

13. KÉMIA

Néder Katalin – Victor András: Kémia

A kémia tantárgynak kiemelkedő szerepe lehet a környezeti nevelésben. És mégis meg kell állapítanunk, hogy a kémia (mint tudomány) és a vegyipar (mint alkalmazott kémia) sajnos elsősorban a környezet szennyezése kapcsán kerül szóba. S ebben van is valami igazság.

A környezetszennyezés leggyakrabban valóban vegyi anyagokkal kapcsolatos, s ennek nagyjából három fajtája van:

- 1) Valamely anyag ugyan természetesen is előfordul az adott helyen, s nem is eleve ártalmas, de a *koncentrációja* meghaladja az ökológiai rendszer számára normális értéket. (Ilyen pl. a CO₂ a légkörben.)
- 2) Valamely anyag egy másik ökológiai rendszerben ugyan természetesen is előfordul, de *az adott helyen* idegen. (Ilyen pl. az utak sózása következtében a városi fasorok talajában felhalmozódó NaCl, vagy a tenger vizén szétterülő kőolaj.)
- 3) Olyan vegyület jut a környezetbe, amely *természetidegen*, a természetben magától sehol sem fordul elő. (Ilyenek pl. a freonok és a gyom- és rovarirtó szerek.)

Ugyanakkor azt is látnunk kell, hogy a „a kémia” nemcsak a környezet szennyezéséért lehet felelős (ha rosszul használják!), hanem a környezet megvédésében is hatékony lehet.

Levegő

A földi légkör evolúciója – és mai összetétele – bonyolult egyensúlyok eredménye, amelyekben az élővilágnak is meghatározó szerepe volt és van. A levegő CO₂-tartalma pl. nagyjából száz esztendő alatt (kerékítve) 0,03 %-ról 0,04 %-ra emelkedett. Tanítjuk, hogy a levegő 1%-a „egyéb”. Ekkor kitérhetünk arra, hogy ez az 1% okozza a legsúlyosabb környezeti problémákat: az üvegházhatás erősödése miatti globális melegedést, az ózonlyukat, a savas esőt és a szmogokat.

Az üvegházhatás legnagyobb részét a levegőben lévő vízgőz okozza. (Ha nem lenne a földi légkörben vízgőz, akkor a Föld átlaghőmérséklete nagyjából 20 °C-kal alacsonyabb lenne a mainál.) Az üvegházhatású gázok közül számottevően emelkedett a koncentrációja az utóbbi időben a CO₂-nak és a CH₄-nak is. (Ez utóbbi nem elhanyagolható mértékben a hamburger-„gyártás” érdekében tenyésztett szarvasmarhák kérődzése folytán kerül a levegőbe.)

Az *ózonlyuk* elnevezés nem pontos, hiszen nem valóságos lyukról van szó, hanem arról, hogy a sztratoszférában csökken az ózon koncentrációja. Képletesen nagyon kifejező az „ózonpajzs” elnevezés, hiszen elnyeli a világűrből érkező „kemény” UV-sugárzás (UV-B és UV-C) nagy részét, s ezzel megvédi az élő szervezeteket ennek a nagyenergiájú sugárzásnak a károsító hatásaitól. Nemcsak az a kémiai vonatkozás, hogy a 3-atomos oxigénmolekuláról beszélünk, hanem az is, hogy az UV-sugárzás azért lehet káros, mert elég nagy energiája van ahhoz, hogy kovalens kémiai kötések is felszakítson, s így megváltoztassa az élőlényekben lévő vegyületek (pl. bizonyos fehérjék) összetételét, szerkezetét.

A szmognak két fő fajtája van: a „London típusú” szmog, amelyet a füst okoz (s főleg télen fordul elő), s a „Los Angeles típusú” szmog, amelyet másképpen *fotokémiai szmog*nak is neveznek, minthogy a kialakulásához fény által kiváltott kémiai folyamatok szükségesek. A halvány barnás-lila „ködhöz”, amely a fotokémiai szmogot okozza, benzingőz, nitrogén-oxidok

és ózon szükséges. Az autók kipufogó gázai mindháromat tartalmazzák, ezért ez a nagy forgalmú városok nyári szmogja.

A savas eső problematikájával kapcsolatban fontos tudni, hogy még a legtisztább eső is savas kémhatású (nagyjából pH 5,7) a benne lévő szén-dioxid (és kis mennyiségű egyéb nemfém-oxid) vízzel való reakciójának következtében. Nem az a gond tehát, hogy savasak az esők, hanem az, hogy *savasabbak* a „kelletlenél”. Hiszen ha pH 5 alá csökken az esők kémhatása – márpedig mértek már pH 3 alatti csapadékot is –, akkor az már komoly károkat okozhat a talajban, a növényzetben, s így az egész élővilágban. (Az épített környezetben szintúgy.)

A savas eső nem azáltal káros, hogy a savas közeg szétmarná a sejteket (annyira még nem savasak az esők). De megváltoztatja pl. a talajlakó mikroszkopikus gombák életfeltételeit (amelyek kényesek a pH-ra), s ezzel egy sereg fafaj léte kerül veszélyben, amely fák gombafonalakkal együtt-élve tudják csak felszívni a talajból a vizet és a benne oldott sókat.

Speciális kémiai következménye a csapadék savasabbá válásának, hogy meghatározott pH alatt a talajokat alkotó Al-szilikátok – amelyek egyébként oldhatatlanok lennének – vízoldhatóvá válnak, s bekerülnek az élővizekbe. Vagyis a tavak és folyók, amelyek soha sem tartalmaztak hidratált Al^{3+} -ionokat, most tartalmazznak. Könnyen lehet, hogy nemsokára azt fogjuk tanítani kémiaórán, hogy az Al (hiába könnyűfém) mérgező.

A savas esők kialakulásában a S-tartalmú fosszilis tüzelőanyagok égetésekor a levegőbe kerülő SO_2 is szerepet játszik. A kén-dioxidnak (azon túl, hogy a levegőben lévő O_2 és H_2O hatására kénessavvá ill. kénsavvá alakul) még az is ártalma, hogy redukáló hatású (ezen alapszik a hordó-fertőtlenítő hatása is), így „megbénít” egy sereg enzimet .

Talaj

A talajjal és a kőzetekkel kapcsolatban szintén sok környezet-kémiai téma megbeszélésére nyílik alkalom. Pl. a fent már említett savas esők kapcsán az, hogy a cseppkő-barlangok némelyike már sajnos pusztul, mert a talajvíz erős savassága következtében a mészkő már nem válik ki a lecsepegő vízből, hanem éppen fordítva: a már kivált mészkő kezd oldódni.

Magyarország a savas esők károsítását tekintve viszonylag jó helyzetben van; nálunk lényegesen kisebb károkat okoz a savas csapadék, mint máshol (pl. Skandináviában). Ennek az alapja, hogy nálunk a talajok átlagosan elég magas mészkő-tartalmúak, a finom talajszemcséket por formájában a szél a levegőbe kapja, s a por $CaCO_3$ -tartalma már a levegőben reagál a savakkal, mérsékelve azok savasságát.

Víz

Minthogy a kémiaórákon a H_2O állandóan szóba kerülő vegyület, szinte mindig van lehetőségünk a vízzel kapcsolatos környezeti kérdéseket előhozni. Kémiaórán is ejtsünk szót a Föld vízkészletéről, annak minőségi és mennyiségi megoszlásáról. S itt elsősorban a természetes vizek szennyeződéséről és mértéktelen használatáról kell beszélnünk.

A vizes oldatok koncentrációja fontos környezeti kérdés is. Esetenként az okoz gondot, hogy valamire nézve túlságosan nagy az oldat koncentrációja. Ilyen pl. a meddőhányók szivárgó vize, amely kiold a felhalmozott meddő kőzetből bizonyos anyagokat. Máskor már a nagyon híg oldat is gondot okoz. Pl. az Atlanti- és Csendes-óceán vizében lévő, ott valóban nagyon alacsony szintű DDT-koncentráció az Antarktisz környékén, a tápláléklánc mentén feldúsulva (kumulálódva) a pingvinek tojásaiban már halálos szintre emelkedhet.

A természetes vizekkel kapcsolatos vegyi ártalmak talán leggyakoribb formája a nitrát- és nitrit-szennyeződés. A NO_3^- -ion vízben nagyon jól oldódik, s gyakorlatilag nincs olyan vegyülete, amely csapadék lenne. Ezért nehéz kivonni a vízből. Hogyan kerül az élővizekbe nitrát? A műtrágyák helytelen használata révén, valamint a lakossági (és állattelepéről származó) szennyvizekkel. A műtrágyák azért tartalmaznak nitrátokat, mert a nitrogén szükséges a fejlődő gazdasági növény fehérje-szintéziséhez. A kommunális szennyvíz pedig a belekerülő vizelet (és széklet) révén tartalmaz nitrátokat.

A nitrát a felnőtt szervezet számára nem mérgező, de nagy koncentrációban hozzájárulhat daganatok kialakulásához. A nitrition viszont a hemoglobin oxigén-szállító képességét teszi tönkre, ezért a nitrit-szennyeződés (ill. magzatok és újszülöttek számára a vizek nitrát-tartalma is) a szervek és szövetek oxigén-ellátását csökkenti. Minthogy oxigén-ellátás tekintetében az idegsejtek a legérzékenyebbek, a nitrátos vizet (pl. tea formájában) fogyasztó csecsemőknek elsősorban az idegrendszeri fejlődése szenved zavart.

Kémiai reakciók

A kémia *reakciók sebessége* függ a hőmérséklettől; 10 °C hőmérsékletemelés hatására nagyjából két-háromszorosára gyorsulnak a fizikokémiai folyamatok és a kémiai reakciók. Ezért pl. a Paksi Atomerőmű „hőszennyezése” – melynek következtében a Duna vizének hőmérséklete Paks alatt valamivel magasabb, mint felette – befolyásolja az ottani élővilágot, hiszen ott minden biokémiai folyamat gyorsabb a normálisnál.

A kémiai reakciók egyik csoportja az oxidáció és redukció, pontosabban redoxi reakció. Minthogy energianyerés céljából az ember alapvetően éget valamit (fát, szenet, kőolajat, földgázt), Föld-méreteken is eltoljuk az egyensúlyt az oxidáció felé. „Költői” túlzással mondhatjuk azt is, hogy fékevesztett energia-éhségünkben „oxidáljuk a Földet”.

Szerves vegyületek

A szerves kémiával kapcsolatban már ott kezdődik a baj, hogy a kőolaj-kutak és -vezetékek környékén gyakran szennyeződik olajjal a talaj vagy a tengervíz. Folytatódik azzal, hogy a tankhajók balesetei (és sajnos nem ritkák!) elképesztő mennyiségű tengervizet tesznek tönkre azzal, hogy a vízfelszínen szétterülve elzárják az élővizet a levegőtől.

A szerves kémia (a petrokémia) termékei nélkülözhetetlen anyagai mindennapi életünknek. Textilanyagok, festékek, gyógyszerek, tisztítószerek, kozmetikumok, edények, eszközök stb. Bízvást kimondhatjuk, hogy „fejre állna” a civilizált világ petrokémiai termékek – köztük a műanyagok – nélkül. A műanyagokkal azonban környezeti szempontból „sok baj” van. Elsősorban az, hogy a döntő többségük természetidegen anyag (vagyis olyan, amilyen a természetben magától nem fordul elő). Ily módon a műanyagok nem vesznek részt a természetes anyag-körforgásokban; csak nagyon lassan bomlanak le.

Ma már hallani olyan műanyagokról is, amelyek hamarabb (mondjuk: néhány hét alatt) lebomlanak a szabad természetben pl. a napsugárzás hatására. Alapvető kérdés azonban, hogy mire bomlanak le. Ha ugyanis csak annyi történik, hogy a szilárd (tehát látható) műanyagból gáz halmazállapotú anyag lesz, akkor becsapjuk önmagunkat. Ez annak a hibás szemléletnek lenne a példája, amelyik azt gondolja, hogy a légkör (vagy az óceán, vagy a világűr Föld körüli része) „végtelen”, ezért ott korlátlanul „eltűnik” a hulladék. Ha azonban a bomlástermék bekerül a természeti anyagok körforgásába (pl. valamilyen cukor), akkor már van értelme a lebomló műanyag kidolgozásának.

A környezetvédők általában haragszanak a műanyagokra. Ez azonban téves általánosítás. Ugyanis nem önmagában a műanyaggal van baj, hanem azzal a társadalommal, amely a műanyag tárgyakat az „eldobható” termékek szinonimájának tekinti. Azzal a szemlélettel, amely eleve hitvány műanyag-termékeket termel, hogy azokat valóban el kell dobnunk rövid használat után. Pedig a műanyag tárgyak nagyon igényesek is lehetnek. Pl. a Lego húsz év múlva is ugyanolyan pontosan pattan a helyére, mint amikor megvettük.

Mindennapjaink kémiája – a kémiai szemlélet „zöldítése”

A kémia „zöldítésének” sokfajta módja van, de az egyik leginkább kézenfekvő módja a tananyag életszerűbbé tétele a „mindennapi kémia” beépítésével. Ez ugyanis nemcsak nagyobb a gyerekek érdeklődését fokozza, hanem a környezettudatos magatartás kialakítását is segíti. A tanórákhoz számos környezetvédelmi téma kapcsolható, mint például: az egészséges táplálkozás, a háztartási vegyszerek helyes használata, a hulladékgyűjtés, a környezettudatos vásárlási szokások kialakítása stb.

A zöldítés lényege ebben az esetben abban rejlik, hogy nem tankönyvszagú témákat tárgyalunk, hanem – továbbra is a tankönyv segítségével – mindennapi témákat. Olyan témákat, amelyeknek vannak környezetvédelmi vonatkozásai.

A) *Gyűjtés.* Első lépésként biztassuk fel a gyerekeket, hogy kezdjenek körülnézni otthon (a konyhában és a fürdőszobában); keressenek mindennapos vegyi anyagokat, s keressenek közöttük olyanokat, amelyek egyszerű összetételűek, esetleg a tankönyvben is megtalálhatók, ezért „ismerősként” kezelhetők. Készítsenek ezekről listát, mert ezekről fogunk tanulni; ezekkel fogunk kísérletezni.

Fontos, hogy mi magunk is utánajárjunk a gyerekek által megnevezett vegyszereknek. Ha valamelyik nincs a saját háztartásunkban, érdemes a háztartási boltba, vagy vegyi áru boltba papírral és íróeszközzel járni és jegyzetelni. Legyen saját listánk is! Várhatóan ilyenek fognak a listán szerepelni: konyhasó, cukor, szóda (szénsav), szóda (nátrium-hidrogénkarbonát), háztartási sósav, mosószer, mosogatószer, vízlágyító, Domestos, Clorox, sütőpor, körömlakklesmosó, szappan stb.

A tanórai munkához és a kísérletekhez magunk szerezzük be az anyagokat. Ne a tanulókkal hozassuk be, mert az is veszélyes lehet (pl.: iskolatáskában kiborulhat). Még ha végül nem is dolgozzuk fel ezt a témát, akkor is hasznos lehet egy ilyen „háztartási vegyszer” gyűjtemény a kémia szertárban. Egyrészt bemutatás céljából, másrészt azért, hogy ha az iskolában nincs anyagi fedezet vegyszer-vásárláshoz, akkor ez a gyűjtemény segítségül szolgálhat néhány egyszerűbb kísérlet bemutatásához (pl.: kristályosítás bemutatása, pH-vizsgálat, közömbösítési reakció).

B) *Rendszerezés.* Csoportosítsák a szóba került anyagokat valamilyen megadott szempont alapján. Pl. benne van a tankönyvben – nincs benne, ismerős – ismeretlen, szerves – szervetlen, környezetbarát – környezetidegen, egészségre ártalmatlan – ártalmas stb.

C) *Vizsgálatok.* Egyes vegyszerekkel vizsgálatokat végzünk. Pl.: megvizsgáljuk a színüket, szagukat, vízben való oldhatóságukat, esetleges maró hatásukat. Elvégzünk egyszerűbb kísérleteket is. Pl.: vízkőoldás sósavval, ecetsavval, citromlével; zsírolvasztás mosogatószerrel, szappannal, szóda (nátrium-hidrogénkarbonát) stb.

D) *Környezetbarát helyettesítők felkutatása.* Keressünk olyan, környezetünkre ártalmatlan vegyi anyagokat, amelyekkel ugyanaz a hatás érhető el, mint a „legmodernebbekkel”. (Ebben segít a *Zöldköznapi kalauz*, és régi háztartási útmutató könyvek is használhatók erre).

Íme néhány példa:

- mosósóda (nátrium-karbonát): vízlágyító, zsíroldó, tisztító
- szódabikarbóna (nátrium-hidrogén-karbonát): szagtalanító, tisztító
- ecetsav: fertőtlenítő, lemosó, vízkőoldó
- bórax (nátrium-tetraborát): fertőtlenítő, fehérítő
- házi szappan (zsírsavak nátriumsója, kevesebb adalékanyaggal): mosó- és mosogatószer
- citromlé: feltároló, fehérítő, vízkőoldó

További ötletek a kémia, a mindennapi élet és a környezeti nevelés kapcsolatához

- A vegyi anyagokat ne csak hatóanyag, hanem csomagolás szempontjából is vizsgáljuk meg.
- Vizsgáljuk meg élelmiszereinket, mi minden adalékanyagot tartalmaznak! Járjunk utána az E-számok rejtélyeinek.
- Elemezzük a gyerekek táplálkozási, takarítási, tisztálkodási szokásait! Mennyire egészséges, környezet-, ill. emberbarát?
- Készítsenek (vagy tervezzenek) a gyerekek „reklámfilmét” egy környezetbarát termékről (pl. a mosósódáról).
- Elemezzük a reklámok kémiai hibáit (pl. univerzális indikátor helyett lakmuszpapírt mondanak).
- Derítsük ki, hogy a reklámozott termékek szlogenjei megfelelnek-e a valóságnak (pl. az Orbit valóban csökkenti-e a szájban a pH-értéket?).
- Nyomozzuk ki, hogy az iskolában milyen tisztítószereket használnak.
- Kísérletezzünk élelmiszerekkel (pl. primőr zöldségáru nitrát-tartalmának mérése).