

Határtalan kémia...”



Dr. Szalay Luca

Jó kérdések és okos válaszok a kémiaórákon (I. rész)

A kémiaórák tervezett menetét időnként megszakítják a diákok által feltett kérdések. Alkalmanként ezek olyan „jó kérdések”, amik többé-kevésbé kapcsolódnak a tananyaghoz, de a pontos választ mi tanárok sem feltétlenül ismerjük (vagy ha ismerjük is, célszerű a diákokat megkérni arra, hogy saját maguk, önálló „irodalmazással” keressék meg rájuk a választ). Máskor nekünk magunknak jut eszünkbe felvetni egy-egy problémát, vagy előre tervezett, vagy improvizatív módon. Ezek között vannak olyanok, amelyek helyben, pusztán a diákok előzetes tudására alapozva nem válaszolhatók meg, s néha még a tanár részéről is némi utánajárást igényelnek. A problémaalapú tanításnak és tanulásnak természetesen könyvtári irodalma van, de tapasztalataim szerint a diákokat a kémiaórákon spontán felmerülő (vagy a tanár által ugyan előre eltervezett, de a mindennapi életükhöz szorosan kapcsolódó) kérdések, problémák izgatják (szakszóval „motiválják”) a legjobban. Ebben és a következő számban megjelenő cikkben az ilyen „jó kérdésekre” hozok néhány példát.

1. Van-e benzaldehyd a marcipánban?

Éppen az aldehideknél tartottunk a szerves kémiában, és a benzaldehydes üveget is körbeadtam, hogy a diákok maguk érezhessék a jellegzetes keserűmandula illatot. Ekkor kérdezte meg valamelyikük, hogy akkor ez a vegyület van-e a marcipánban. Egy diáktársa azt válaszolta, hogy az üveg címkéjén feltüntetett „Ártalmas” veszélyjel alapján biztosan nem. Kis utánajárással azonban kideríthető, hogy a jó minőségű marcipán masszát ugyan keserűmandulával ízesítik [1], de az olcsóbb fajták tényleg mesterséges benzaldehyd aromát tartalmaznak [2]. A kereskedelmi forgalomban kapható vegyi anyagok tulajdonságait a CAS (*Chemical Abstracts*) számuk alapján rendszerezve feltüntető weboldal [3] viszont a benzaldehydet tényleg az „Ártalmas” („*Harmful*”) kategóriába sorolja. „Nincs itt ellent-

mondás? A vegyészek már megint valami rosszban sántikálnak?” – tettük fel az újabb kérdéseket. Szerencsére egy korábbi, az LD50-ről (ami az angol „*Lethal Dose*”, azaz „halálos adag” kifejezésből származó fogalom, és azt jelenti, hogy ha 100 egészséges felnőtt férfinak ennyit adnánk a kérdéses anyagból, akkor mintegy 50 valószínűsíthetően meghalna tőle) folytatott beszélgetésünk nyomán a diákok maguk mondták, hogy nyilván a kis koncentráció miatt nem okoz a benzaldehyd aroma problémát a marcipánt fogyasztóknak. Hiszen a konyhasó LD50 értéke kb. 0.5 kg, a tiszta ivóvíz pedig kb. 10 liter... (A korábbi beszélgetés során ugyanis plasztikusan ecseteltem néhány kényszer sótetetésen, ill. víztátáson alapuló középkori kínzási és kivégzési módszer élettani hatásait...). Kis kitérőt tetünk még annak az internetes keresgélés közben [2] talált információknak a megtárgyalásával, hogy a keserűmandula helyett elvileg barackmaggal is ízesíthető lenne a marcipán, ha nem lenne olyan nagy ciántartalmú... Márpedig a barackmagtól természetesebb anyagot nemigen lehet elképzelni. Ezért butaság tehát azt hinni, hogy minden, ami „természetes” eredetű, az eleve jobb a szervezetnek, mint a mesterségesen, a vegyipar által előállított anyagok, amire pedig sok reklámot alapoznak (ld. még gyilkos galóca vagy bármilyen, állatok, ill. növények által előállított halálos mérreg...). Természetesen a vegyi anyagok élettani hatásait sokféle teszt (köztük sajnos állatkísérletek) alkalmazásával valóban ellenőrizni kell, aminek módját az Európai Unióban 2007 közepén hatályba lépett, könyvnyi terjedelmű gigarendelet (angol rövidítéssel „REACH”) írja le [4]. Hiszen keserűmandulára emlékeztető szaga van az erősen mérgező nitrobenzolnak is, amit ezért nem tanácsos élelmiszerekbe tenni [5]... Az állatkísérletek kapcsán pedig, ha még van egy kis időnk (tudom, nem nagyon van...) felvethetjük és röviden megvitathatjuk a tudomány és etika kapcsolatát: elfogadható-e (és ha igen, akkor milyen körülmények között?) állatokat kínozni azért, hogy ezzel emberi szenvedést kerüljünk el?

2. Van-e kapcsolat a dioxán és a „dioxin” között?

A gyűrűs éterek egyik képviselője a hattagú telített gyűrűben két oxigénatomot 1,4 helyzetben tartalmazó dioxán [6], ami két etilén-glikol molekulából kénsav katalizálta vízkilépéssel állítható elő (a bruttó egyenlet egyszerű, felírására a diákokat is megkérhetjük a tagozatos vagy fakultációs órán). Neve azonban csak egy betűben különbözik a nemrégiben óriási médiakampánnyal járó felfordulást okozó, rettegett „dioxin”-tól, ami miatt az élelmiszerüzleteknek nagymennyiségű árut kellett levenni a pol-

caikról. Mi lehet ez a nagy pánikot okozó „dioxin” és van-e valami köze a gyűrűs éterként megismert dioxánhoz?

A fenti kérdésre két vállalkozó kedvű diákom kezdte el párhuzamosan keresni a választ. Arra kértem őket, hogy a kémiai szerkezet és élettani hatások szempontjából vessék össze, amit találnak. Ezután mindketten készítettek egy-egy Power Point bemutatót (amit előbb ellenőrzés céljából elküldtek nekem e-mail-ben), amivel az osztály előtt illusztrálták a témáról tartott kiselőadásukat. Diáktársaikkal együtt értékeltük, hogy mondanivalójuk mennyire volt érthető, hallható, a diák pedig mennyire voltak jól láthatóak, optimális volt-e a szöveg és a képek aránya, tényleg a lényegre emelte-e ki az előadó stb. A következőket levonása után a két kiselőadásból végül egyetlen olyan ppt fájl szerkesztettek, ami már minden kíváncsival megfelelt. Ez a mindenki számára elérhetővé tett Power Point bemutató lényegében a következő (általam most még kicsit kiegészített) információkat tartalmazta:

- Dioxin [7] a neve annak a két heterociklusos aromás vegyületnek, amelyek közül az egyik egymás melletti (*orto*), a másik pedig átellenes (*para*) helyzetben tartalmaz 2 oxigénatomot (1,2-dioxin, ill. 1,4-dioxin). Az *o*-izomer peroxid-jellegű szerkezete miatt bomlékony, ám a *p*-dioxin nagyon stabil, és sok származéka is ismert. Ezek közül a környezetvédelmi szempontból legfontosabb vegyületcsaládot a dibenzo-*p*-dioxin poliklórozott származékai alkotják. A legkártékonyabb a 2,3,7,8-tetraklór-dibenzo-*p*-dioxin [8], ami természetes folyamatok (pl. vulkánkitörések, erdőtüzek) során, vagy ember által előidézett módon (pl. vegyipari melléktermékként, PVC égetésekor) kerül a környezetünkbe.
- A 2,3,7,8-tetraklór-dibenzo-*p*-dioxin bizonyos (sajnos nagyon alacsony!) koncentrációérték fölött szörnyű elváltozásokat okozhat az élő szervezetben. Erre nemcsak a *Viktor Juscsenko* ukrán elnök megmérgezésére használt vegyületként, hanem az „*Agent Orange*” (az amerikai hadsereg által a vietnámi háború idején lombtalanításra használt gyomirtó) szennyezőanyagaként, majd az olaszországi *Seveso* környékén nemzeti katasztrófát okozó vegyi anyagként is megrázó bizonyítékokkal szolgált. Mindezek (és más riasztó esetek, amelyek bőrkárosító, rákkeltő, termékenység csökkenő, magzatkárosító hatásai mellett számos egyéb baj okozójaként tüntetik fel) néhány elborzasztó, torzszülöttekről és mérgezést elszenvedett emberekről készült fényképpel megrendítő módon illusztrálhatók.
- Ezzel szemben a fentiekben már ismertetett szerkezetű dioxán nem ártalmasabb, mint a szerves preparatív laboratóriumokban oldószerként

használt többi társa. Adott körülmények között és óvatlanul használva ugyan robbanásveszélyes, bőr-, szem- és légzőszervi irritációt is okozhat, valamint elképzelhető, hogy karcinogén is, de ennyi rossz sajnos sok más szerves vegyületről is elmondható. A zsírokat és a viaszokat jól oldja, ezért aztán elterjedten használt oldószer (melynek alkalmazása azonban a káros hatások elkerülése érdekében természetesen szigorúan szabályozott).

- Tanulság: Mi is tehát az alapvető, kémiai szerkezetbeli különbség a viszonylag ártatlan dioxán és az ördögi természetű dioxinok alapvegyülete között? Csupán a telítetlen jelleg! A dioxán telített vegyület, míg a dioxinok családjának minden tagja telítetlen, ami teljesen különböző kémiai tulajdonságokat, s ebből fakadóan végzetes élettani hatásbeli különbséget von maga után. Kitűnő példája ez a kémiai vegyületek szerkezete és tulajdonságai között lévő, sokat hangoztatott ok-okozati összefüggéseknek.

A következő számban hasonló szellemben szeretném folytatni ezt a cikket, néhány további, a saját praxisomban előforduló tanulságos történet elmesélésével. Kérem a Kedves Olvasót, ha van olyan „jó kérdés” az Ön tarsolyában is, amit szívesen megosztana másokkal, legyen szíves azt elektronikus üzenetben az alább feltüntetett e-mail címemre eljuttatni.

Irodalomjegyzék:

- (1) <http://www.tortaimado.hu/2009/01/maricipn-massza-ksztse.html>
- (2) <http://chiliesvanilia.blogspot.com/2007/06/mzes-slt-csereznyemandulatej.html>
- (3) http://www.acros.be/DesktopModules/Acros_Search_Results/Acros_Search_Results.aspx?search_type=CAS&SearchString=100-52-7
- (4) Heti Világgazdaság, 2009. szeptember 19. 31. old. (A REACH részletes, szakembereknek szóló ismertetését az elmúlt évek során a Magyar Kémikusok Egyesülete által kiadott „Magyar Kémikusok Lapja” terjedelmes, folytatásokban megjelenő cikksorozatban közölte.)
- (5) <http://www.freeweb.hu/hmika/Kemia/Html/Ilatok.htm>
- (6) <http://hmika.freeweb.hu/Lexikon/Html/Dioxan.htm>
- (7) <http://hu.wikipedia.org/wiki/Dioxin>
- (8) <http://hu.wikipedia.org/wiki/Polikl%C3%B3r-dibenzodioxin>

Dr. Szalay Luca
ELTE Kémiai Intézet
luca@chem.elte.hu