok és a koffein szervezetre gyakorolt hatását, ezért az elvárható válasz mellett ezeket is megemlítettük.*

**2. Kísérlet: Cukor-e a nyírfacukor?**

„A nyírfacukor egy fehér, édes, kristályos szénhidrát. Egy természetes cukorféle, amelyet eredetileg nagy tömegben a nyírfából vontak ki Finnországban. Ahogy a szőlőcukor sem csak a szőlőben van, így a nyírfacukor is megtalálható a legtöbb rostos növényben, fában, zöldségben, gyümölcsben, sőt még a kukoricacsutkában is. Az emberi szervezet is állít elő kis mennyiséget belőle.”[[24]](#footnote-25) (A boltban vásárolható nyírfacukor azonban főként kukoricacsutkából és kukoricaszárból készül.) **Kérdés, hogy igazat állít-e az internetes oldal.** Cukor-e a nyírfacukor?

**A kísérlet leírása:** A tálcán lévő 4. számú kémcsőben szilárd halmazállapotú nyírfacukrot („xilit”-et) találtok. Melegítsétek a kémcső tartalmát! Figyeljétek meg és rögzítsétek a változásokat!

*Megjegyzés: Az alábbi fényképen a kísérlet eredménye látható.*



**Tapasztalatok**: A szilárd nyírfacukor halmazállapota melegítés hatására **megváltozott/ nem változott meg.** Melegítés után a **folyékony** halmazállapotú rendszer színe **fehér / színtelen /barnás /téglavörös** színű volt.

**Következtetés:** A xilit hevítés hatására a cukrokra jellemző **karamellizálódás**-t **mutatta/ nem mutatta.** A nyírfacukor kémiai értelemben tehát **cukor/nem cukor**. A fönti idézetet közlő internetes oldal **megbízható/nem megbízható** információforrás.

Keressétek meg az interneten a **xilit képletét** és hasonlítsátok össze az általatok ismert cukrokéval! Mi a különbség?

**A xilitben nincs oxocsoport.**

[Csak a 2.típusú csoportnak! – A kísérlettervezés elméletéhez a **receptszerűen leírt kísérletek végrehajtása után**.]

**A molekulák** **szerkezetének egy-egy jellegzetes eleme összefüggésbe hozható a jellemző fizikai-kémiai tulajdonságaikkal**. Az édes ízű vegyületek molekuláiban a meghatározott tulajdonságokkal rendelkező atomcsoportok adott térszerkezetben helyezkednek el egymáshoz képest. A formil-, azaz aldehidcsoport jellemző tulajdonsága a redukálóképesség, amelynek alapján megfelelő, könnyen redukálódó reagensekkel kimutatható. A cukrok közös kémiai tulajdonsága, hogy melegítéskor karamellizálódnak. Ha ismerjük a vegyület molekuláinak szerkezetéből adódó jellemző kémiai tulajdonságokat, akkor az ezek kimutatására alkalmas **"próbák**at” felhasználhatjuk annak kiderítésére, hogy **egy ismeretlen felépítésű vegyületben az adott molekularészlet megtalálható-e** vagy sem. Ezek a próbák újabb példákként szolgáltak a kémiában végzett **minőségi elemzések**re.

[Csak a 3. típusú csoportnak!] – A kísérlettervezés elméletéhez a **kísérletek megtervezése előtt**.]

**A molekulák szerkezetének egy-egy jellegzetes eleme összefüggésbe hozható a jellemző fizikai-kémiai tulajdonságaikkal.** Az édes ízű vegyületek molekuláiban a meghatározott tulajdonságokkal rendelkező atomcsoportok adott térszerkezetben helyezkednek el egymáshoz képest. A formil-, azaz aldehidcsoport jellemző tulajdonsága a redukálóképesség, melynek alapján megfelelő, könnyen redukálódó reagensekkel kimutatható. A cukrok közös kémiai tulajdonsága, hogy melegítéskor karamellizálódnak. Ha ismerjük a vegyület molekuláinak szerkezetéből adódó jellemző kémiai tulajdonságokat, akkor az ezek kimutatására alkalmas "**próbák**at” felhasználhatjuk annak kiderítésére, hogy **egy ismeretlen felépítésű vegyületben az adott molekularészlet megtalálható-e** vagy sem. Az alábbi próbák újabb példákként szolgálnak a kémiában végzett **minőségi elemzések**re.

**1. Kísérlet: Melyik kóla nem hizlal?**

A tálcán elhelyezett mellékletben a *Coca-Cola* és a *Coca-Cola Zero* összetételének leírását találjátok. A tálcán két, sorszámozott kémcső egyikében Coca-Cola, a másikban Coca-Cola Zero van. Tervezzetek kísérletet a rendelkezésre álló anyagok és eszközök felhasználásával a kólák azonosítására! A tervezésnél vegyétek figyelembe a kólák összetételében tapasztalható azonosságokat és különbségeket! Melyik összetevő jelenlétét vagy hiányát tudjuk kihasználni az azonosítás során? **A szőlőcukorét.**

Miért?.**A szőlőcukorban jelenlévő formil-, azaz aldehidcsoport redukáló tulajdonságú, ezért pozitív Fehling-reakciót várhatunk. A Coca-Cola Zero-ban lévő édesítőszerekben nincs formil-, azaz aldehidcsoport így nem adják a Fehling-reakciót.**

**A kísérlet terve: A 3. kémcsőben a Fehling II-oldat hozzáadásával elkészítjük a Fehling-reagenst, majd azt az 1. és a 2. számú kémcsövekbe szétöntve mindkét kóla minta melegítésével elvégezzük a Fehling-próbát.**

**Tapasztalatok**: **Az 1. számú kémcsőben a Fehling-reagens hozzáadása után, melegítés hatására sem történt változás. A 2. számú kémcsőben a Fehling-reagens hozzáadása és melegítés hatására téglavörös színű szilárd anyag keletkezett.**

**Magyarázat: az 1. számú kémcsőben nem történt szemmel látható kémiai reakció, a 2. kémcsőben a Cu2+-ionok kék színe eltűnt, téglavörös színű Cu2O keletkezését figyelhettük meg. Pozitív Fehling-reakciót kaptunk.**

**Következtetés:** A(z) **2.** számú kémcső tartalmazta az „eredeti” Coca Colát, mert a Coca-Cola édes íze a **redukáló** tulajdonságú **szőlőcukor/glükóz**-tól származik, amely **Fehling-reakcióval** kimutatható. A(z) **1.** számú kémcsőben a Coca-Cola Zero volt, melynek mesterséges édesítő komponensei nem ilyen tulajdonságúak.

A kólák összetételének ismeretében melyik kóla fogyasztását javasolnátok szomjoltásra? Válaszotokat indokoljátok meg!

**Szomjoltásra egyik kóla sem javasolható. A Coca-Cola Zero energiatartalma a benne lévő édesítőszerek miatt ugyan minimális, de a mindkét kólában jelenlévő foszforsav árthat a fogaknak, a szénsav/szén-dioxid tartalom teltségérzetet okozhat, így megakadályozhatja a megfelelő mennyiségű folyadékfogyasztást, valamint számolnunk kell a koffein (esetleg nem kívánt) élénkítő hatásával is.**

*Megjegyzés: A kólák összetételének ismeretében és előzetes kémiai ismereteik alapján csak a foszforsav fogakat károsító hatásának említése várható el a tanulóktól. Előfordulhat, hogy van a tanulók között egészségtudatosan táplálkozó is, aki ismeri a szénsavas italok és a koffein szervezetre gyakorolt hatását, ezért az elvárható válasz mellett ezeket is megemlítettük.*

**2. Kísérlet: Cukor-e a nyírfacukor?**

„A nyírfacukor egy fehér, édes, kristályos szénhidrát. Egy természetes cukorféle, melyet eredetileg nagy tömegben a nyírfából vontak ki Finnországban. Ahogy a szőlőcukor sem csak a szőlőben van, így a nyírfacukor is megtalálható a legtöbb rostos növényben, fában, zöldségben, gyümölcsben, sőt még a kukoricacsutkában is. Az emberi szervezet is állít elő kis mennyiséget belőle.”[[25]](#footnote-26) (A boltban vásárolható nyírfacukor azonban főként kukoricacsutkából és kukoricaszárból készül.) **Kérdés, hogy igazat állít-e az internetes oldal.** Cukor-e a nyírfacukor? Tervezzetek kísérletet ennek eldöntésére, a tálcán található anyagok és eszközök felhasználásával! A kísérlethez a 4. számú kémcsőben szilárd nyírfacukor áll rendelkezésre.

**A kísérlet terve: A szilárd nyírfacukrot kémcsőben melegítjük, megfigyeljük a változást. Ha a nyírfacukor kémiailag a cukrok csoportjába tartozik, karamellizálódni fog.**

**Tapasztalat(ok): Melegítés hatására a nyírfacukor megolvadt. Az olvadék színtelen, könnyen folyó volt, amely további melegítés hatására sem változtatta meg a színét.**

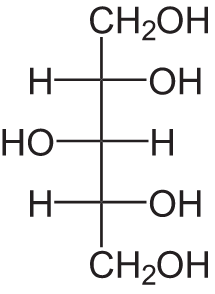
**Következtetések:** A xilit a tervezett és végrehajtott kísérlet során a cukrokra jellemző **karamellizálódás**-t **mutatta/ nem mutatta.** A nyírfacukor kémiai értelemben **cukor/nem cukor**. A fönti idézetet közlő internetes oldal **megbízható/nem megbízható** információforrás.

Keressétek meg az interneten a **xilit képletét** és hasonlítsátok össze az általatok ismert cukrokéval! Mi a különbség?

**A xilitben nincs oxocsoport.**

*Megjegyzések:*

* *A xilit a xilóz nevű aldopentózból származtatható cukoralkohol. A D-xilit képlete a következő (*[*https://hu.wikipedia.org/wiki/Xilit*](https://hu.wikipedia.org/wiki/Xilit)*):*



* *A karamellizáció tulajdonképpen a cukrok teljes elszenesedésnek (teljes vízvesztésének) kezdő folyamata. Kémiai szempontból nagyon bonyolult. A karamellizálódás során többek között vízvesztéssel és gyűrűzáródással járó reakciók is történnek. Ezek kiindulópontja az enolizáció (enol-oxo tautoméria), amelynek nyilvánvaló előfeltétele a két szomszédos szénatomon jelen lévő oxocsoport és hidroxilcsoport. Mivel a cukoralkoholokban (mint pl. a "nyírfacukor", azaz xilit) nem található oxocsoport, ezért azok nem is karamellizálhatók. Az alábbi linken elérhető honlapon bővebb információk is olvashatók a karamellizációról:*

[*http://chem-net.blogspot.com/2015/04/food-chemistry-caramelization-sugar15.html*](http://chem-net.blogspot.com/2015/04/food-chemistry-caramelization-sugar15.html)

1. A feladatlap Bodó Jánosné: Oxigéntartalmú szerves vegyületek vizsgálata c. feladatlapjának tartalmi elemeit felhasználva készült (<http://www.chem.elte.hu/w/modszertani/fellap.html>, utolsó megtekintés: 2019. 08. 15.) [↑](#footnote-ref-2)
2. Kovács L.- Csupor D.- Lente G. –Gunda T.: Száz kémiai mítosz, Akadémiai kiadó, 2011 (36. old.). [↑](#footnote-ref-3)
3. A képek forrása: <https://www.coca-cola.hu/markak/coca-cola> (Utolsó megtekintés: 2019. 08. 19.) [↑](#footnote-ref-4)
4. Fejenkénti éves fogyasztás. [↑](#footnote-ref-5)
5. Csányi Vilmos: Íme, az ember (Libri, 2015., 330-331. old.) [↑](#footnote-ref-6)
6. A képek forrása: 1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Erythritol#/media/File:Erythritol_structure.svg>

   2. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Ciklaminsav#/media/F%C3%A1jl:Cyclamic-acid-2D-skeletal.png>

   3. <https://en.wikipedia.org/wiki/File:D-Fructose_Keilstrich.svg>

   4. <https://en.wikipedia.org/wiki/Aspartame#/media/File:Aspartame.svg> (Utolsó megtekintések: 2019. 08. 19.) [↑](#footnote-ref-7)
7. <https://www.vitalzone.hu/nyirfacukor.html>(utolsó megtekintés 2019. 08. 15.) [↑](#footnote-ref-8)
8. Fejenkénti éves fogyasztás. [↑](#footnote-ref-9)
9. Csányi Vilmos: Íme, az ember (Libri, 2015., 330-331. old.) [↑](#footnote-ref-10)
10. Képek forrása: 1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Erythritol#/media/File:Erythritol_structure.svg>

    2. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Ciklaminsav#/media/F%C3%A1jl:Cyclamic-acid-2D-skeletal.png>

    3. <https://en.wikipedia.org/wiki/File:D-Fructose_Keilstrich.svg>

    4. <https://en.wikipedia.org/wiki/Aspartame#/media/File:Aspartame.svg> (Utolsó megtekintések: 2019. 08. 19.) [↑](#footnote-ref-11)
11. <https://www.vitalzone.hu/nyirfacukor.html> (Utolsó megtekintés: 2019. 08. 15.) [↑](#footnote-ref-12)
12. Fejenkénti éves fogyasztás. [↑](#footnote-ref-13)
13. Csányi Vilmos: Íme, az ember (Libri, 2015., 330-331. old.) [↑](#footnote-ref-14)
14. Képek forrása: 1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Erythritol#/media/File:Erythritol_structure.svg>

    2. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Ciklaminsav#/media/F%C3%A1jl:Cyclamic-acid-2D-skeletal.png>

    3. <https://en.wikipedia.org/wiki/File:D-Fructose_Keilstrich.svg>

    4. <https://en.wikipedia.org/wiki/Aspartame#/media/File:Aspartame.svg> (Utolsó megtekintések:2019. 08. 19.) [↑](#footnote-ref-15)
15. <https://www.vitalzone.hu/nyirfacukor.html> (Utolsó megtekintés: 2019. 08. 15.) [↑](#footnote-ref-16)
16. Fejenkénti éves fogyasztás. [↑](#footnote-ref-17)
17. Csányi Vilmos: Íme, az ember (Libri, 2015., 330-331. old.) [↑](#footnote-ref-18)
18. [*http://www.kemiaipanorama.hu/KP/7szamfull/KP\_no7full.html*](http://www.kemiaipanorama.hu/KP/7szamfull/KP_no7full.html) (utolsó megtekintés: 2019.08.19.) [↑](#footnote-ref-19)
19. A kép forrása: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/core/lw/2.0/html/tileshop_pmc/tileshop_pmc_inline.html?title=Click%20on%20image%20to%20zoom&p=PMC3&id=4675835_chemse_bjv045_f0002.jpg> (Utolsó megtekintés: 2019. 08. 19.) [↑](#footnote-ref-20)
20. <https://www.kfki.hu/~cheminfo/hun/teazo/uj/edes.html> (utolsó megtekintés:2019.08.19.) [↑](#footnote-ref-21)
21. Az idézetben előforduló apróbb gépelési hibákat javítottuk. [↑](#footnote-ref-22)
22. Képek forrása: 1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Erythritol#/media/File:Erythritol_structure.svg>

    2. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Ciklaminsav#/media/F%C3%A1jl:Cyclamic-acid-2D-skeletal.png>

    3. <https://en.wikipedia.org/wiki/File:D-Fructose_Keilstrich.svg>

    4. <https://en.wikipedia.org/wiki/Aspartame#/media/File:Aspartame.svg> (Utolsó megtekintések: 2019.08.19.) [↑](#footnote-ref-23)
23. Képek a következő képek szerkesztett változatai:

    1. <https://en.wikipedia.org/wiki/Erythritol#/media/File:Erythritol_structure.svg>

    2. <https://hu.wikipedia.org/wiki/Ciklaminsav#/media/F%C3%A1jl:Cyclamic-acid-2D-skeletal.png>

    3. <https://en.wikipedia.org/wiki/File:D-Fructose_Keilstrich.svg>

    4. <https://en.wikipedia.org/wiki/Aspartame#/media/File:Aspartame.svg> (Utolsó megtekintések: 2019.08.19.) [↑](#footnote-ref-24)
24. <https://www.vitalzone.hu/nyirfacukor.html> (Utolsó megtekintés: 2019. 08. 15.) [↑](#footnote-ref-25)
25. <https://www.vitalzone.hu/nyirfacukor.html> (Utolsó megtekintés: 2019. 08. 15.) [↑](#footnote-ref-26)