

## Határtalan kémia...”



Dr. Szalay Luca

### Jó kérdések és okos válaszok a kémiaórákon (II. rész)

#### 3. Nem lehet valahogy elkerülni a higanykatód használatát a nátrium-hidroxid előállításakor?

„...mert a hidrogén a higanykatódon túlfeszültséggel válik le.” Ez a klaszszikus félmondat még manapság is viszonylag gyakran elhangzik a kémiaórákon, annak ellenére, hogy a szerves kémia a legtöbb diák középiskolai tanulmányai során csak részleteiben és az általános kémia tananyagába integrálva jelenik meg. Ugyanis nyilván sok kémiatanár kolléga egyetért azzal, hogy az elektrokémia témakör egyik legfontosabb ipari vonatkozása épp a klóralkáli ipar elvi alapjait képező kősóoldat-elektrolízis. Azonban a higany és vegyületei mérgező hatása közismert [1]. Ki ne hallott volna a japán Minamatában 1952-ben bekövetkező szerencsétlenségről, amikor az ottani fő táplálékforrást jelentő halak szervezetében felhalmozódó szerves higanyvegyületek 52 ember halálát okozták? Ilyenkor tehát óhatatlanul felmerül a kérdés: ha egyszer tudjuk, hogy a higany és a belőle keletkező vegyületek annyira mérgezőek, és a higany viszonylag könnyen párolog (még szobahőmérsékleten is elég nagy a tenziója!), nem lehet valamilyen módon csökkenteni a szennyezés mértékét, esetleg teljesen lecserélni ezt az erősen környezetterhelő technológiát?

Nos, mint az interneten is elérhető, publikus dokumentumokból és egyezményekből megtudható, a higanykatódos eljárást alkalmazó üzemek higanyemisszióját ugyan folyamatosan csökkentik (Európában pl. 1987-1997 között 85%-kal, [2]), de az újonnan épített üzemek működése már higanymentes technológiákon alapul [3]. Mi lehet ezek lényege?

Az új eljárások kidolgozásakor megoldandó probléma nyilván ugyanaz volt, mint a higanykatódos technológia felfedezése és bevezetése előtt: hogyan választható szét az elektrolízis során keletkező nátrium-hidroxid

és a kiindulási anyagként alkalmazott nátrium-klorid? (Ugyanis egyszerű kristályosítással sajnos nem.) Kétféle, egymástól különböző elveken alapuló megoldás terjedt el, amelyek röviden a következőképp foglalhatók össze:

- A diafragmás módszer [4] alkalmazásakor a rugalmasan összenyomható és kitáguló anódpárok között egy porózus diafragma helyezkedik el. A kondicionáló szakaszban a hosszú ideig és alacsony feszültséggel folytatott elektrolízis során az anódok összenyomott állapotban vannak. A következő lépésben az anódokat egyszerűen hagyják annyira kitágulni, hogy felületük elérje a diafragma felületét (közben nyilván átpréselve az oldatot a diafragmán, amely szelektív szűrőként viselkedik, így biztosítva a hidroxidionok és kloridionok szétválását). Sajnos azonban ez a módszer sem tekinthető teljesen környezetbarátnak, mivel a diafragma azbesztszálakból készül.
- Reményteljesebb megoldásnak tűnik a legújabb, ioncserélő membrán alkalmazó módszer [5]. Itt fluoropolimer alapú membrán teszi lehetővé az ionok elválasztását.

A megadott angol nyelvű források önálló értelmezéséhez a legtöbb középiskolai diák előképzettsége még nem elegendő. Ezért azt ajánlom, hogy az itt leírtakat inkább a tanárok magyarázzák el tanítványaiknak. Zárógondolatként megemlíthető, hogy a kedvenc (bár tagadhatatlanul energiapazarló) régi villanykörtéink helyett kapható kompakt fénycsövek is tartalmaznak némi higanyt. Emiatt elhasználódásuk után ezek csak különleges eljárással semmisíthetők meg [6]. Ezt a tényt mások mellett az ELTE Kémiai Intézetének fizikai kémia laboratóriumában is mérésrel bizonyították a kollégák, mivel bizonyos fénycsövek spektrumában egyértelműen azonosíthatók a higanyra jellemző vonalak. Ezért elmondható, hogy az egyelőre ritkaságszámba menő, jóval drágább, de tartósabb LED-lámpák használata üdvösebb megoldás lenne. (A fent említett kollégák egyébként hívásra szívesen mennek „házhoz” bemutató előadást tartani a különféle fényforrásokról; ahová viszik magukkal a spektrométert is!)

#### 4. Miért nem terjed gyorsabban a bioetanol használata?

Az alkoholok tanításakor manapság mindig szóba kerül a bioetanol kérdése. Ezt megelőzően, a telített szénhidrogének (s ezen belül elsősorban a fő komponensként metánt tartalmazó földgáz) égésének tárgyalásakor általában elhangzik a keletkező szén-dioxid által okozott üvegházhatásról egy kiselőadás vagy valamely más módszerrel kerül e téma feldolgozásra.

Ezért a diákok számára magától értetődő megoldásnak tűnik a fosszilis energiahordozók használatának helyettesítése olyan növények (vagy a belőlük származó vegyületek, mint a bioetanol) elégetésével, amikor csak az e növények által korábban megkötött szén-dioxidot juttatjuk vissza a légkörbe. A bioetanol használatának lelkes hívei ezen kívül még számos érvt tudnak felsorakoztatni pártfogoltjuk alkalmazása mellett [7, 8]. Eszerint égésekor kevesebb szén-monoxidot és kén-dioxidot termel, mint a benzin, a benzinnél magasabb oktánszámú, adalékanyag előállításához is alkalmazható, csökkenti hazánk kőolajfüggését, használatával a megtermelt gabonafelesleg feldolgozásra kerül, így vidékfejlesztő hatású is...

Felmerül a kérdés: ha a bioetanol ennyire kedvező tulajdonságokkal bír, akkor miért tankolunk még mindig benzint a kutaknál? A koravén módon szkeptikus (és a világ dolgaival való ismerkedésének negatív tapasztalataira alapozva olykor-olykor cinizmusra hajló) ifjúság magától értetődőnek tartja a választ: a bioetanol elterjedése ellentétes az olajlobbi érdekeivel... De vajon tényleg ez lenne az egyetlen és a kizárólagos ok? Gazdasági értelemben nehezen elképzelhető, hogy ne szaporodnának gombamód és nőnének szédületes sebességgel multikká az új, előnyösebb, gazdaságosabb, és ráadásul a politika szintjén is támogatott technológiát kiszolgáló vállalatok. Mi lehet akkor a probléma ezzel?

Ha diákjainkat arra biztatjuk, hogy járjanak végére ennek a kérdésnek, akkor számos forrásban [9, 10]. fognak ellenérveket is találni a bioetanol alkalmazására. Kiderül majd, hogy a bioetanol használata csak elvileg semleges az üvegházhatás szempontjából, hiszen az előállítás maga is igen energiaigényes folyamat. Fajlagos energiatartalma alacsonyabb, mint a benziné (annak kb. 65%-a), kenőképessége pedig rosszabb, ezért csak speciális motorokban alkalmazható. Ezen motorok NO<sub>x</sub> és aldehid-kibocsátása pedig rosszabb a hagyományos benzines motorokénál. Ráadásul az előállításához szükséges növények termesztése területigényes. Ezért gyakran trópusi esőerdőket vágnak ki azért, hogy helyükre a bioetanol gyártásának nyersanyagaként használható cukornádat telepítsenek. Sok, nagy empátiás készséggel és fejlett igazságérzettel rendelkező fiataalt az is elgondolkoztat majd, hogy mennyire etikus a fejlett világ élelmiszerförléséből bioetanol gyártani, amikor még mindig hihetetlenül sok ember-társunk éhez a földön...

Nos, a fentebb felsoroltakból is látszik, hogy e téma ideális feldolgozási módszere egy alaposan előkészített és megfelelőképp struktúrált vita lehet, melynek során a diákok ténybeli tudásán túl szemléletmódjuk és vitakészségük, vitakultúrájuk is fejlődik. Az ilyen és hasonló alkalmak után

felnőtt életükre is magukkal vihetik azt a fontos tudást, hogy az energia-kérdésre nincs egyetlen, hiba nélkül való válasz (hiszen akkor már rég annak megfelelően cselekednénk). E nagyon bonyolult probléma megoldását csak optimalizálni lehet. Ahogy jómagam profán módon fogalmazni szoktam: csak aközött választhatunk, hogy melyik ujjunkat harapjuk...

A bioetanol kérdéskörben lefolytatandó vita megtervezése és kipróbálása során szerzett tapasztalatokról 2008 tavaszán született az ELTE Kémiai Intézetében egy tanári szakdolgozat, melyet kérésre (természetesen a szerző engedélyének kikérése után) szívesen elküldök az érdeklődőknek.

#### Irodalomjegyzék:

- (1) [http://hu.wikipedia.org/wiki/Higany#Biol.C3.B3giai\\_.C3.A9s\\_k.C3.B6rnyezeti\\_hat.C3.A1sai](http://hu.wikipedia.org/wiki/Higany#Biol.C3.B3giai_.C3.A9s_k.C3.B6rnyezeti_hat.C3.A1sai)
- (2) <http://www.eurochlor.org/upload/documents/document109.pdf>
- (3) <http://climateofourfuture.org/cleaning-up-taking-mercury-free-chlorine-production-to-the-bank/>
- (4) <http://www.freepatentsonline.com/5411642.html>
- (5) <http://www.cheresources.com/chloralk.shtml>
- (6) Heti Világgazdaság, 2009. november 14. 66. old.
- (7) [http://www.etanol.info.hu/hun/002miert\\_jo.html](http://www.etanol.info.hu/hun/002miert_jo.html)
- (8) <http://www.matud.iif.hu/05mar/03.html>
- (9) <http://hu.wikipedia.org/wiki/Bioetanol>
- (10) <http://www.bioetanol.hu/index.php?%20waction=home&hirek=12&PHPSESSID=290e2a>
- (11) Magyarné Bojtor Beáta: A bioetanol (Szakdolgozat, ELTE Kémiai Intézet, 2008)

A fenti honlapok esetében az utolsó látogatás dátuma: 2009. nov. 21.

Dr. Szalay Luca  
ELTE Kémiai Intézet  
[luca@chem.elte.hu](mailto:luca@chem.elte.hu)