

# ELSŐ KÖRNYEZETKÉMIAI SZIMPÓZIUM



Mátraháza,  
2012. október 11-12.



# **ELSŐ KÖRNYEZETKÉMIAI SZIMPÓZIUM**

Mátraháza, 2012. október 11–12.

URL [http://mta.hu/vii\\_osztaly\\_cikkei/kornyezetkemiai-munkabizottsag-113911\\_\\_12691](http://mta.hu/vii_osztaly_cikkei/kornyezetkemiai-munkabizottsag-113911__12691)

## **PROGRAM ÉS ELŐADÁSKIVONATOK**

**Szervező:**

MTA Analitikai és Környezeti Kémiai Tudományos Bizottság  
Környezeti Kémiai Munkabizottsága

**A szervezőbizottság tagjai:**

Salma Imre, a munkabizottság elnöke  
ELTE Kémiai Intézet, Budapest

Grosz Balázs, a munkabizottság titkára  
ELTE Kémiai Intézet, Budapest

Papp Sándor, alapító tag  
Pannon Egyetem, Veszprém

Záray Gyula, korábbi elnök  
ELTE Kémiai Intézet, Budapest

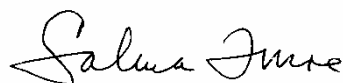
## Bevezető

Az MTA Környezeti Kémiai Munkabizottsága 1994. március 28-án alakult a Kémiai Tudományok Osztálya munkabizottságaként. Az alapításban Hlavay József, Kőrös Endre és Papp Sándor játszottak kezdeményező szerepet. A munkabizottság közvetlenül a Kémiai Tudományok Osztályának elnökéhez tartozott: „Végül szeretném felhívni a figyelmet a ... külön sorban feltüntetett, új Környezeti Kémiai Munkabizottságunkra. Ezt a ma nagyon időszerű kérdésekkel foglalkozó munkabizottságot kifejezetten interdiszciplináris jellege miatt nem "rendeltük alá" egyetlen bizottságunknak sem, és én távlatilag egy új bizottság csíráját látom benne” (Markó László, a Kémiai Tudományok Osztályának elnöke, cikluszáró beszámoló, 1996.). Első elnöke Hlavay József (1994–2002), titkárai pedig Záray Gyula (1994–2002) és Hargitainé Tóth Ágnes (1994–2002) voltak. A munkabizottság az 1996-os bizottsági és munkabizottsági hálózat újraszervezése során valóban bizottsággá alakult. Későbbi elnökei Záray Gyula (2002–2008) és Kiricsi Imre (2008–†2010) voltak, míg a titkári feladatokat Salma Imre (2002–2008) és Gelencsér András (2008–2011) látták el. Ekkor már a Földtudományok Osztályával közös bizottságként működött. A 2011. évben lezajlott MTA bizottsági és munkabizottsági hálózat új szempontok szerinti megújításakor a bizottság munkabizottságként alakult meg, és az Analitikai és Környezeti Kémiai Tudományos Bizottság keretében működik tovább. A bizottság vezetését Pokol György, elnök; Záray Gyula, társelnök és ifj. Szántay Csaba, titkár alkotja.

Az újjászerveződött Környezeti Kémiai Munkabizottság 2012. január 26-án tartotta alakuló ülését. A munkabizottság elnöke Salma Imre (2012–) és titkára Grosz Balázs (2012–) lett. A munkabizottság jelenleg 33 tagú, és növekvő tendenciát mutat. Az alakuló ülésen elhatároztuk, hogy október második hetének csütörtöki és pénteki napján rendszeres előadói ülést szervezünk (évente vagy két évente). A szimpózium célja áttekinteni és megvitatni a környezetkémia újabb, hazai tudományos eredményeit, a szakterület lehetőségeit és fejlődését, a fontosabb nemzetközi tendenciákat és a lehetséges közös kutatási irányokat, erősíteni a résztvevők multi-diszciplináris együttműködését, valamint lehetőséget adni szakmai műhelyek, fiatal kutatók és doktoranduszok bemutatkozására és elővédésekre, továbbá az akadémiai és ipari/szabályozási területen dolgozó kollégák találkozására. Ennek szellemében bátorítjuk a résztvevőket legújabb kutatási eredményeik előadására, illetve a fiatal kollégákat az aktív részvételre. Ugyanakkor kívánatosnak tartjuk, hogy a kutatócsoportok lehetőleg összefoglaló jellegű előadásokban adjanak számot tevékenységükről az időbeli korlátok miatt.

Az Első Környezetkémiai Szimpóziumot 2012. október 11. és 12. között a Mátraházi Akadémiai Tudós Üdülőben szervezzük. A konferenciára 62 regisztrált résztvevő jelentkezett, akik 32 előadást tartanak. A szimpózium keretében sor kerül az Analitikai és Környezeti Kémiai Tudományos Bizottság kihelyezett bizottsági ülésére 2012. október 11-én, csütörtökön. Mindez kiváló lehetőséget nyújt arra, hogy a környezetkémia szakmai műhelyei bemutakozzanak az új szerkezetben.

Az Első Környezetkémiai Szimpózium minden kedves résztvevőjének értékes előadásokat, valamint sikeres és ösztönző szakmai megbeszéléseket kívánok a munkabizottság vezetése, valamint a magam nevében.



Salma Imre  
a munkabizottság elnöke

**AZ ELSŐ KÖRNYEZETKÉMIAI SZIMPÓZIUM**  
(Mátraházai Akadémiai Tudós Üdülő, Konferenciaterem)

# PROGRAM

## 2012. október 11., csütörtök

10:30 – 10:40 Megnyitó  
Salma Imre, a Környezeti Kémiai Munkabizottság elnöke  
Pokol György, az Analitikai és Környezeti Kémiai Tudományos Bizottság elnöke

### 1. szekció: bioszféra, energiatermelés és hulladékkezelés

Elnök: Dóbé Sándor

10:40 – 11:05 Fodor Péter: Élelmiszer-biztonsági kockázat elemzés: jóslás vagy tudomány?

11:05 – 11:30 Raisz Iván: Mérlegelési szempont szerves alapanyagú megújuló energiahordozók alkalmazásánál

11:30 – 11:45 Filep Zoltán, Eke Zsuzsanna: Szénhidrogén szennyezések kor- és eredetmeghatározása: kérdések, lehetőségek és távlatok

11:45 – 12:00 Czégény Zsuzsanna, Jakab Emma, Blaszó Marianne: Halogénezett szerves vegyületek keletkezése hulladékok pirolitikus újrahasznosítása során

12:00 – 12:15 Bozi János, Blaszó Marianne: Nitrogéntartalmú polimerek katalitikus pirolízise zeolit katalizátorok jelenlétében

12:15 – 12:30 Farkas Mária, Szabó Emese, Illés Ádám, Petri Balázs, Zsibrita Dóra, Dóbé Sándor: Második generációs bioüzemanyagok reakcióinak kinetikai vizsgálata

12:35 – 14:00 Ebédszünet

Közben

13:30 – Az MTA Analitikai és Környezeti Kémiai Tudományos Bizottság ülése (az 1. emeleti, könyvtárszobában)  
Pokol György, a bizottság elnöke  
ifj. Szántay Csaba, a bizottság titkára

## 2. szekció: hidroszféra és vízkezelés

Elnök: Hernádi Klára

- 14:00 – 14:25 Kiss Keve Tihamér: Vízkémia egy hidrobiológus szemével
- 14:25 – 14:40 Jurecska Laura, Barkács Katalin, Dobosy Péter, Lócsei Róbert, Törő Balázs, Kovács Róbert, Záray Gyula: Mesterséges hordozók vizsgálata félüzemi élőgépes szennyvíztisztító rendszerben
- 14:40 – 14:55 Gombos Erzsébet, Barkács Katalin, Felföldi Tamás, Vajna Balázs, Záray Gyula: Toxikus melléktermékek keletkezésének vizsgálata a ferrát fertőtlenítés célú alkalmazása során
- 14:55 – 15:10 Rádi József, Tóth Zoltán, Marton Aurél, Földényi Rita: Antropogén szerves szennyezők megkötődése vízben oldott humuszanyagokon
- 15:10 – 15:25 Dobosy Péter, Jurecska Laura, Barkács Katalin, Fenyvesi Éva, Sente Lajos, Andersen Endre, Záray Gyula: Módszerfejlesztés ciklodextrinnel módosított speciális hordozók hatóanyag tartalmának meghatározására
- 15:25 – 15:55 Szünet

## 3. szekció: hidroszféra és bioszorpció

Elnök: Kónya Zoltán

- 15:55 – 16:20 Dombi András, Arany Eszter, Illés Erzsébet, Farkas János, Karácsonyi Éva, Kmetykó Ákos, Pap Zsolt, Szabó Emese, Vajda Krisztina, Veréb Gábor, Alapi Tünde, Schrantz Krisztina, Hernádi Klára, Takács Erzsébet, Wojnárovits László: Nagyhatékonyságú oxidációs eljárások biológiai és kémiai szennyezők eltávolítására
- 16:20 – 16:35 Pap Zsolt, Karácsonyi Éva, Kmetykó Ákos, Dombi András, Mogyorósi Károly, Baia Lucian, Danciu Virginia: Nemesfémekkel módosított titán-dioxid és volfrám-trioxid nanokompozitok előállítása és fotokatalitikus hidrogénfejlesztő képessége
- 16:35 – 16:50 Farkas Viktor, Tálos Katalin, Königné Péter Anikó, Honfi Krisztina, Perneszi Tímea: Bioszorciós folyamatok
- 16:50 – 17:05 Farkas Viktor, Felinger Attila, Perneszi Tímea: *Phanerochaete chrysosporium* mint bioszorbens
- 17:05 – 17:20 Arany Eszter, Illés Erzsébet, Farkas János, Szabó Emese, Alapi Tünde, Gajdáné Schrantz Krisztina, Dombi András, Takács Erzsébet, Wojnárovits László: Szerves mikroszennyezők bontása fotolízissel és radiolízissel
- 17:20 – 17:35 Veréb Gábor, Pap Zsolt, Réti Balázs, Vajda Krisztina, Mogyorósi Károly, Hernádi Klára, Dombi András: Fotokatalizátorok hatékonyságának növelése: gyakorlati alkalmazások
- 18:20-tól Vacsora és borkóstoló  
moderátorok és házigazdák: Eke Zsuzsanna és Zsigrainé Vasanits Anikó  
Rácz László: A környezetkémikus és a bor

## 2012. október 12., péntek

### 4. szekció: pedoszféra és talajremediáció

- Elnök: Pernyeszi Tímea
- 8:30 – 8:55 Szépvolgyi János: Vörösiszap ömlés Ajkán 2010: következmények és lehetőségek
- 8:55 – 9:10 Kozma Gábor, Kónya Zoltán, Kukovecz Ákos: Vas nanorészecskék felhasználása talajremediációban
- 9:10 – 9:25 Tolner László, Füleky György, Rétháti Gabriella, Kovács András, Vágó Imre, Szabó Anita, Czinkota Imre: A talaj mint a potenciálisan környezetszennyező növényi tápelemek pufferközege
- 9:25 – 9:40 Tóth Zoltán, Földényi Rita: Aszimmetrikusan poláris vegyületek adszorpciója természetes adszorbenseken
- 9:40 – 9:55 Heltai György, Halász Gábor, Horváth Márk, Fekete Ilona, Szécsy Orsolya, Horváth Éva: Nehézfémek a környezetben: kockázatbecslés frakcionálással
- 9:55 – 10:10 Nagy Noémi, Kónya József: Fémionok megkötődése talajokon és kőzeteken
- 10:10 – 10:25 Vágó Imre, Sipos Marianna, Tolner László, Ewald Schnug: Környezetünk uránterhelése
- 10:25 – 10:55 Szünet

### 5. szekció: atmoszféra és éghajlat

- Elnök: Grosz Balázs
- 10:55 – 11:20 Demény Attila: Légkör és klímaváltozás kapcsolata geokémiai rekordok alapján
- 11:20 – 11:35 Heltai György, Anton Attila, Hoffman Sándor, Szili-Kovács Tibor, Kristóf Krisztina, Kampfl Györgyi, Gyarmati Bernadett, Molnár Erik, Bálint Ágnes: Mezőgazdasági talajok hozzájárulása az üvegház hatású gázok emissziójához
- 11:35 – 11:50 Németh Zoltán, Borsós Tibor, Salma Imre: Légköri aeroszol kapcsolata a városi éghajlattal és a levegőminőséggel
- 11:50 – 12:05 Szigeti Tamás, Mihucz Viktor Gábor, Óvári Mihály, Czégény Zsuzsanna, Blaszó Marianne, Záray Gyula: A PM<sub>2.5</sub> méretfrakciójú aeroszol összetételének évszakos változása Budapesten
- 12:05 – 12:20 Dóbe Sándor, Farkas Mária, Imrik Krisztina, Kovács Gergely, Nádasdi Rebeka, Szilágyi István, Vasvári Gábor, Zádor Judit, Zügner Gábor László: A légkör elemi kémiai reakcióinak és fotokémiai folyamatainak kutatása



- 12:20 – 12:35 Zihné Perényi Katalin, Velicsányi Péter, Lásztity Alexandra:  
Interkonverziós folyamatok hatása ülepedő porok különböző oxidációs fokú antimonformáinak kvantitatív meghatározására
- 12:35 – 12:50 Kristóf Gergely, Gyöngyösi András Zénó, Borsós Tibor, Dosztály Katinka,  
Söveges Bianka, Péter Norbert, Kertész Zsófia, Weidinger Tamás,  
Salma Imre: Beltéri aeroszol forrásai, eloszlása és nyelői egy egyetemi előadóteremben
- 12:50 – 13:00 Zárszó  
Marton Aurél
- 13:05-től Ebéd

AZ ELSŐ KÖRNYEZETKÉMIAI SZIMPÓZIUM

# ELŐADÁSKIVONATOK

**2012. október 11.,  
csütörtök**

## **ÉLELMISZER-BIZTONSÁGI KOCKÁZAT ELEMZÉS: JÓSLÁS VAGY TUDOMÁNY?**

**Fodor Péter**

Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar,  
Alkalmazott Kémia Tanszék, Budapest

E-mail: [fodor.peter@uni-corvinus.hu](mailto:fodor.peter@uni-corvinus.hu)

### **Bevezetés**

A kockázat elemzés az élet minden területén komoly tudománnyá vált, azonban csak azokon a területeken van tudományos alapja, ahol széles adatbázisokon nyugszik az elemzés. Az élelmiszeripari kockázat az elmúlt időszakban alapvetően változott, egy sor olyan faktor adódott a kockázathoz, amelyekkel a korábbiakban nem számoltunk, illetve több olyan tényező kikerült a kockázat tényezők közül, amelynek felmérése, kutatása korábban a tudomány és iparfejlesztés feladata volt. A szabályozások információrobbanása egy részről alapvetően megváltoztatja a kockázati döntések törvényességi oldalát, más részről a tudomány kétkedése, az adatok bizonytalansági tényezője kérdéseket vet fel az elemzés oldaláról, de még inkább a kockázat kommunikáció oldaláról.

### **Nem bevezetés**

Előadásomban tisztázni kívánom a kémiai élelmiszer biztonsági kockázat fogalmát kiemelve azokat a nemzetközileg elfogadott szabályozótényezőket, amelyek a fogyasztás táplálkozástudományi - toxikológiai határát jelenleg behatárolják. Három olyan élelmiszeripari példán kívánom megvilágítani a kockázatbecslés rutinszerű eljárásrendjét, amelyek a magyar élelmiszer fogyasztás részei, a paprika és hal fogyasztáson illetve a értekezlet tárgyköréhez tartozó ivóvíz fogyasztáson. Előadásomban rámutatok a fenti élelmiszerek kockázat elemzésének analitikai kémiai bizonytalansági tényezőire, a szabályzás bizonytalanságára, így a becslés bizonytalanságaira.

### **Köszönetnyilvánítás**

Köszönetet mondok Dr. Farkas József akadémikusnak, aki felhívta figyelmemet a téma jelentőségére és sokszínűségére.

### **Irodalom**

Élelmiszer-biztonsági helyzetelemzés és kockázateértékelés, Mébih, Budapest, 2008.

## MÉRLEGELESI SZEMPONT SZERVES ALAPANYAGÚ, MEGÚJULÓ ENERGIAHORDOZÓK ALKALMAZÁSÁNÁL

**Raisz Iván**

ENVIRO-PHARM Kft, Felsőzsolca

E-mail: enviro-pharm@chello.hu

### Bevezetés és célkitűzések

A fenntartható fejlődés alapvető kérdése a növekvő létszámú emberiség életfeltételeinek olyan mértékű fejlesztése, hogy az ne járjon a földi élet részleges, vagy teljes ellehetetlenülésével. Ez a kérdésfelvetés legerősebben az energetika területén jelentkezik.

Bármely rendszer energetikai felhasználásának szempontjai:

1. nagy legyen az energia hatékonyság,
2. termelése és szállítása ne igényeljen jelentős energia befektetést,
3. legyen elfogadható a hasznos karbon hányad,
4. biztosítva legyen a folytonos rendelkezésre állás,
5. a termelés környezet terhelése más felhasználásokkal szemben kisebb legyen.

A cellulózból/keményítőből nyert alkohol energiatartalmát és a folyamat környezetszennyezését hasonlítjuk össze a fa égetésével, illetve más „megújuló energiahordozók” technológiai adataival. A termelési folyamat energia és anyag forgalmát kell vizsgálnunk a teljes ciklusban. Az élelciklus analízis egy kiemelt célra, az üvegház gázokra súlyozott változatát vezettük be a cél érdekében.

Mi a hasznos karbon hányad? Az összes alapanyagban található karbon azon része, mely a hasznosított energia felszabadulásakor alakul szén-dioxiddá. Az átalakítás (termelés) során felhasznált energia szén-dioxid egyenértéke levonásra kerül. Az energia hatékonysághoz hasonlóan definiáljuk a hasznos karbon hányadot ( $\eta_C$ ) is:

$$\eta_C = \frac{C_o}{C_i + C_p} \quad (1)$$

ahol: **C** a szén mennyisége,

**o** index a kiadott jellemző,

**i** index a befogadott jellemző,

**p** index a folyamat során még felhasznált jellemző.

### Eredmények

Néhány számított eredményt az 1. táblázatban mutatunk be.

1. táblázat. Megújuló energiahordozó termelő folyamatok szén egyenértékei

	Biomassza szén tartalma, kg/ha	Segédanyagok szén egyenértéke., kg/ha	Folyamat energia szén egyenértéke, kg/ha	Termék szén tartalma kg/ha
Etilalkohol búzából	3910	839	685	445
Etilalkohol cukorrépából	7040	998	2896	2525
Repceolaj	3970	610	159	1354
Fa	1540	15	30	1500

## SZÉNHIIDROGÉN SZENNYEZÉSEK KOR- ÉS EREDETMEGHATÁROZÁSA: KÉRDÉSEK, LEHETŐSÉGEK ÉS TÁVLATOK

**Filep Zoltán<sup>1,\*</sup> és Eke Zsuzsanna<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> WESSLING Hungary Kft., Budapest

<sup>2</sup> ELTE Kémiai Intézet, Elválasztástechnikai Kutató és Oktató Laboratórium, Budapest

\* E-mail: filep.zoltan@wessling.hu

A világ energiatermelése jelenleg a fosszilis tüzelőanyagok, elsősorban a kőolaj és származékainak felhasználásán alapszik. A nagymennyiségű felhasználás velejárójaként megnövekedett környezetszennyezés elhárítása, a szennyezőforrások megállapítása újabb és újabb fejlesztésekre inspirálja a környezetvédelmi analitikával foglalkozó szakembereket. Az szénhidrogén szennyezések kor- és eredetmeghatározása olyan módszerek és eljárások alkalmazását hozta be az analitikai eszköztárba, amelyek a közelmúltig főként a geokémiával foglalkozók alkalmazták kizárólag.

A kőolaj keletkezése során a lebomló szervesanyagot adó élőlények sejtalkotóinak jellegzetes molekuláris részletei konzerválódtak, lehetővé téve a szerves anyag eredetének, a keletkezés körülményeinek vizsgálatát. Ezen biomarker vegyületek vizsgálata, a műszeres analitikai technikák elterjedésével a geokémia módszertárának fontos részévé vált. A környezetvédelmi célú felhasználásra a nyersolaj szállítása során kialakuló környezeti katasztrófák (pl. az Exxon Valdez, Erika, Prestige tankhajók balesete) által okozott szennyezések hívták fel a figyelmet.

Mindennapi gyakorlatunkban a kőolajszármazékok; intermedierek és késztermékek által okozott szennyezések vizsgálata, a kármentesítések nyomonkövetése, illetve a monitoring-rendszerek mintáinak elemzése mellett gyakorta felmerül a szennyezés korára és eredetére vonatkozó kérdés is. Előadásomban ezen kérdések megválaszolásának alkalmas módszerek rövid bemutatása mellett ismertetek egy különböző eredetű Diesel üzemanyagok azonosítására kidolgozott módszert is. A módszer a biciklusos szekviterpánok gázkromatográfia-tömegspetrometria módszerével való meghatározásán alapszik. Az egyes izomerek arányainak segítségével szignifikáns különbséget sikerült kimutatni különböző, európai országokból származó üzemanyagok esetén.

### **Irodalom**

Stout, SA; Uhler, AD; McCarthy, KJ; 2005. Middle Distillate Fuel Fingerprinting Using Drimane-Based Bicyclic Sesquiterpanes. Environ. For. 6 (3), 242-251

Yang, C; Wang, ZD; Hollebone, BP; Brown, CE; Landriault, M; 2009. Characteristics of bicyclic sesquiterpanes in crude oils and petroleum products. J. Chrom. A, 1216 (20), 4475–4484

Wang ,Z; Stout, SA; Fingas, M, 2006. Forensic Fingerprinting of Biomarkers for Oil Spill Characterization and Source Identification. Environ. For. 7 (2), 105-146

## **Halogénezett szerves vegyületek keletkezése hulladékok pirolitikus újrahasznosítása során**

**Czegény Zsuzsanna<sup>\*</sup>, Jakab Emma és Blaszó Marianne**

MTA Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet, Budapest

<sup>\*</sup> E-mail: [czegeny.zsuzsanna@tkk.mta.hu](mailto:czegeny.zsuzsanna@tkk.mta.hu)

Az egyre nagyobb mennyiségben keletkező háztartási, műanyag vagy elektronikai hulladékok sokkomponensű keverékek. A komponensek szétválogatása költséges, sok esetben nem megvalósítható, így pirolitikus újrahasznosításuk során számítanunk kell az egyes komponensek vagy azok bomlástermékei közötti reakciókban keletkező vegyületekre is. Ez különös figyelmet igényel abban az esetben, ha a műanyag hulladék halogéntartalmú komponenseket is tartalmaz, hiszen különböző toxikus, környezetszennyező halogéntartalmú vegyületek is keletkezhetnek a komponensek közötti reakciók során.

Munkánk során brómozott epoxy oligomer égésgátlót (BrEpoxy) és poli(vinil-klorid)-ot (PVC) tartalmazó műanyag-, fa- és fakomponens keverékek hőbomlását vizsgáltuk inert atmoszférában. A keletkező pirolízis olaj összetételét pirolízis-GC-MS technikával vizsgáltuk, a minőségi elemzés során különös figyelmet fordítottunk a halogéntartalmú szerves komponensek azonosítására.

A különböző összetételű keverék minták pirolízis termékei között több mint 40 halogéntartalmú szerves vegyületet azonosítottunk. Megfigyeltük, hogy a poli(etilén-tereftalát) (PET) hőbomlástermékei - PVC-vel vagy BrEpoxy-val történő együttes pirolízise során - nagy hatékonysággal halogéneződnek; jelentős mennyiségben keletkeznek analóg klórozott és brómozott aromás észterek.

A fát vagy lignint és PVC-t illetve BrEpoxy égésgátlót is tartalmazó keverékek hőbomlásakor azt tapasztaltuk, hogy a keletkező brómmetán illetve klórmetán mennyisége egy nagyságrenddel nő a lignocellulóz hatására. A megnövekedett metil-halogenid komponensek metil-forrása valószínűleg a lignin fenoljához kötődő metoxi-csoport.

A PVC-t és brómozott égésgátlót is tartalmazó keverék minták pirolízis termékei között számos vegyes (klórt és brómot is tartalmazó) halogéntartalmú komponenst azonosítottunk. A BrEpoxy égésgátló fő bomlástermékei brómozott fenol és biszfenol A vegyületek. A PVC-t és BrEpoxy égésgátlót is tartalmazó keverékek hőbomlástermékei között a brómozott mellett klórozott, valamint klórt és brómot is tartalmazó fenol és biszfenol A vegyületeket azonosítottunk. A vegyes halogéntartalmú komponensek azonosítása különös jelentőségű, mivel keletkezésük polimerhulladékok pirolitikus hőbomlása során eddig nem ismert az irodalomból.

Az eredmények felhívják a figyelmet arra, hogy a PVC-t és brómozott égésgátlót tartalmazó hulladékok újrahasznosítása során további egészségre káros anyagok keletkezhetnek, ezért azok felhasználásuk során is különös figyelmet igényelnek. Eredményeink hozzájárulnak a pirolitikus újrahasznosítás során lejátszódó kémiai folyamatok pontosabb megismeréséhez, ami elősegítheti egy környezeti szempontból kedvezőbb technológia fejlesztését is.

### **Köszönetnyilvánítás**

A munka során felhasznált mintákért köszönettel tartozunk M.J. Antal, Y. Sakata, T. Bhaskar, J. Kovařova, O. Faix és J. Puls együttműködő partnereinknek. A munka elvégzéséhez szükséges anyagi támogatást az OTKA (K83770 és K81959) biztosította.

## NITROGÉNTARTALMÚ POLIMEREK KATALITIKUS PIROLÍZISE ZEOLIT KATALIZÁTOROK JELENLÉTÉBEN

**Bozi János<sup>\*</sup> és Blazsó Marianne**

MTA Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet, Budapest

<sup>\*</sup> E-mail: bozi.janos@ttk.mta.hu

Az előállított polimerek mennyisége és felhasználási területe is folyamatosan növekszik. A polimerek és műanyagok iránti növekvő igények magukkal vonják a környezeti és gazdasági szempontból is előnyös hulladékkezelés kihívásait. A polimerek újrahasznosításra számos lehetőség kínálkozik, melyek közül az egyik leginkább kutatott eljárás a pirolitikus – azaz inert atmoszférában történő – hőbontás. A pirolízis révén lehetőség van értékes vegyületek, olaj-, ill. vegyipari alapanyagok visszanyerésére, ugyanakkor a hőbomlás sok esetben vezet környezetszennyező vegyületek képződésére.

A hulladékká vált elektromos és elektronikai eszközök, valamint az autórongsok műanyag alkotói közt számos nitrogéntartalmú polimer is található (pl.: poliamidok, poliuretánok). Ezeknek pirolízise során számos nitrogéntartalmú vegyület is képződik, amelyek lerontják a hulladék pirolízisolajának fűtőanyagként való felhasználhatóságát. Jól megválasztott katalizátorok alkalmazásával azonban lehetőség van a pirolízis során képződő nemkívánatos bomlástermékek módosítására, eliminálására, vagy értékes vegyipari alapanyagok kinyerésére. További előnyt jelent, hogy a pirolízis hőmérséklete is gyakran csökkenthető. A katalitikus pirolízis ezért alkalmas lehet a nitrogéntartalmú polimereknek újrahasznosítására.

Jelen kutatásunkban azt vizsgáltuk, hogy savas Y zeolitok (ultrastabilizált HY és NH<sub>4</sub>NaY) hatására hogyan módosul a poliamidok és poliuretánok pirolízisolajának összetétele. Tanulmányoztuk a zeolit katalizátorok mennyiségének, valamint a pirolízis hőmérsékletének hatását a polimer-zeolit keverékek pirolízis termék összetételére és a pirolízis során végbemenő fontosabb kémiai reakciókra. A polimer-zeolit keverékek hőbomlását két analitikai módszerrel, termogravimeria-tömegspektrometria (TG-MS) és pirolízis gázkromatográfia tömegspektrometria (pirolízis-GC/MS) módszerekkel vizsgáltuk.

A kísérleti eredmények alapján megállapítható, hogy mind a zeolitok mennyisége, mind a pirolízis hőmérséklete nagymértékben befolyásolja pirolízisolaj összetételt.

A katalizátort kisebb arányban tartalmazó keverékek esetében olyan hőbomlástermékek és hőbomlási reakciók kerülnek előtérbe, amelyek a tiszta polimerek esetében nem, vagy csak kevésbé jellemzőek. Megállapítottuk, hogy a hőbomlással sokféle vegyületre bomló poliamid-6,6-ot zeolittal keverve a pirolízis főterméke a hexándinitril lesz, amely értékes vegyipari alapanyag. Az Y zeolitok jelenlétében a poliamid-6 pirolízisolajának fő alkotói a dihidro-azepin izomerek lesznek, amelyek az  $\beta$ -kaprolaktám dehidratált származékai. A zeolit-poliuretán keverékek esetében azt tapasztaltuk, hogy a poliéter alapú poliuretán éter szegmensei a sokféle éter oligomer helyett tetrahidrofuránra, a poliészter alapú poliuretán észter szegmensei pedig oligoészterek helyett tetrahidrofuránra és ciklopentanonra bomlanak.

A zeolit mennyiség és a pirolízis hőmérséklet növelése a gáz és nagy illékonyságú olefinek, továbbá az aromás vegyületek képződésének kedvez. Mind a négy vizsgált polimer esetében benzol és toluol, valamint naftalin és metil-, dimetilnaftalinok lesznek a katalitikus hőbontás főtermékei, tehát a termék molekulák zöme nem tartalmaz nitrogént.

## MÁSODIK GENERÁCIÓS BIOÜZEMANYAGOK REAKCIÓINAK KINETIKAI VIZSGÁLATA

**Farkas Mária\***, Szabó Emese, Illés Ádám, Petri Balázs, Zsibrita Dóra és Dóbé Sándor

MTA Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet, Budapest

\* E-mail: farkas.maria@ttk.mta.hu

A rendelkezésre álló kőolaj- és földgázkészletek belátható időn belül kimerülnek, ezért szükséges a fosszilis alapú energia és vegyipari alapanyagok kiváltása megújuló energiahordozókra és alapanyagokra. A megújuló bioanyagok sorába tartoznak az úgynevezett „második generációs” bioüzemanyagok és szerves vegyipari alapanyagok, amelyeket az étkezési célokra nem használható biomasszából állítanak elő (Hayes, 2009). Különösen ígéretes bioanyagok a gamma-valerolakton (GVL) és a levulinsav-etilészter (ELA, Horváth *et al.*, 2008). Reakciókinetikai vizsgálatuk érdekes és fontos alapkutatási és gyakorlati, égéskémiai és légkörkémiai szempontból egyaránt.

A GVL és ELA reakciókinetikai vizsgálatát „direkt” kísérleti módszerek alkalmazásával végeztem, amikor a reagáló atomok és szabadgyökök megfigyelése közvetlenül történik (Farkas *et al.*, 2011). Az OH + GVL reakció tanulmányozására az impulzuslézer-fotólízist (PLP) és a gyorsáramlásos (DF) módszert alkalmaztam.

A szobahőmérsékleten meghatározott sebességi együtthatók jól egyeznek, így megállapíthatjuk, hogy a tanulmányozott reakciónak nincs nyomásfüggése. A gyorsáramlásos módszerrel elvégeztem a reakció hőmérsékletfüggésének vizsgálatát a 298-423 K hőmérséklettartományban. Megállapítottam, hogy a sebességi együttható csak kis mértékben nő a hőmérséklettel. Az ELA termikus bomlásának vizsgálatát a Karlsruhe Institute of Technology kutatóhelyen lökeshullámcső berendezésben (ST) végeztem (1. ábra). A reakció kinetikáját a bomlás során keletkező H-atom rezonancia-abszorpciós (ARAS) detektálásával tanulmányoztam. Az 1300-1500 K hőmérséklet tartományban elvégzett kísérletek alapján a bomlási reakcióra a korábbi várakozásokkal szemben, jóval kisebb aktiválási energia értéket határoztam meg.



1. ábra. A lökeshullámcső berendezés

### Irodalom

Hayes D. J., 2009. An examination of biorefining processes, catalysts and challenges.

Catalysis Today, 145:138-151.

Horváth I. T, Mehdi H, Fábos V, Boda L, Mika L. T., 2008. Gamma-valerolactone: A sustainable liquid for energy and carbon-based chemicals. Green Chemistry, 238-242.

Farkas M, Illés Á, Petri B, Dóbé S., 2011. Direct rate constant for the reaction of OH radicals with the biofuel molecule ethyl levulinate. Reaction Kinetics, Mechanism and Catalysis, 104, 251-257.



## VÍZKÉMIA EGY HIDROBIOLÓGUS SZEMÉVEL

**Kiss Keve Tihamér**

MTA Ökológiai Kutatóközpont Duna-kutató Intézet, Göd

E-mail: [kiss.keve@okologia.mta.hu](mailto:kiss.keve@okologia.mta.hu)

Az előadásban, példákkal illusztrálva kívánom bemutatni azokat a szoros kapcsolódási pontokat, amelyek a környezetkémia, szorosabban a vízkémia és a hidrobiológia között található, s amelyek egységgé formálják a két szakterületet. Időkorlátok miatt óhatatlan, hogy néhány jellemvonás, kémiai komponens esetében csak utalni tudok azokra, semmint részletes példákkal bemutatni.

A vizek környezettana (hidrobiológia) a vízi élőlényekről és vízi ökoszisztémákról szóló ismereteink rendszere. A természetes vizek élővizek, nem csupán különböző gázok, ásványi és szerves anyagok vízben oldott elegye. Élőviláguknak sajátosan változatos faji összetétele és szerkezete van, amit minden ökoszisztéma a rá jellemző önszabályozással tart fenn.

A vízkémia oldaláról ki kell térnünk néhány fontos fizikai és biológiai jellemvonás rövid bemutatására is. Erre azért van szükség, mert több vízkémiai jellemző alakulását közvetlenül vagy közvetve jelentősen befolyásolják, alakítják bizonyos fizikai tényezők, biológiai történések:

- vízmozgások (hullámzás, lamináris, turbulens áramlás), melyek pl. az élettelen és élő partikulumok lebegését, transzportját, rétegzettség kialakulását, megszüntét befolyásolják;
- hőmérséklet, ami pl. a rétegzettség, jégviszonyok mellett, minden kémiai, biológiai folyamatra közvetlen hatást gyakorol;
- fényklíma, ami a víz hő-háztartása mellett a fotoszintézisre döntő hatású;
- jellemezzük a pH, vezetőképesség, redox-potenciál értékeinek alakulását (hatásukat az élőlény-együttesekre és azok visszahatását);
- néhány élőlény-együttes melyek pl. az oxigén viszonyokat, elsősleges termelést alakítják (algák, hínárnövények); a lebontási folyamatok révén a víz oldott gáz-, oldott szerves és szervetlen összetevőire (baktériumok) hatnak, gyakran jelentős mértékben.

A vízkémiai jellemzés során bemutatom az adott vizek legfontosabb szervetlen ionjait (a nyolc fő ion:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$  –  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$  és a Maucha-féle csillagdiagram) és ehhez kapcsolódón a halobitást.

A vízi anyagforgalom legfontosabb elemeinél: az oxigén-, a szén-, a kén-, a foszfor-, a nitrogén körforgalmáról szólok; röviden bemutatva a szilícium, vas, nyomelemek jelenlétét, jelentőségét; a szervetlen és szerves szennyezők néhány fontosabbját.

Szólok a lebegőanyag-tartalom, a kiülepedés, a hordalék-képződés – szállítás kérdéséről, az üledékben zajló néhány fontos kémiai, biológiai folyamatról.

A fentiekkel azt kívánom bemutatni, hogy a környezettani-vízkémiai kutatások elképzelhetetlenek vízbiológiai kutatások nélkül és fordítva. A két szakterület jelenségeinek, törvényszerűségeinek megismerése csak közös kutatásokkal képzelhető el.

## MESTERSÉGES HORDOZÓK VIZSGÁLATA FÉLÜZEMI ÉLŐGÉPES SZENNYVÍZTISZTÍTÓ RENDSZERBEN

**Jurecska Laura<sup>1,\*</sup>, Barkács Katalin<sup>1</sup>, Dobosy Péter<sup>1</sup>, Lőcsei Róbert<sup>2</sup>, Törő Balázs<sup>2</sup>,  
Kovács Róbert<sup>2</sup> és Záray Gyula<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ELTE Környezettudományi Kooperációs Kutató Központ, Budapest

<sup>2</sup> Organica Zrt., Budapest

\* E-mail: jurecskalaura@gmail.com

Az élőgépés szennyvíztisztító rendszerekben a természetes biofilm hordozóként funkcionáló növényi gyökérszöveten kialakuló, valamint a mesterséges hordozókon megtelepedő baktériumközösség biológiai úton tisztítja a szennyvizet: Szilágyi *et al.* (2010). Kísérleteink során négy (3 polipropilén, 1 poliészter) szálal megjelenésű mesterséges hordozó biofilm kolonizációs képességét tanulmányoztuk egy félüzemi élőgépés szennyvíztisztító rendszerben az Organica Zrt. Telki Ökotechnológiai Fejlesztő Központjában. A két (egy nyári és egy őszi) kísérleti periódusban a hordozók biofilmjének tanulmányozásán túl vízkémiai méréseket is végeztünk.

A nyári kísérleti periódusban megállapítottuk, hogy mind a négy műszál alapú hordozó alkalmas biofilm kolonizációs célra, az őszi kísérletben már csak a két legígéretesebb hordozó-típus mintáival végeztük a kísérletet. A nyári, 18 napos és az őszi, 45 napos kolonizációs kísérlet eredményeit összevetve azt tapasztaltuk, hogy 18 nap elegendő arra, hogy a hordozókon fokozatosan megtelepedő biofilm elérjen egy egyensúlyi állapotot, vagyis a biofilm tömegében ezután már nem következett be jelentős változás.

Megállapítottuk, hogy a nyolc reaktorból álló félüzemi rendszer első három műveleti egységében – az egyensúlyi állapot elérésének idejére – átlagosan nagyobb mennyiségű (nyáron 191 g/m<sup>2</sup>, ősszel 142 g/m<sup>2</sup>) biofilm alakult ki, mint a 4–8. számú reaktorokban (nyáron 56 g/m<sup>2</sup>, ősszel 57 g/m<sup>2</sup>). Ez a tapasztalat összhangban áll a vízkémiai mérések eredményeivel, ahol kimutattuk, hogy az 1–3. reaktorokban főleg a szervesanyag lebontása zajlik, míg a kaszkád további elemei főként a nitrifikációért felelősek. Szintén a szennyvíz-összetétel különbségének tudható be, hogy a biofilm szervesanyag-tartalma az első két reaktorban, mintegy 10%-kal elmaradt a reaktorsor további egységeiben kialakult biofilmekétől.

A vizsgált hordozók közötti különbséget tekintve kimutattuk, hogy a három polipropilén szál egyike, egy műszaki célra gyártott fonal biofilmje mutatta a legkedvezőbb értékeket mindkét kísérleti periódusban, mind a szárazanyag-tartalom (nyáron 176 g/m<sup>2</sup>, ősszel 104 g/m<sup>2</sup>), mind az összes enzimaktivitás (643 mg TF (trifenilfomazán)/m<sup>2</sup>, ősszel 219 mg TF/m<sup>2</sup>) tekintetében.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatások anyagi háttérét a Nemzeti Fejlesztési Ügynökség biztosította a TÉT\_09-1-2009-0014 sz. projekt keretében.

### Irodalom

Szilágyi, N., Kovács, R., Kenyeres, I., Csikor, Zs., 2010 Presenting a new wastewater treatment technology based on a case study of a fullscale plant in Hungary. 4th European Water & Wastewater Management Conference, [www.ewwmconference.com](http://www.ewwmconference.com)

## TOXIKUS MELLÉKTERMÉKEK KELETKEZÉSÉNEK VIZSGÁLATA A FERRÁT FERTŐTLENÍTÉS CÉLÚ ALKALMAZÁSA SORÁN

**Gombos Erzsébet<sup>1,\*</sup>, Barkács Katalin<sup>1</sup>, Felföldi Tamás<sup>1</sup>, Vajna Balázs<sup>1</sup>,  
Vértés Csaba<sup>2</sup> és Záray Gyula<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ELTE Környezettudományi Kooperációs Kutató Központ, Budapest

<sup>2</sup> Ferrate Treatment Technologies Közép-Európai Kft., Budapest

\* E-mail: zserke@gmail.com

Napjaink egyik fontos, megoldandó problémája a szennyvizek megfelelő mértékű tisztítása, fertőtlenítése oly módon, hogy közben minél kevesebb toxikus melléktermék (AOX, adszorbeálható szerves halogenid) keletkezzen. A leggyakrabban alkalmazott vegyszerek használatánál mindig számolnunk kell potenciálisan káros melléktermékek (pl. trihalometánok) képződésével: Rook (1974). A ferrát ( $\text{FeO}_4^{2-}$ ) Fe(VI) hatóanyag tartalmú reagens, amely környezetbarát, emellett azonban erős oxidáló- és fertőtlenítőszer. Savas közegben redoxi-potenciálja kimagaslóan nagy (+2,2V). Vízelékezés után a reagensből keletkező ferri-csapadék egyszerű fázisválasztó műveletekkel eltávolítható a kezelt víztől. Bár sok publikáció foglalkozik a ferrát fertőtlenítő-, oxidáló képességével, mégis csak néhány olyan szakirodalom található, ami a melléktermékek keletkezését vizsgálja a vízelékezések során. Schuck *et al.* (2006) tanulmányukban azt állították, hogy a ferrát alkalmazása biológiailag tisztított szennyvizek kezelése során nem vezetett halogén tartalmú melléktermékek képződéséhez.

Vizsgálataink során két különböző kommunális szennyvíztelepről származó biológiailag tisztított szennyvíz ferráttal való kezelését valósítottuk meg, és tanulmányoztuk a vegyszer toxikus melléktermék képző hatását. Eredményeink alapján megállapítható, hogy mindkét típusú szennyvíz esetében (melyek 11,5–49,3 valamint 8,7–15,2 mg C L<sup>-1</sup> TOC összes szerves széntartalom koncentráció intervallummal jellemezhetőek) AOX koncentráció emelkedést eredményez a ferrát-technológia alkalmazása. Az eltérő vízösszetételtől függetlenül azt tapasztaltuk, hogy 8 mg Fe(VI) L<sup>-1</sup> koncentrációig növelve az oxidálószer mennyiségét minden egységnyi ferrát-Fe(VI) adag egyaránt 20 µg L<sup>-1</sup> AOX növekedést okozott a kezelt vizekben, de ez a koncentráció-növelés azonban még így is, átlagosan 50%-al kevesebb volt, mint ugyanezen vizek klórral való kezelése során keletkezett toxikus melléktermékek mennyisége. A halogéntartalmú toxikus melléktermékek képződésének ellenőrzése mellett követtük a Fe(VI) szerves-anyag valamint reaktív foszfát tartalom eltávolító és fertőtlenítő képességét is. Eredményeink alapján elmondható, hogy ferráttal hatékonyan csökkenthető a kémiai oxidálható vegyület- (~30%) valamint az összes szerves széntartalom (18%). Viszonylag kis adagban (3–8 mg Fe(VI) L<sup>-1</sup>) használva a ferrát a szennyvizek reaktív foszfát tartalmát, illetve a baktériumok, sőt klór-rezisztens baktériumok hatékony eltávolítását is megvalósítja, miközben kisebb mennyiségű AOX vegyület képződik, mint a klórozáskor.

### Irodalom

- Schuck, C.A., De Luca, S.J., Peralba, M.D.R., De Luca, M.A., 2006. Sodium ferrate (VI) and sodium hypochlorite in disinfection of biologically treated effluents. Ammonium nitrogen protection against THMs and HAAs, *J. Environ. Sci. Health A, Tox. Hazard. Subst. Environ. Eng.* 41, 2329-2343.
- Rook, J.J., 1974. Formation of haloforms during chlorination of natural waters, *Water Treat. Exam.* 23, 234-240.

## ANTROPOGÉN SZERVES SZENNYEZŐK MEGKÖTŐDÉSE VÍZBEN OLDOTT HUMUSZANYAGOKON

**Rádi József, Tóth Zoltán, Marton Aurél és Földényi Rita**\*

Pannon Egyetem, Környezettudományi Intézet, Veszprém

\* E-mail: foldenyi@almos.vein.hu

Az antropogén szerves szennyezők (xenobiotikumok: X) és a vízi ökoszisztémákban előforduló makromolekuláris kolloidok pl. humuszanyagok (M) közötti kölcsönhatások vizsgálatának kitüntetett szerepe van a xenobiotikumok mobilitása, biológiai elérhetősége, toxicitása és lebomlási sebessége szempontjából. A kölcsönhatásra formálisan a következő egyensúlyi reakció írható fel:  $M + X = MX$ , amelynek egyensúlyi állandója az ún. kötődési állandó (binding constant):  $K = [MX]/([M] \times [X])$ .  $K$  értékének ismeretében a különböző szennyezések pl. peszticidek, tenzidek, gyógyszerek környezeti viselkedése összehasonlítható és előre megjósolható.

Jelen munkánk célja a huminsav (M) és egy felületaktív anyag (X), a cetil-piridínium-klorid közötti kölcsönhatás vizsgálata és az egyensúlyi állandó számítása egyensúlyi dialízis (ED) kísérletekkel. Ennek a technikának egyik nagy előnye, hogy a rendszer vizsgálatát lehetővé teszi az egyensúlyi állapot megzavarása nélkül, továbbá lehetőséget ad arra is, hogy a vizsgált xenobiotikum egyensúlyi koncentrációját a makromolekula zavaró hatása nélkül határozzuk meg.

Az ED vizsgálatok előtt azonban módszerfejlesztésre van szükség a kísérleti körülmények meghatározására: az ED membrán típusa és pórusmérete, az alkalmazandó pH-érték, a huminsav koncentrációja, a cetil-piridínium-klorid alkalmas koncentrációja stb.

Az előadás részletesen foglalkozik az egyensúly beállítására vonatkozó kísérleti eredményekkel, a xenobiotikum membránon történő adszorpciója miatt figyelembe veendő korrekció meghatározásával valamint a kötődési állandó számításával.

## MÓDSZERFEJLESZTÉS CIKLODEXTRINNEL MÓDOSÍTOTT SPECIÁLIS HORDOZÓK HATÓANYAG TARTALMÁNAK MEGHATÁROZÁSÁRA

**Dobosy Péter<sup>1,\*</sup>, Jurecska Laura<sup>1</sup>, Barkács Katalin<sup>1</sup>, Fenyvesi Éva<sup>2</sup>,  
Szente Lajos<sup>2</sup>, Andersen Endre<sup>3</sup> és Záray Gyula<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ELTE Környezettudományi Kooperációs Kutató Központ, Budapest

<sup>2</sup> Cyclolab Ciklodextrin Kutató-fejlesztő Kft., Budapest

<sup>3</sup> Bay Zoltán Alkalmazott Kutatási Közhasznú Nonprofit Kft.,  
Anyagtudományi és Technológiai Intézet, Budapest

\* E-mail: dobosypeter@gmail.com

### Bevezetés és célkitűzések

A felszíni vizekbe kerülő káros anyagok növekvő mennyisége korunk egyik legaggasztóbb környezeti problémája. A szennyezőanyagok között sokféle típust megkülönböztetünk, például poliaromás szénhidrogéneket, endokrin rendszert károsító vegyi anyagokat, gyógyszerészeti és személyes ápolási termékeket: Nakada *et. al* (2007).

Ezen káros anyagok eltávolítására rendkívül sokféle víztisztítási technológiát ismer a szakirodalom, köztük a ciklodextrinnel módosított hordozók (szűrők) alkalmazását: *Allabashi et. al.* (2007), *Liu et.al.* (2011). A ciklodextrinek ciklikus oligoszacharidok, melyek különböző vendégmolekulákkal zárványkomplexet tudnak képezni.

Kísérleti munkánk elsődleges célja volt egy olyan módszer kidolgozása, mely béta-ciklodextrin (BCD) gyöngypolimerek és ezzel az anyaggal módosított szűrőminták szorpciós kapacitásának és BCD hatóanyag tartalmának meghatározására alkalmas. Az eltérő típusú és összetételű szűrők fizikai-kémiai vizsgálatát különböző modellvegyületek (metilnarancs, fenolftalein, Rodamin-B, karbamazepin és ibuprofen) segítségével végeztük el. Kimutattuk, hogy az ibuprofennel folytatott vizsgálatot követően a szűrőminták maximális adszorpciós értékei 4-5  $\mu\text{mol/g}$ -nak, míg a többi modellvegyület esetében 1-3  $\mu\text{mol/g}$ -nak adódtak, így a szűrőlapok összes szorpcióképes hatóanyag tartalmának meghatározására a legérzékenyebb ibuprofennel folytatott módszert alkalmaztuk. Méréseink során továbbá rámutattunk arra, hogy a szűrőminták vastagságának csökkentése, kondicionálása és különböző szerkezetmódosító adalékanyagok alkalmazása egyaránt kedvezően befolyásolja a szűrőlapok megkötőképes ciklodextrin tartalmát. A körülmények optimalálásával néhány minta esetében a gyártáskor alkalmazott BCD 90%-át is megkötőképesnek találtuk.

### Irodalom

- Allabashi, R., Arkas, M., Hörmann, G. and Tsiourvas D., 2007. Removal of some organic pollutants in water employing ceramic membranes impregnated with cross-linked silylated dendritic and cyclodextrin polymers. *Water Research*, 41, 476–486.
- Liu, H., Cai, X., Wang, Y. and Chen, J., 2011. Adsorption mechanism-based screening of cyclodextrin polymers for adsorption and separation of pesticides from water. *Water Research*, 45, 3499–3511.
- Nakada N., Shinohara H., Murata A., Kiria K., Managakia S., Sato N. and Takadaa H., 2007. Removal of selected pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) and endocrine-disrupting chemicals (EDCs) during sand filtration and ozonation at a municipal sewage treatment plant. *Water Research*, 41, 4373–4382.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatások anyagi háttérét az NFÜ TECH\_08-A4/2-2008-0161. számú projekt biztosította.

## NAGYHATÉKONYSÁGÚ OXIDÁCIÓS ELJÁRÁSOK BIOLÓGIAI ÉS KÉMIAI SZENNYEZŐK ELTÁVOLÍTÁSÁRA

**Dombi András<sup>1,\*</sup>, Arany Eszter<sup>1</sup>, Illés Erzsébet<sup>1,2</sup>, Farkas János<sup>1</sup>, Karácsonyi Éva<sup>1</sup>,  
Kmettykó Ákos<sup>1</sup>, Pap Zsolt<sup>1</sup>, Szabó Emese<sup>1</sup>, Vajda Krisztina<sup>1</sup>, Veréb Gábor<sup>1</sup>,  
Alapi Tünde<sup>1</sup>, Schrantz Krisztina<sup>1</sup>, Hernádi Klára<sup>1</sup>,  
Takács Erzsébet<sup>2</sup> és Wojnárovits László<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Szegedi Tudományegyetem, Környezetkémiai Kutatócsoport, Szeged

<sup>2</sup> MTA Energiatudományi Kutatóközpont, Izotópkutató Intézet,  
Sugárhatáskémiai Osztály, Budapest

\* E-mail: [dombia@chem.u-szeged.hu](mailto:dombia@chem.u-szeged.hu)

Az emberiség az életminőség javítása címén a saját, és főleg a jövő generációk létfeltételeit nagymértékben rontja, többek között a környezet állapotának rohamos tönkretételével. Reálisan szemlélve csak a romlás ütemének fékezéséhez járulhatunk hozzá\*. Ennek jegyében kutatócsoportunk a környezet védelmének elnevezett tevékenység egy kis szeletével, a környezetbe „igyekvő”, nem természetes eredetű, biológiailag nem lebontható szerves nyomszennyezők eltávolítására alkalmas, szabad gyökök generálásán alapuló kémiai módszereket tanulmányoz és fejleszt. Igyekszünk felderíteni a végbemenő elemi kémiai folyamatokat, azok időbeli viselkedését az alkalmazások hatékonysága javításának jegyében.

A gyökgeneráláson alapuló nagyhatékonyságú oxidációs eljárások közül főleg a sugárzáson alapuló módszereket vizsgáljuk, ezek közül is elsősorban azokat, amikor a sugárzás nem a célmolekulákat, hanem a közeg (pl. a víz) molekuláit aktiválja. Ehhez kellően nagy energiájú (185 nm-nél kisebb hullámhosszúságú) sugárzás szükséges, mint például a vákuum ultraibolya fény, vagy az ionizáló sugárzás. A sugárzás energiája ugyan nagymértékben eltér a két esetben, de az elsődleges reakciótermékek megegyeznek, így a folyamatok tanulmányozására kiválóan alkalmasak. Természetesen hasznos információt szolgálhat a célmolekula, vagy a közeghez adott segédanyag (pl. ózon, hidrogén-peroxid) fotolízise, illetve az így keletkező szabad gyökök reakcióinak követése is. Katalizátorokkal lehetőség adódik a gyökgenerálási folyamatok kiváltásához szükséges fotonok energiájának csökkentésre, főleg a titándioxid alapú fotokatalizátorok alkalmazásával. Ebben az esetben is párosíthatatlan elektronú elemi részecskéket (ha úgy tetszik szabad gyököket) hozunk létre a fotokatalizátoron és ezek reagálnak vagy közvetlen töltésátmenettel, vagy a közegből keletkező szabad gyökök révén a az eltávolítandó szennyezőkkel. A kutató számára a dolog ízet többek között az adja meg, hogy a homolitikus kötésfelszakításkor az oxidáló tulajdonságú részecske mellett egy redukáló részecske (pl. szabad elektron, H-atom) is keletkezik. Ez utóbbi ráakaszkozhat a molekuláris oxigénre, ezáltal az oxigén elindul a vízzé való redukció irányába, átmenetileg oxidáló tulajdonságú részecskék (peroxo-gyökök) keletkezésével.

Ezen tulajdonság alapján felmerült, hogy miért ne lehetne a kémiai kötésben részt vevő H-t is redukálni, akár a napsugárzás energiájának hasznosításával.

### **Köszönetnyilvánítás**

A szerzők megköszönik, sokak mellett az éppen aktuális NKTH OTKA CK 80193, a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0005, a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0012 és a Svájci Alap SH7/2/20 projektekben kapott támogatást.

---

\*Az első szerző különvéleménye eddig

## NEMESFÉMEKKEL MÓDOSÍTOTT TITÁN-DIOXID ÉS VOLFRÁM-TRIOXID NANOKOMPOZITOK ELŐÁLLÍTÁSA ÉS FOTOKATALITIKUS HIDROGÉNFEJLESZTŐ KÉPESSÉGE

Karácsonyi Éva<sup>1</sup>, Kmetykó Ákos<sup>1</sup>, Dombi András<sup>1</sup>, Mogyorósi Károly<sup>1</sup>,  
Baia Lucian<sup>2</sup>, Danciu Virginia<sup>2</sup> és Pap Zsolt<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup> Szegedi Tudományegyetem, Környezetkémiai Kutatócsoport, Szeged

<sup>2</sup> Faculty of Chemistry and Chemical Engineering, Babeş-Bolyai University,  
Cluj-Napoca, Románia

\* E-mail: pzsolt@chem.u-szeged.hu

### Bevezetés és célkitűzések

Napjainkban a mezőgazdasági és ipari szennyvizek a kémiai anyagok széles spektrumát tartalmazzák. Ezek lebontásában jó eredményekkel alkalmazhatók a nagyhatékonyságú oxidációs eljárások, mely módszerek közé tartozik többek között a heterogén fotokatalízis, melynek lényege, hogy a megfelelő hullámhosszúságú fényrel gerjesztett félvezető fotokatalizátor felületén közvetlenül, vagy közvetve a szerves vegyületek oxidálódnak. A heterogén fotokatalízis során a nemesfémekkel módosított fotokatalizátorokkal szerves vegyületek lebontásával egyidejűleg hidrogénfejlődés is elérhető.

A H<sub>2</sub> gáz azonkívül, hogy egyszerű, könnyen oxidálható szerves vegyületekből előállítható fotokatalitikus úton, az egyik legtisztább égéstermékkel rendelkező üzemanyag, így lehetővé válhat alternatív energiaforrásként való felhasználása. Az előbbieknél említetteket figyelembe véve érthető, hogy napjainkban az egyik legintenzívebb kutatási terület a hidrogén gazdaságos előállítása. A számításba vehető alternatívák között szerepel a fotokatalitikus hidrogénfejlesztés is.

A fentiek jegyében tanulmányoztuk az 1 % arannyal illetve platínával módosított TiO<sub>2</sub> fotokatalizátorok hidrogénfejlesztő képességét oxálsav- és metanololdatból a felületen lévő nemesfémrészecskék méretének függvényében. A szintéziskörülmények változtatásával sikerült különböző méretű, Au (D<sub>Au</sub> = 3-50 nm), illetve Pt (D<sub>Pt</sub> = 2.5-4.5 nm) nanorészecskéket leválasztani a katalizátor felületére. Mindkét nemesfém esetén megadható egy optimális részecskeméret, amellyel a legnagyobb fotokatalitikus aktivitást/hidrogénfejlesztést sikerült elérni.

Továbbá munkánk során célul tűztük ki a szelektív redukciós módszerrel előállított, nemesfémekkel adalékolt TiO<sub>2</sub>/WO<sub>3</sub> fotokatalizátor kompozitok fotokatalitikus aktivitásának valamint hidrogéntermelő képességének meghatározását. Kísérleteinkben az oxálsav modellvegyület fotokatalitikus bomlását mérve határoztuk meg az egyes katalizátorok aktivitását. Továbbá ezen anyagok fotokatalitikus hidrogénfejlesztő képességét is lemértük. Minden esetben szoros összefüggést találtunk az alkalmazott szelektív fotodepozíció és a mért aktivitások között.

Az előállított katalizátorok anyagszerkezeti tulajdonságait (röntgendiffrakció – XRD, transzmissziós elektronmikroszkópia – TEM és diffúz reflexiós spektrometria – DRS) vizsgálva kíséreltünk meg további összefüggéseket keresni a fotokatalitikus aktivitásuk/hidrogénfejlesztő képességük és a kompozit összetételének megvalósítása között.

### Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönetet mondanak az NKTH OTKA CK 80193, a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0005, a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0012 és a Svájci Alap SH7/2/20 projektekben kapott támogatásért.

## BIOSZORCIÓS FOLYAMATOK

Farkas Viktor, Tólos Katalin, Kőnigné Péter Anikó, Honfi Krisztina, Pernyeszi Tímea\*

Pécsi Tudományegyetem, Analitikai és Környezeti Kémia Tanszék, Pécs

\* E-mail: ptimea@gamma.ttk.pte.hu

A szennyezett vizekből történő nehézfémek eltávolítására a kicsapás, flotálás, ioncsere, membrán- és elektrokémiai technológiai és biológiai eljárásokat alkalmazzák. Nagyon kis nehézfém koncentráció esetén a kis hatékonyság, néhány eljárásban a drága kemikáliák alkalmazásának szükségessége, valamint a szennyezők eltávolításával kapcsolatos problémák szerepelnek a megszokott konvencionális technológiai eljárások alkalmazásának nehézségei között. Egyszerűségének és nagy hatékonyságának tekintetében még kis nehézfém koncentrációnál is az adszorpciós folyamatokat egy jobb technológiai eljárásnak tekinthetjük.

A fenolok és származékaik az elsődleges szerves szennyezők egy csoportját alkotják, amelyek már kis koncentrációban veszélyesek az élő szervezet számára. Napjainkban a biodegradáció, a kémiai oxidáció, az aktív szénen történő adszorpció folyamatait, az oldószer extrakciót és a besugárzást alkalmazzák a fenol-származékok eltávolítására szennyezett vizekből. Bár a biológiai kezelések ígéretes eljárásoknak tűnnek, azonban a fenol-származékok biodegradációja korlátozott ezen anyagok toxikus tulajdonságai miatt; a biodegradáció folyamata lassú és a mikroorganizmusok számára csak kis koncentrációnál fejtenek ki szubsztrát hatást.

Számtalan olyan összefoglaló közlemény jelent meg ezen témakörhöz kapcsolódóan, amelyekben a kis költségű és környezetbarát adszorbensek alkalmazását tanulmányozták nehézfémek és szerves szennyezők eltávolítására, nagy hatékonysággal. Mezőgazdasági hulladékok, ipari melléktermékek, élő és elhalt mikrobiológiai sejtek bioszorbens anyagként való alkalmazhatóságát már részleteiben vizsgálták, mivel a mezőgazdasági és egyéb biológiai eredetű anyagok nagy mennyiségben találhatóak a természetben. A mikroorganizmusok szerkezetének komplexitása már önmagában foglalja, hogy sokféle út létezik a szennyezőanyagok számára, hogy a sejt megkösse és magába zárja azokat. A bioszorpciós mechanizmusok éppen ezért még nem teljesen érthetőek és még vitatottak. A bioszorpciós mechanizmusok metabolizmus-függő és nem metabolizmus-függő csoportokba sorolhatók. Aszerint, hogy a fémeltávolítás az oldat mely részéből történik, a bioszorpciós folyamatok a következők szerint osztályozhatók: extracelluláris akkumuláció/precipitáció, sejtfelületi szorpció/precipitáció és intracelluláris akkumuláció. Kutatásaink elsődlegesen a bioszorpciós folyamatok kinetikai és egyensúlyi tanulmányozására irányulnak különböző élő és élettelen mikroorganizmusok alkalmazásával, különböző nehézfémekre és fenolokra vonatkozóan. A kísérleti eredmények értékeléséhez kinetikai és egyensúlyi modellezést végeztünk. Különböző forrásból származó *Saccharomyces cerevisiae* élesztőgomba-, *Phanerochaete chrysosporium* fonalas gomba-, *Candida tropicalis* élesztőgomba-, *Pseudomonas aeruginosa* PAO1-, *Pseudomonas fluorescens*- környezetből izolált baktérium- és *Chlorella vulgaris* édesvízi algasejteket használtunk szorbens anyagként. Összefüggéseket táruunk fel a bioszorpciós kapacitás, a sejt felületi tulajdonságai és az oldatkémia között. Nagy szennyezőanyag koncentrációnál az organofilizált agyagásványon lejátszódó adszorpciós és biodegradációs folyamatok kombinált alkalmazását vizsgáljuk, amely már víz és talaj remediációjában egyaránt hatékony lehet.

### Köszönetnyilvánítás

Munkánk a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0002, A Dél-dunántúli régió egyetemi versenyképességének fejlesztése nevű projekt támogatásával készült.



## ***PHANEROCHAETE CHRYSOSPORIUM* MINT BIOSZORBENS**

**Farkas Viktor<sup>1,\*</sup>, Felinger Attila<sup>1,2</sup>, Pernyeszi Tímea<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> Pécsi Tudományegyetem Szentágotthai Kutatóközpont,  
Analitikai Kémiai és Geoanalitikai Kutatócsoport, Pécs

<sup>2</sup> Pécsi Tudományegyetem, Analitikai és Környezeti Kémia Tanszék, Pécs

\* E-mail: sakraf@gamma.ttk.pte.hu

A bioszorpción és biodegradáción alapuló, szennyezett környezeti rendszerek (talaj és víz) bioremediációja a környezettudomány területén egyre nagyobb figyelmet kapott az elmúlt években, mivel egy hatékony, nem költséges, környezetbarát kármentesítési eljárás a hagyományos környezettechnológiai eljárásokkal szemben. A *Phanerochaete chrysosporium* egy jól ismert fonalas gomba, és képes a környezetben található különböző xenobiotikumokat lebontani (Benoit *et al.*, 1998). A *Phanerochaete chrysosporium* gombasejtek mint szorbens anyagok felhasználhatók a fonalaikon történő szorpciós folyamatokra alapozva szennyvizek nehézfémmentesítésére (Kacar *et al.*, 2002), azonban bioszorpciós és biodegradációs potenciáljuk szerves szennyezőkre vonatkozóan nem teljesen kivizsgált, a tudományos ismeretanyag még hiányos. A biomassza immobilizálása javítja mechanikai stabilitásukat, porozitási tulajdonságukat, és nagyobb védelemet biztosít a környezeti hatásokkal szemben. Az immobilizált biomassza gömböcskék töltetes oszlopokban is alkalmazhatók áramlásos körülmények között dinamikus szorpciós folyamatok tanulmányozása céljából, jó regenerálódással jellemezhetők, a biomassza újrahasználható, és egyszerű szilárd/folyadék elválasztást biztosít. Természetes polimerek, mint alginát, kitin, kitozán, cellulóz-származékok, agyagásványok használhatók immobilizációs mátrixanyagként. A fenol bioszorpciós vizsgálatoknál különböző összetételű tápoldatban tenyésztett kötetlen gombasejteket, és algináton immobilizált, vizes közegben tárolt, inaktív fonalas gombasejteket használtunk bioszorbensként. Úgynevezett „batch” rendszerekben kinetikai és egyensúlyi vizsgálatokat végeztünk, figyelembe véve a rendszer pH-ját, a hőmérsékletet, a biomassza és a fenol koncentrációt. Az analitikai meghatározásokat nagyhatékonyságú folyadékkromatográfiával végeztük. A kísérleti eredményeket kinetikai- és izoterma-modellekkel értékeltük. Az izotermaegyenletekkel történő egyensúlyi értékeléshez nemlineáris illesztést javasolunk az egyenletek linearizált prezentációja helyett. Az algináton immobilizált biomassza gömböcskék mechanikailag stabilak a vizsgált pH-tartományban, és megfelelő szorpciós kapacitással rendelkeznek szerves szennyezőkre nézve.

### **Köszönetnyilvánítás**

A szerzők munkájukat a TAMOP-4.2.2./B-10/10-2010-0029 projekt támogatásával készítették.

### **Irodalom**

- Benoit, P., Barriuso, E., Calvet, R., 1998. Biosorption characterization of herbicides, 2,4-D and atrazine, and two chlorophenols on fungal mycelium, *Chemosphere*, 1271-1282.
- Kacar, Y., Arpa, C., Tan, S., Denizli, A., Genc, O., Arica, M., 2002. Biosorption of Hg(II) and Cd(II) from aqueous solutions: Comparison of biosorptive capacity of alginate and immobilized live and heat inactivated *Phanerochaete chrysosporium*, *Process Biochemistry*, 601-610.

## SZERVES MIKROSZENNYEZŐK BONTÁSA FOTOLÍZISSEL ÉS RADIOLÍZISSEL

Arany Eszter<sup>1,\*</sup>, Illés Erzsébet<sup>1,2</sup>, Farkas János<sup>1</sup>, Szabó Emese<sup>1</sup>, Alapi Tünde<sup>1,3</sup>,  
Gajdáné Schrantz Krisztina<sup>1,3,4</sup>, Dombi András<sup>1</sup>,  
Takács Erzsébet<sup>2</sup> és Wojnárovits László<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Szegedi Tudományegyetem, Környezetkémiai Kutatócsoport, Szeged

<sup>2</sup> MTA Energiatudományi Kutatóközpont, Izotópkutató Intézet,  
Sugárhatáskémiai Osztály, Budapest

<sup>3</sup> Szegedi Tudományegyetem, Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék, Szeged

<sup>4</sup> EMPA, Swiss Federal Laboratories for Material Testing and Research,  
Laboratory for High Performance Ceramics, Dübendorf, Svájc

\* E-mail: arany.eszter@chem.u-szeged.hu

### Bevezetés és célkitűzés

Napjainkban perzisztens mikroszennyezők jelennek meg felszíni vizeinkben. Például a nem szteroid gyulladáscsökkentő ibuprofen ((*RS*)-2-[4-(2-metil-propil)fenil] propionsav) 2,8  $\mu\text{g dm}^{-3}$ -es koncentrációban mutatták már ki, a fungicid hatású dimoxystrobin ((*E*)-2-(metoxiimino)-*N*-metil-2-[*a*-(2,5-xililoxi)-*o*-tolil]acetamid) pedig 30 napos felezési idővel bomlik le természetes vizekben. Munkánk során három nagyhatékonyságú oxidációs eljárást, a 254 nm-es ultraibolya (UV) fotolízist, annak ózonos kezeléssel történő kombinációját (UV/O<sub>3</sub>) és a gamma radiolízist hasonlítottunk össze az ibuprofen, ill. a dimoxystrobin átalakulása és a kezelt oldatok ökotoxikus hatása szempontjából.

### Eredmények és értékelésük

Az könnyen elérhető és olcsó kisnyomású higanygőzlámpákkal elvégzett UV-fotolízis hatékonyságát meghatározza a vegyület 254 nm-re vonatkozó moláris abszorpciája. Ennek megfelelően az UV-fény a dimoxystrobin ( $\epsilon = 5769 \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ cm}^{-1}$ ) átalakítása szempontjából hatékonyabb volt, mint az ibuprofen ( $\epsilon = 415 \text{ mol}^{-1} \text{ dm}^3 \text{ cm}^{-1}$ ) esetében. UV-besugárzás mellett ózonos kezelést is alkalmazva az ibuprofen ( $c_0 = 1,0 \times 10^{-4} \text{ mol dm}^{-3}$ ) esetében jelentősen megnöttek a kezdeti átalakulási sebességértékek, feltehetően az O<sub>3</sub> bomlása során képződő hidroxilgyököknek ( $\cdot\text{OH}$ ) köszönhetően. Dimoxystrobin esetében ( $c_0 = 8,4 \times 10^{-6} \text{ mol dm}^{-3}$ ) azonban, feltehetőleg az ibuprofenhez képest jóval nagyobb moláris abszorbancia miatt okozott kisebb mértékű hatékonyságnövekedést a kombinált módszer alkalmazása. Ilyen körülmények között az ibuprofen 10 perc, az egy nagyságrenddel kisebb kiindulási koncentrációjú dimoxystrobin pedig 5 perc alatt 90%-ban átalakult. Ezek a módszerek tehát szerkezetileg különböző vegyületek elbontására is nagy hatékonysággal alkalmazhatóak. Ibuprofen esetében az átalakulás hatékonysága gamma radiolízis alkalmazásával még tovább növelhető a folyamat során képződő  $\cdot\text{OH}$ -k révén.

A kezelt ibuprofenoldatok ökotoxikus hatását *Pseudokirchneriella subcapitata* mikroalgákon, *Daphnia magna* zooplanktonokon és *Vibrio fischeri* lumineszcens baktériumokon is megvizsgáltuk. Mindegyik esetben képződtek a kiindulási vegyületnél toxikusabb köztitermékek is, ezért erre fokozott figyelmet kell fordítani a kezelése során.

### Köszönetnyilvánítás

A szerzők köszönik az NKTH OTKA CK 80193, a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0005 és a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0012 projekteken kapott anyagi támogatást.

## FOTOKATALIZÁTOROK HATÉKONYSÁGNAK NÖVELÉSE, GYAKORLATI ALKALMAZÁSOK

**Veréb Gábor<sup>\*</sup>, Pap Zsolt, Réti Balázs, Vajda Krisztina, Mogyorósi Károly,  
Hernádi Klára és Dombi András**

Szegedi Tudományegyetem, Környezetkémiai Kutatócsoport

<sup>\*</sup> E-mail: verebg@chem.u-szeged.hu

Napjaink kutatóinak egyik fontos feladata alternatív víztisztító technológiák kidolgozása. Ígéretes módszer a fotokatalízis, mely alkalmas lehet vízben jelenlévő olyan szerves szennyezők ártalmatlanítására, melyek hagyományos (pl. biológiai) módszerekkel nem kezelhetők.

A titán-dioxid UV fényvel hatékonyan gerjeszthető: a megvilágítás hatására keletkező elektron/lyuk pár részt vehet oxidációs folyamatokban, ezáltal szerves szennyezőanyagok fotokatalitikus oxidációjában, illetve zömében a hőtermeléshez vezető elektron/lyuk pár rekombinációja megy végbe. A rekombináció visszaszorítására (ezzel a fotokatalizátorok hatékonyságának növelésére) lehet olyan titándioxid alapú kompozitokat előállítani, melyek a létrejövő elektron-lyuk párosból az elektronokat “elvezetik”. Ilyen anyagok lehetnek például a szén nanocsövek (CNT), vagy a nemesfém nanorészecskék. Munkánk során több típusú  $\text{TiO}_2/\text{CNT}$  kompozitot, illetve  $\text{TiO}_2/\text{Ag}$  és  $\text{TiO}_2/\text{Au}$  kompozitokat állítottunk elő.

A titándioxid fotokatalizátorokat UV fényvel lehet hatékonyan gerjeszteni, viszont a napsugárzás intenzitása egy nagyságrenddel nagyobb a látható hullámhossztartományban, mint az UV tartományban, így célszerű látható (VIS) fényre aktív fotokatalizátorokat fejleszteni, melyek hatékonyan alkalmazhatóak olyan környezetbarát technológiában, ahol a fotokatalizátorokat napsugárzással gerjesztjük. Erre a célra lehet olyan titándioxid alapú fotokatalizátorokat fejleszteni, melyek a szintézis során adalékolt anyagnak köszönhetően, beépülve a kristályrácsba lehetővé teszik a fotokatalizátor számára a látható fény elnyelését. Az ilyen VIS aktív fotokatalizátorok belső terekben is alkalmazhatóak öntisztuló/levegőtisztító tulajdonságokkal bíró felületek kialakítására. Munkánkban nitrogénnel, vassal, jódval és kénnel adalékolt fotokatalizátorokat vizsgáltunk.

A fotokatalizátorokat alkalmazhatjuk a kezelendő vízben szuszpendálva, azonban a megtisztított vízből a nanoméretű fotokatalizátor részecskéket igen költséges eltávolítani. Megoldást jelenthet ha a fotokatalizátorokat valamilyen módon rögzítjük (immobilizáljuk) valamilyen felületen, és a kialakított fotokatalitikusan aktív felületet ún. rögzített ágyas reaktorban alkalmazzuk. Munkánk során Al-oxid alapú kerámiapapíron rögzítettük a  $\text{TiO}_2$ -ot, és az így kialakított felületen különböző szerves szennyezőanyagok fotokatalitikus ártalmatlanítását valósítottuk meg mesterséges UV fénycsöveket, illetve szabadtéri kísérletekben napfényt alkalmazva a fotokatalizátor gerjesztéséhez.

Természetesen az előállított fotokatalizátorok nemcsak kémiai szennyezők eltávolítására használhatók, hanem mikroorganizmusok elpusztítására, a vizek fertőtlenítésére is alkalmasak, akár egyidejűleg is.

### **Köszönetnyilvánítás**

A szerzők köszönetet mondanak az NKTH OTKA CK 80193, a TÁMOP-4.2.1/B-09/1/KONV-2010-0005, a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0012 és a Svájci Alap SH7/2/20 projektekben kapott támogatásért.

**2012. október 12.,  
péntek**

## **VÖRÖSISZAP ÖMLÉS AJKÁN: KÖVETKEZMÉNYEK ÉS LEHETŐSÉGEK**

**Szépvolgyi János**

MTA Természettudományi Kutatóközpont,  
Anyag- és Környezetkémiai Intézet, Budapest

E-mail: [szepvolgyi.janos@ttk.mta.hu](mailto:szepvolgyi.janos@ttk.mta.hu)

Az Ajka térségében bekövetkezett vörösiszap-ömlés második évfordulójához közeledve előadásunk első részében röviden összefoglaljuk a katasztrófa következményeit. Ezt követően a vörösiszap képződés környezeti és technológiai kérdéseivel foglalkozunk. Áttekintjük a Bayer-technológia alapjait és összefoglaljuk az Ajkai Timföldgyárban képződött vörösiszapok kémiai összetételének, fázisviszonyainak és morfológiájának vizsgálata során kapott eredményeinket. Kitérünk a vörösiszapok tárolására, különös tekintettel az Ajkán korábban alkalmazott nedves, majd a 2011. márciusban bevezetett száraz tárolásra.

A vörösiszapok tulajdonságainak és hasznosítási lehetőségeinek vizsgálatával foglalkozó szakirodalomban megfogalmazódik, hogy mennyiségük, értékes fémtartalmuk és fizikai tulajdonságaik miatt a vörösiszapok nem hulladéknak, hanem értékes másodlagos nyersanyagoknak tekintendők. Hasznosítási lehetőségeik tanulmányozásamind műszaki, mind gazdasági, mind környezetvédelmi szempontból kiemelt fontosságú. Előadásunk befejező részében ezért áttekintjük a vörösiszap hasznosításával és feldolgozásával kapcsolatos fontosabb külföldi és hazai eredményeket.

## VAS NANORÉSZECSKÉK FELHASZNÁLÁSA TALAJREMEDIAÁCIÓBAN

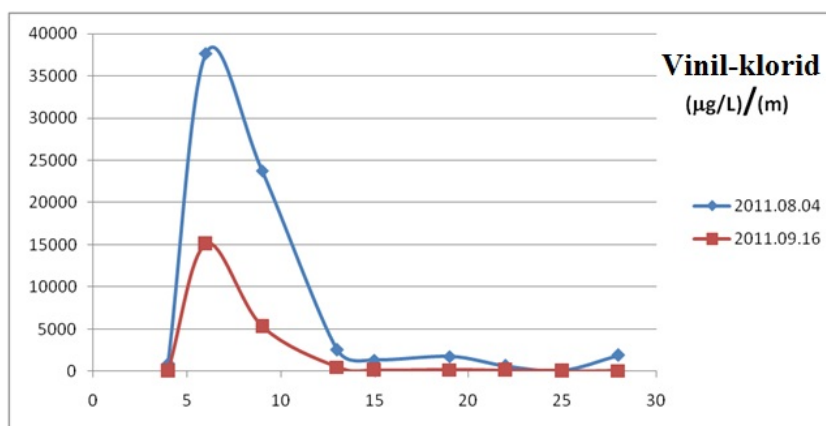
**Kozma Gábor, Kónya Zoltán\* és Kukovecz Ákos**

Szegedi Tudományegyetem, Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék, Szeged

\* E-mail: konya@chem.u-szeged.hu

A környezeti kármentesítés kiemelten foglalkozik az emberi egészségre különösen veszélyes anyagokkal szennyezett talajok, felszíni, illetve felszín alatti vizek hatékony tisztításával. A hatékonyság mellett, a napjainkat jellemző instabil gazdasági viszonyok miatt, elvárt az alkalmazott anyag vagy technológia alacsony anyagi vonzata is. Ilyen ígéretes anyag a nulla vegyértékű, nanoméretű (kisebb, mint 100 nm) vas, amely alkalmas a különböző környezeti vizek, talajok és üledékek kármentesítésére. Megfelelő redoxpotenciáljának köszönhetően képes a különböző klórozott szénhidrogéneket, beleértve például a klórfenolokat, poliklórozott-bifenileket (PCB) vagy nitrobenzolt bontani, de ezek mellett egyes nehézfémek vagy egyéb szennyező anionok hatástalanításában is fontos szerepet kapnak.

A már fent említett gazdasági szempontoknak is megfelelő nanovas mind előállításban, mind alkalmazásában alacsony anyagi terhet jelent. A legtöbb kármentesítő eljárás vagy túl sok mellékterméket, hulladékot termel, vagy maga az előállítás technológiája drága. Ezzel szemben a nanovas akár a kármentesítendő helyszínen is előállítható egy arra alkalmas „mobil-gyártósorral”, ráadásul a folyamat mellékterméket nem képez, valamint a kezelés helyben elvégezhető, további kitermelést illetve utólagos kezelést nem igényelve.



1. ábra: a 2011-es kármentesítési próbainjektálások hosszú távú hatásvizsgálatának eredménye vinil-kloridra vizsgálva, különböző mélységekben.

Az eddigi eredmények alapján a nanovas kiemelten ígéretes kármentesítő anyagnak mutatkozik. Jelenleg az alkalmazott anyag hatékonyságának, stabilitásának növelése, az ipari mennyiség előállításához szükséges technológia kifejlesztése, valamint a további lehetséges költségcsökkentés a cél.

## A TALAJ MINT A POTENCIÁLISAN KÖRNYEZETSZENNYEZŐ NÖVÉNYI TÁPELEMENK PUFFERKÖZEGE

**Tolner László<sup>1,\*</sup>, Füleky György<sup>1</sup>, Rétháti Gabriella<sup>1</sup>, Kovács András<sup>2</sup>,  
Vágó Imre<sup>3</sup>, Szabó Anita<sup>3</sup> és Czinkota Imre<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Szent István Egyetem, Környezettudományi Intézet, Gödöllő

<sup>2</sup> Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, KKFT, Budapest

<sup>3</sup> Debreceni Egyetem, Agrokémiai és Talajtani Intézet, Debrecen

\* E-mail: tolner.laszlo@mkk.szie.hu

### **Bevezetés és célkitűzések**

A növények számára szükséges esszenciális tápelemek is lehetnek környezetszennyezők. Jól szellőzött laza talajokban az egyes nitrogénformák (ammónium-N, szerves-N) rövid idő alatt nitráttá alakulnak és a felszín alatti vizekbe mosódhatnak (Németh, 1995). Az eredményes növényi felvétel érdekében mozgékonyra tett foszfátok, vagy szerves foszfátok élővízbe kerülve elősegíthetik annak eutrofizálódását. Az esszenciális mikroelemek esetében megnövekedett koncentráció, vagy az oldatba kerüléshez kedvezőbbé váló viszonyok toxikus hatásokat eredményezhetnek. A toxikus hatás gyakran nem a növényeken, hanem az azokat fogyasztó érzékenyebb állati és emberi szervezeteken jelentkezik.

Kutatócsoportunk régóta foglalkozik a talajok foszfát (Tolner és Füleky 1995) és nehézfém (Stefanovits és Füleky 2000) megkötő képességének tanulmányozásával, illetve a talaj termőrétegéből történő nitrát-kimosódás befolyásolásával (Szegei *et al.*, 1988).

### **Eredmények és megvitatásuk**

Foszfátmegkötődés tanulmányozása nyomán a folyamatok leírására egységes adszorpciós-deszorpciós modellt fejlesztettünk ki. A glicerinnitrát-kimosódásra gyakorolt hatását talajoszlop kísérletben tanulmányoztuk. Megállapítottuk, hogy a biodízelgyártás során keletkezett glicerinnitrát alkalmas anyag lehet a talaj termőrétegéből történő nitrát-kimosódás akadályozására (Tolner *et al.*, 2012). Újabb cink adszorpciós kísérletünk eredményeként megállapíthatjuk, hogy a pH csökkenésével csökken az adszorpció egyensúlyi állandója. Ez azt jelenti, hogy az adszorbens (talaj) adszorptívumra vonatkoztatott affinitása csökken, ami tulajdonítható a savasság növekedésével egyre nagyobb mennyiségben jelenlévő H<sup>+</sup> specifikus adszorpciójának. Az előzetes Zn terhelés természetes módon drasztikusan lecsökkenti a talaj cinkre vonatkoztatott affinitását, ami a kötőhelyek nagyobb telítettségével van összefüggésben.

### **Köszönetnyilvánítás**

Kutató munkánkat a TECH-09-A4-2009-0133, BDREVAM2 sz. pályázat támogatta.

### **Irodalom**

- Németh, T., 1995. Nitrogen in Hungarian soils - nitrogen management relation to groundwater protection. *Journal of Contaminant Hydrology*, 20, 185-208.
- Stefanovits, P. és Füleky, Gy. 2000. Zn and Cu adsorption and desorption of soils after decomposition with hydrogen peroxide. *Agrokémia és Talajtan*, 49. 163-180.
- Szegei, J., Gulyás, F., Füleky, Gy., Tolner, L. 1988. Influence of NPK fertilization and cellulose application on the CO<sub>2</sub> production of soils. *Ztbl. Mikrobiol.*, 143. 303-308.
- Tolner, L., Rétháti, G., Kovács, A., 2012. Examination of an alternative way to prevent nitrate leaching in soil by using glycerol as a biodiesel by-product. *Növénytermelés* 61, Suppl. 267-270.

## ASZIMMETRIKUSAN POLÁRIS VEGYÜLETEK ADSZORPCIÓJA TERMÉSZETES ADSZORBENSEKEN

**Tóth Zoltán és Földényi Rita**\*

Pannon Egyetem, Környezettudományi Intézet, Veszprém

\* E-mail: foldenyi@almos.vein.hu

A különböző felületaktív anyagok (tenzidek) használata széles körben elterjedt. Alkalmazásuk főként a különböző fázisok érintkezésekor dominál (tisztítószer, formázószer, kozmetikai cikkek, olajkitermelés), de egy-egy vegyület specifikus (pl. antibakteriális) tulajdonsága miatt egyéb területeken is gyakorta előfordulnak. Széleskörű elterjedésük miatt számos formában (szennyvíz, hulladék, direkt) és mennyiségben kikerülhetnek a környezetbe.

A szennyezővé vált felületaktív anyagok elsősorban a talaj- és vízrendszereket veszélyeztetik, ahol többek között oly módon befolyásolják a természetes (kolloid)rendszerek viselkedését, hogy a szilárd felülethez kötődve (talaj, üledék) teljesen képesek átalakítani annak adszorpciós tulajdonságait. Mindez kihat pl. a talajok alapvető fizikai és kémiai tulajdonságaira (pl. vízmegkötő-képesség, humuszanyagok kioldódása).

A munka célja, hogy egy kationos tenzid, a hexadecil-piridínium-klorid (cetil-piridínium-klorid: CPC) és egy anionos formázószer, a Supragil WP (nátrium-diizopropil-naftil-szulfonát) adszorpciós viselkedését tanulmányozza különböző ásvány-, kőzetörleményeken (talajalkotók) és talajokon.

Célunk elérése érdekében sztatikus egyensúlyi kísérleteket hajtottunk végre, amelynek segítségével a fajlagos adszorbeált mennyiséget ( $q$ ) indirekt módon számítottuk az alábbi egyenlet alapján

$$q = \frac{(c_0 - c_e) \cdot V}{m},$$

ahol  $c_0$ : az adszorptívum (CPC illetve Supragil) kezdeti koncentrációja,  $c_e$ : az adszorptívum egyensúlyi koncentrációja,  $V$ : az oldat térfogata,  $m$ : az adszorbens (talaj illetve talajalkotó) tömege. Az egyensúlyi koncentrációt UV-VIS spektrofotométer segítségével határoztuk meg.

Mindkét adszorptívumnál megfigyelhető, hogy a fajlagos adszorbeált mennyiségek jelentős eltérést mutatnak a különböző talajalkotók tekintetében, ahol bizonyos esetekben az izotermán több lépcső megjelenése is tapasztalható. A kationos CPC-vel kapcsolatban megállapítható, hogy az izotermák kezdeti szakasza H-típusú, ami nagy affinitásra utal, míg az anionos Supragil WP esetében az adszorpció hajtóereje a hidrofób kölcsönhatás.



**NEHÉZFÉMEK A KÖRNYEZETBEN:  
KOCKÁZATBECSLÉS FRAKCIONÁLÁSSAL**

**Heltai György<sup>\*</sup>, Halász Gábor, Horváth Márk, Fekete Ilona,  
Szécsy Orsolya és Horváth Éva**

Szent István Egyetem, Gödöllő

<sup>\*</sup> E-mail: [heltai.gyorgy@mkk.szie.hu](mailto:heltai.gyorgy@mkk.szie.hu)

A nehézfémek biológiai hatását meghatározza fizikai-kémiai megjelenési formájuk a környezeti rendszerben. Adott elem esetében egyes formák kifejezetten toxikusak [pl. Cr(VI)], míg mások veszélytelenek [pl. Cr(III)]. A teljes kockázat becslés eszerint a jelenlevő összes potenciálisan toxikus elem teljes speciációját igényli, ami analitikai szempontból irreális feladat. Az elsődleges kockázatbecslésnél kompromisszumos megoldást jelent az elemtartalom frakcionálása környezeti mobilitás szerint, amely meghatározza biológiai hozzáférhetőséget. Az e célra szolgáló módszerek a Tessier és munkatársai által vízi üledékek elemtartalmának frakcionálására kifejlesztett hét lépésből álló szekvens extrakciós módszeren alapulnak, amelynek egyszerűsített (3+1) lépéses formáját 1993-ban ajánlotta az Európai Közösség általános használatra (BCR módszer). A BCR-ajánlást metodikai problémák miatt 2001-ben módosították. Az eredeti és a módosított BCR-protokollhoz kifejlesztettek egy-egy tanúsított üledék anyagmintát (CRM-601, CRM-701), amelyeket mindösszesen hat elemre bizonylatoltak. Az elmúlt tíz évben munkacsoportunk széles körű kutatásokat folytatott az alkalmazási területet kiszélesítését lehetővé tevő kalibrálási és validálási problémák megoldására üledék, talaj, ülepedő por, biofilm, ércbánya meddőhányó, vörösiszap mátrixokban. Foglalkoztunk az áztatásos technikák gyorsításával, új oldószer kombinációk alkalmazásával, és folyamatos áramlású technikák kifejlesztésével. Kutatásainkat ezirányban jelenleg is folytatjuk, s e fejlesztést egybekötjük a multielemes detektálást lehetővé tevő ICP-OES-CCD technika alkalmazásával.

## FÉMIONOK MEGKÖTŐDÉSE TALAJOKON ÉS KŐZETEKEN

**Nagy Noémi<sup>\*</sup> és Kónya József**

Debreceni Egyetem, Kolloid- és Környezetkémiai Tanszék,  
Izotóplaboratórium, Debrecen

\* E-mail: nagy.noemi@science.unideb.hu

A földtani képződmények, talajok és kőzetek környezetünk meghatározó részei. Kémiai és egyéb átalakulásaik fontos szerepet játszanak életünk minőségében, a természetes és antropogén folyamatok hosszan tartó hatást fejthetnek ki. Annak érdekében, hogy ezek a hatások kedvezőek, vagy legalábbis semlegesek legyenek, a földtani képződmények és a különböző anyagok kölcsönhatásainak ismerete szükséges. Ezen kölcsönhatások egyik csoportja a talajok és a kőzetek felületi kölcsönhatásai. Ezek a határfelületi reakciók nem változtatják meg számottevő mértékben a talajok és kőzetek szerkezetét, azonban első lépését jelentik minden további kémiai és egyéb átalakulásnak. Fontos tehát megértenünk ezeknek a folyamatoknak a természetét.

A talajok és a kőzetek sokféle anyagot adszorbeálhatnak és/vagy abszorbeálhatnak a környezetből. A szorpció mechanizmusát és erősségét, valamint a szorpció következtében bekövetkező kémiai átalakulásokat a kristályszerkezet, a határfelületi erők, a földtani környezet és az ezek együttes hatásaként kialakult kémiai formák befolyásolják. A kölcsönhatások igen bonyolultak, hiszen a talajok és kőzetek is sokféle anyagból állnak, de a földtani környezet is összetett. A talajvíz, az oldott ásványi és egyéb komponensek, a pH, a redoxviszonyok, gázok, komplexképzők, szerves anyagok, élő szervezete, stb. szintén hatással lehetnek a határfelületi folyamatokra.

Előadásunkban a talajok/kőzetek és vizes elektrolitoldatok jellemző határfelületi folyamatait értelmezzük. Ezek korrekt leírása megkívánja a szilárd és oldat fázisok, valamint a határfelület tulajdonságainak, illetve azok egymásra hatásának ismeretét, melyet néhány fémion esetén példákkal szemléltetünk.

### **Köszönetnyilvánítás**

A prezentáció elkészítését a TÁMOP 4.2.1./B-09/1/KONV-2010-0007 számú projekt támogatta. A projekt az Új Magyarország Fejlesztési Terven keresztül az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap és az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

### **Irodalom**

Nagy, N. M, Kónya, J., 2009. Interfacial Chemistry of Rocks and Soils, Taylor and Francis-CRC Press, Boca Raton, USA.

## KÖRNYEZETÜNK URÁNTERHELÉSE

**Vágó Imre<sup>1,\*</sup>, Sipos Marianna<sup>1</sup>, Tolner László<sup>2</sup> és Ewald Schnug<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Debreceni Egyetem, AGTC MÉK, Agrokémiai és Talajtani Intézet, Debrecen

<sup>2</sup> Szent István Egyetem, Környezettudományi Intézet, Gödöllő

<sup>3</sup> Julius-Kühn-Institut, Institut für Pflanzenbau und Bodenkunde, Braunschweig, NSZK

\* E-mail: vago@agr.unideb.hu

### Bevezetés és célkitűzések

Az urán (U) a természetben előforduló nehézfém, amely a biológiai szervezeteket mind sugárhatása révén, mind kémiai toxicitásával súlyosan károsíthatja. A természetes urán 99,3% <sup>238</sup>U és csak 0,7% <sup>235</sup>U izotópot tartalmaz. Magfisszió útján energetikai és hadászati célokra a <sup>235</sup>U használható, de ehhez dúsítani szükséges. A melléktermékként visszamaradt „elszegényített urán” sugárzása elhanyagolható, kiemelkedően nagy (19,1 g cm<sup>-3</sup>) sűrűsége miatt páncéltörő lövedékekben használják. Az USA a balkáni háborúban sok ilyen muníciót felhasznált, melynek következtében a környezetbe jelentős mennyiségű, kémiai toxikus U került. Ennek eredményeként jutott az U a környezatkémiai kutatások látóterébe. Előadásunk célja rámutatni, hogy a környezetünket terhelő urán főként milyen forrásokból származik.

### Megvitatás és következtetések

Környezetünk uránterhelésének forrásai alapvetően két fontosabb csoportba sorolhatóak: a *természetes* eredetű urán előfordulások (a litoszféra alapközeinek mállása, urántartalmú üledékek képződése, hidrotermikus kiválások) és az *antropogén* eredetű szennyezések (uránbányászat és ércfeldolgozás, dúsítás, üveg- és kerámiaszínezés, nukleáris erőművek és fegyverek). A növények tápanyagellátására használt foszforműtrágyák is tartalmaznak uránt, melynek mennyisége elsősorban attól függ, hogy eruptív vagy szedimentációs nyersfoszfát volt-e a nyersanyaga (Kratz és Schnug, 2006). Annak eldöntésére, hogy a kettő közül melyik a döntő tényező, az NSZK talajainak két rétegében (0-25 és 25-50 cm) hasonlítottuk össze az urántartalmat. Az elemzéshez nyomás alatti királyvizes „feltárás” után induktív csatolású kvadrupol-plazma-tömegspektrométert használtunk. Az adatok statisztikai kiértékelésére Tolner programját használtuk. Összefoglalóan megállapíthatjuk, hogy környezetünk állapotának megítélésénél az urán kémiai toxicitását nem hanyagolhatjuk el. Bár az urán előfordulását *alapvetően a természeti tényezők* (alapközet, mállási folyamatok, talajtípus, klímáparaméterek) határozzák meg, azt az antropogén hatások (uránipar, foszforműtrágyák) is befolyásolják. Fokozott uránterheléssel főleg ott kell számolni, ahol szedimentációs nyersfoszfátból készült foszforműtrágyát használnak. Magyarországon a környezet uránterhelésének vizsgálatára eddig csak szórványosan került sor. A pontosabb állapotfelméréshez és kockázatelemzéshez javasoljuk a vizsgálatok átfogó elvégzését.

### Köszönetnyilvánítás

A kutatómunkánkat a Deutscher Akademischer Austausch Dienst (DAAD) támogatta.

### Irodalom

Aydinalp, C., Füleky, Gy., Tolner, L., 2010: The Comparison Study of Some Selected Heavy Metals in the Irrigated and Non-Irrigated Agricultural Soils.

Bulgarian Journal of Agricultural Science, **16**: 754-768.

Kratz, S., Schnug, E., 2006. Rock phosphates and P fertilizers as sources of U contamination in agricultural soils. In: Merkel, B.J. & Hasche-Berger, A. (eds.) Uranium in the environment: mining impact and consequences. Berlin, 57-67.

## **LÉGKÖR ÉS KLÍMAVÁLTOZÁS KAPCSOLATA GEOKÉMIAI REKORDOK ALAPJÁN**

**Demény Attila**

MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont,  
Földtani és Geokémiai Intézet, Budapest

E-mail: demeny.attila@csfk.mta.hu

Az előadás a földtörténeti léptékben mutatja be a múltban lejátszódott klímaváltozások és a légkör összetételének kapcsolatát geokémiai adatok alapján. Hogyan változott a légkör széndioxid-koncentrációja? Hogyan tudjuk meghatározni vagy megbecsülni a múltbeli légkörösszetételt? Hogyan jelennek meg a földtörténet során lejátszódott klímaváltozások a geológiai-geokémiai rekordokban, adathalmazokban? Mik lehettek a klímaváltozásokat befolyásoló tényezők a geokémiai adatok alapján? Milyen kapcsolat jelenik meg a légkör összetétele és az éghajlati körülmények között? Az előadás ezekre a főbb kérdésekre mutat be esettanulmányokat, szakirodalmi szemelvényeket.

## MEZŐGAZDASÁGI TALAJOK HOZZÁJÁRULÁSA AZ ÜVEGHÁZ HATÁSÚ GÁZOK EMISSZIÓJÁHOZ

**Heltai György<sup>1,\*</sup>, Anton Attila<sup>2</sup>, Hoffman Sándor<sup>3</sup>, Szili-Kovács Tibor<sup>2</sup>,  
Kristóf Krisztina<sup>1</sup>, Kampfl Györgyi<sup>1</sup>, Gyarmati Bernadett<sup>1</sup>,  
Molnár Erik<sup>1</sup> és Bálint Ágnes<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Szent István Egyetem, Gödöllő

<sup>2</sup> MTA Agrártudományi Kutatóközpont Talajtani és Agrokémiai Intézet, Budapest

<sup>3</sup> Pannon Egyetem, Veszprém

\* E-mail: [heltai.gyorgy@mkk.szie.hu](mailto:heltai.gyorgy@mkk.szie.hu)

A üvegház hatású gázok (CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, CH<sub>4</sub>) légköri koncentrációjának növekedésében a globális felmérések jelentős tényezőként számolnak a mezőgazdasági talajokból származó gázemisszióval. Ugyanakkor azonban a különböző mérési technikákon és modellszámításokon alapuló talajeredetű emisszióbecslések rendkívül nagy különbségeket mutatnak. Különösen nagy térbeli és időbeli variabilitást mutatnak a nitrogén-oxidok emissziójának becsült értékei, mivel a képződésükért felelős mikrobiológiai folyamatokat nagymértékben befolyásolják a talaj biogeokémiai és fizikai tulajdonságai (mikroba fajösszetétel, talaj textúra, talajnedvesség-állapot, pH, redoxi-potenciál, tápanyag-állapot) és a mezőgazdasági talajhasználat (művelési mód, szerves- és ásványi trágyák alkalmazása, öntözés, talajtömörödés, növénykultúra, vetés, betakarítás). A különböző monitorozó rendszereket és leltározási modelleket mindeddig légkörkémiailag szempontok szerint fejlesztették ki és a nemzetközi szakirodalomban is viszonylag kevés az olyan adat, amely az üvegház hatású gázok képződését és emisszióját a mezőgazdasági talajokban az ökológiai és agrotechnikai összefüggésekben értékeli. Ezen előzményeket figyelembe véve a SZIE, a PE és az MTA TAKI kutatócsoportjai mintegy tíz éve folytatnak kutatási együttműködést, amelynek fő célja olyan kísérleti rendszer kidolgozása, amely lehetővé teszi hazai ökológiai viszonyaink között a mezőgazdasági talajokban az üvegház hatású gázok képződése és a növényi tápanyag ellátás közötti összefüggések feltárását. Rendszerünket egy trágyázási tartamkísérletre építettük. Kiválasztott kezelésekből vett talajokkal nagyméretű tenyészedényekben a talajban 20 cm mélységben elhelyezett gázcsapdákból vett mintákból mértük a CO<sub>2</sub> és N<sub>2</sub>O gázok képződését a tenyészidő alatt. A szegélyparcellákból kiemelt bolygatatlan talajoszlopokban tanulmányoztuk a CO<sub>2</sub> és N<sub>2</sub>O gázok képződését 20 cm, 40 cm és 60 cm mélységben és a kilépését a felszínen. Laboratóriumi mikrokozmosz kísérletekkel értelmeztük a gázprodukciónak befolyásoló környezeti és mikrobiológiai hatásokat. A gázprodukciónak megfelelő analitikai módszereket fejlesztettünk ki, illetve validáltunk. A CO<sub>2</sub>-t és az N<sub>2</sub>O-t gázkromatográfiásan mértük, az NO<sub>x</sub>-t kemilumineszcenciásan detektáltuk mikrokozmosz-gáztérből vett mintákban. A tenyészedény- és a talajoszlop kísérletben összefüggéseket tártunk fel az N<sub>2</sub>O és CO<sub>2</sub> produkció szezonális dinamikája és a különböző tápanyagellátási módok, továbbá a környezeti és mikrobiológiai tényezők között. Létrehoztunk egy olyan adatbázist, amely megfelelő alapot képez az emissziós becslési modellek mezőgazdasági talajokra történő alkalmazására.

## A LÉGKÖRI AEROSZOL KAPCSOLATA A VÁROSI ÉGHAJLATTAL ÉS A LEVEGŐMINŐSÉGGEL

**Németh Zoltán<sup>\*</sup>, Borsós Tibor és Salma Imre**

ELTE Kémiai Intézet, Budapest

<sup>\*</sup> E-mail: nemeth.z.a@gmail.com

### **Bevezetés és célkitűzések**

Ultrafinom aeroszolok részecskék ( $d < 100$  nm) nukleációval és közvetlen emisszióval kerülnek a levegőbe. Kutatásuk éghajlati és egészségügyi tulajdonságaik miatt kiemelten fontos. Az aeroszol részecskék a felhőkondenzációs magvakon keresztül befolyásolják a planetáris albedót, a felhők élettartamát és így a Föld energiamérlegét. Ugyanakkor a légzőszervek védekező mechanizmusai nincsenek felkészülve rendkívül nagyszámú, idegen anyagszemcse eltávolítására. A legkisebb részecskék átjuthatnak a sejtmembránon is, bekerülhetnek a vérkeringésbe, amely egyrészt elszállítja őket szervezetünk más részeibe, másrészt a vér egyes tulajdonságait (pl. alvadékonyságát) megváltoztatják. Kutatómunkánk során célul tűztük ki az ultrafinom aeroszol tulajdonságainak felderítését és a légköri nukleáció vizsgálatát Budapest négy különböző környezetében.

### **Módszerek**

Az aeroszol részecskék számának méreteloszlását differenciális mobilitás részecske szeparátorral (Differential Mobility Particle Sizer) mértük a 6–1000 nm átmérőtartományban. A rendszerrel kb. 10 perces időfelbontással regisztráljuk a méreteloszlásokat 30 csatornában. Folyamatos méréseket végeztünk Budapest négy eltérő környezetében: városi háttérben (KFKI Telephely) 2 hónapot, nyílt belvárosi környezetben (ELTE Lágymányosi Campus) 1 évet, utcakanyonban (ELTE, Rákóczi út 5.) 2 hónapot és közlekedési mikrokörnyezetben (Várhegy-alagút) 2 hetet mértünk.

### **Eredmények**

Az ultrafinom részecskék medián napi koncentrációja a városi háttérben, belvárosban, utcakanyonban és az Alagútban rendre 3.600, 10.200, 22.000 és 134.000  $\text{cm}^{-3}$ , az ultrafinom-járulék a teljes koncentrációhoz a szórással rendre  $(77 \pm 9)\%$ ,  $(79 \pm 6)\%$ ,  $(85 \pm 3)\%$  és  $(85 \pm 2)\%$ . Belvárosi forgalmas utak mentén a napi medián koncentráció hatszorosa, a Várhegy-alagútban több, mint harmincszorosa a városi háttérnek. Az ultrafinom részecskék átlagos járuléka a teljes koncentrációhoz lényegében állandó a különböző környezetekben. Nyílt belvárosi területen a napok 27%-ában történt nukleáció éves skálán. A nukleációs gyakoriságnak télen minimuma volt (7,3%), míg tavasszal elérte a 44%-ot. Az utcakanyonban a szennyezettebb környezet miatt kevesebb, a városi háttérben a kevésbé szennyezett környezet miatt több nukleáció történt a nyílt belvárosi területhez viszonyítva.

### **Köszönetnyilvánítás**

A kutatást az Országos Tudományos Kutatási Alap támogatta a K84091 szerződés alapján.

### **Irodalom**

Salma, I., Borsós, T., Weidinger, T., Aalto, P., Hussein, T., Dal Maso, M., Kulmala, M.,  
2011. Production, growth and properties of ultrafine atmospheric aerosol particles in an urban environment. Atmos. Chem. Phys. 11, 1339–1353.

## A PM<sub>2.5</sub> MÉRETFRAKCIÓJÚ AEROSZOL ÖSSZETEVŐINEK ÉVSZAKOS VÁLTOZÁSA BUDAPESTEN

**Szigeti Tamás<sup>1,\*</sup>, Mihucz Viktor Gábor<sup>1</sup>, Mihály Óvári<sup>1</sup>, Czégény Zsuzsanna<sup>2</sup>,  
Bozi János<sup>2</sup>, Blaszó Marianne<sup>2</sup> és Záray Gyula<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> ELTE Kémiai Intézet, Budapest

<sup>2</sup> MTA Természettudományi Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Intézet, Budapest

\* E-mail: [tamas.szigeti@yahoo.com](mailto:tamas.szigeti@yahoo.com)

Az aeroszol részecskék a gáznemű szennyezők mellett alapvető szerepet játszanak a városi levegőminőség megítélésében szempontjából. A részecskék fizikai tulajdonságai és kémiai összetétele jelentősen befolyásolja azok környezetre és az emberi szervezetre gyakorolt hatását. Az elmúlt évtizedben végzett kutatások során a 2,5 µm-nél kisebb aerodinamikai átmérővel rendelkező részecskék (PM<sub>2.5</sub>) kerültek előtérbe, mivel számos epidemiológiai tanulmány szoros összefüggést talált ezen részecskék tömegkoncentrációja és bizonyos egészségügyi megbetegedések között.

A PM<sub>2.5</sub> méretfrakció tömegkoncentrációjára vonatkozó célérték bevezetését követően, 2010 júniusától a Közép-Duna-völgyi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőséggel együttműködve Budapest egy forgalmas pontján, a Széna téren, a PM<sub>2.5</sub> méretfrakció havi mintavételezését végezzük nagy térfogatú mintavető segítségével. A mintavételezésnél négy egymást követő munkanapon, folyamatos üzemben, 2880 m<sup>3</sup> levegőt áramoltatunk át a 150 mm átmérőjű kvarcszálalás szűrőkön. Az aeroszol frakció tömegkoncentrációját tömegméréssel határozzuk meg, majd a szűrőket szilíciumnitrid bevonatú szike segítségével több részre vágjuk és az alábbi analitikai kémiai vizsgálatokat végezzük el: (i) induktív csatolású plazma ionforrást alkalmazó, kettős fókuszálású tömegspektrométerrel (Thermo Element 2) az aeroszol frakcióban a Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Pt, Rb, Sb, Sn, Te, Tl, U, V és Zn koncentrációjának a meghatározása a szűrők mikrohullámmal támogatott királyvizes és desztillált vizes extrakcióját követően; (ii) szulfát, nitrát és klorid koncentrációjának meghatározása ionkromatográfiás módszerrel aeroszol frakciók vizes extraktumában; (iii) ammónium ion koncentrációjának mérése spektrofotometriás úton vizes extrakcióval nyert oldatokban; (iv) teljes széntartalom (TC – total carbon) meghatározása C/N analizátorral (Analytik Jena Multi N/C 2100 S) a szűrőkön lévő szilárd mintákból, valamint a vízzeloldható vegyületek teljes széntartalmának mérése mikrohullámmal támogatott vizes extrakcióval nyert oldatokban; (v) szénformák (elemi szén és szerves szén) koncentrációjának meghatározása termogravimetriás módszerrel (TG-MS); (vi) a szerves frakciót alkotó vegyületek azonosítása szilárd mintákból pirólízist követően tömegspektrométerrel kapcsolt gázkromatográfiával.

A PM<sub>2.5</sub> méretfrakció tömegkoncentrációjának csökkenő tendenciája figyelhető meg az elmúlt két év mérései alapján. A PM<sub>2.5</sub> méretfrakció tömegkoncentrációja mellett, a szulfát- és nitrát-ionok tömegkoncentrációjának a PM<sub>2.5</sub> tömegkoncentrációhoz viszonyított aránya, illetve a vízzeloldható szerves szén tömegkoncentrációjának a teljes szén tömegkoncentrációhoz viszonyított aránya is évszakos változást mutat.

## A LÉGKÖR ELEMI KÉMIAI REAKCIÓINAK ÉS FOTOKÉMIAI FOLYAMATAINAK KUTATÁSA

**Dóbe Sándor<sup>1,\*</sup>, Farkas Mária<sup>1</sup>, Imrik Krisztina<sup>1</sup>, Kovács Gergely<sup>1</sup>, Nadasdi Rebeka<sup>1</sup>, Szilágyi István<sup>1</sup>, Vasvári Gábor<sup>1</sup>, Zádor Judit<sup>2</sup> és Zügner Gábor László<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> MTA Természettudományi Kutatóközpont, Budapest

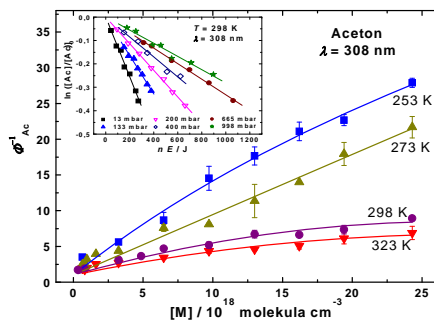
<sup>2</sup> Sandia National Laboratories, Livermore, CA, USA

\* E-mail: dobe@chemres.hu

Napjaink légkörkémiailag kutatásának egyik központi kérdése annak vizsgálata, hogy a világméretű felmelegedésnek milyen hatása van a légkör kémiájára, és a légkör kémiai összetételének megváltozása hogyan hat vissza az éghajlatváltozásra. A légkörben található, kémiailag aktív üvegházhatású gázok éghajlati terhelő hatása összemérhető a széndioxidéval, annak közel 50%-át teszi ki. Közülük az egyik legfontosabb a troposzférában található ózon (a „rossz ózon”), ami a városi szmog egyik összetevője, így az éghajlatváltozás szoros kapcsolatban áll a levegő minőségével is.

Előadásunkban a troposzféra ózon koncentrációjának kialakításában különösen fontos szerepet játszó acetont (1. ábra), és ennek lebomlása során keletkező acetylgyök ( $\text{CH}_3\text{CO}$ ) és acetonylgyök ( $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{CH}_2$ ), kinetikai és fotokémiai kutatásával kapcsolatos eredményeinket mutatjuk be részletesebben, Kovács *et al.* (2007). Egy új, nagyon kis üvegházhatás tényezővel (GWP) rendelkező légkondicionáló anyag, a HFC-161a ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{F}$ ), légköri lebomlására vonatkozó legújabb eredményeinket szintén tárgyaljuk, Zügner *et al.*, (2012).

Reakciókinetikai és fotokémiai alaputatásokat végzünk, de a meghatározott sebességi együtthatók, abszorpciós keresztmetszetek és kvantumhatásfokok gyakorlati felhasználásra is kerülnek: bemenő adatokként szerepelnek a légkör nagy számítógépes modelljeiben. Kísérleteinket speciális reakciókinetikai módszerek alkalmazásával és lézer fotolízissel végezzük.



1. ábra. Az acetont fotobomlási kvantumhatásfoka csökken a hőmérséklettel és ugyancsak csökken a nyomás növelésekor. Ez az eredmény azt jelenti, hogy az acetont fotolízise lényegesen kisebb jelentőségű a légkör kémiájában a korábban feltételezetténél.

### Irodalom

- Nadasdi, R., Kovács, G., Szilágyi, I., Demeter, A., Dóbe, S., Bérces, T., Márta, F., 2007. Exciplex laser photolysis study of acetone with relevance to tropospheric chemistry. *Chem. Phys. Letters*, 440, 31-35.
- Zügner, G.L., Farkas, M., Szilágyi, I., Sarzyński, D., Dóbe, S., Song X., Wang, B., 2012: Experimental and theoretical study on the atmospheric fate of HFC-161 ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{F}$ ) and its degradation intermediate acetyl-fluoride ( $\text{CH}_3\text{C}(\text{O})\text{F}$ ) *Phys. Chem. Chem. Phys.*, (közlésre előkészítve)



## INTERKONVERZIÓS FOLYAMATOK HATÁSA ÜLEPEDŐ POROK KÜLÖNBÖZŐ OXIDÁCIÓS FOKÚ ANTIMONFORMÁINAK KVANTITATÍV MEGHATÁROZÁSÁRA

**Zihné Perényi Katalin<sup>\*</sup>, Velicsányi Péter és Lásztity Alexandra**

<sup>1</sup> Eötvös Loránd Tudományegyetem, Kémiai Intézet, Budapest

<sup>\*</sup> E-mail: perkat@freestart.hu

### **Bevezetés és célkitűzések**

Városi aeroszolban, ülepedő porban az antimon oxidációs állapotának meghatározására gyakran használnak citromsavvas kioldást követően kromatográfiát és atomspektrometriás detektálást, azonban a legtöbb esetben nem bizonyított, hogy a kioldás közben nem változik az antimon oxidációs állapota. Munkánk során citromsavoldattal történő extrakció során vizsgáltuk az Sb oxidációs formáinak egymásba alakulását, vagyis interkonverzióját.

### **Vizsgálati módszer**

A modellként választott ülepedő pormintát 0,5 M citromsavoldattal rázattuk 4 órán keresztül, majd centrifugálást követően az oldatot kelátcsereelő oszlopon pumpáltuk keresztül. Az oszlop töltete tironcsoportokkal funkcionált cellulóz volt, mely az oldat Sb(III)-tartalmát szelektíven megkötö, míg az Sb(V)-forma változatlanul halad át rajta. Az oszlopról lejövő szűrlet és az oszloptöltet sósavas leoldásának elemtartalmát megfelelő kalibrálás mellett grafitkemencés atomabszorpciós spektrometriával határoztuk meg.

### **Eredmények és következtetések**

A kioldási művelet során három szinten végeztünk ellenőrzést Sb(III) vagy Sb(V) ismert mennyiségének visszanyerésével. Ellenőriztük a kioldás és elválasztás eredményeként kapható három mátrixból (extraktum, leoldás és szűrlet) való mérhetőséget, majd vizsgáltuk az extraktum-mátrixszal rövidebb, illetve hosszabb ideig kölcsönhatásban lévő Sb-formák átalakulását.

Az elvégzett mérések eredménye alapján elmondható, hogy –legalábbis az általunk felállított kísérleti körülmények között– az ülepedő por citromsavvas kioldásával keletkező rendszerben a hozzáadott Sb(III) azonnali oxidációja játszódik le, hosszabb kölcsönhatás során már 50%-ban átalakul. A rendszerhez adott Sb(V) oxidációs állapota változatlanul megmarad. Ezzel bizonyítást nyert, hogy a rendszerben 4 óra elteltével mért Sb(III) és Sb(V) közel egyenlő aránya nem reprezentálja a szilárd fázis összetételét. A mintakéval azonos kísérleti körülmények között végrehajtott rázatás során a tisztán citromsavoldatba adalékolt formákkal is ugyanez történik, az Sb(III) részben oxidálódik, az Sb(V) megtartja vegyértékállapotát.

Specieszeloszlási számítást is végeztünk a fellelhető stabilitási állandók felhasználásával annak megállapítására, hogy az antimon vegyértékállapota változhat-e citromsavvas közegben, vagyis stabilizálódik-e benne valamely oxidációs forma. Az elméleti megközelítésből arra lehet következtetni, hogy a citromsav a kioldás pH-ján egyik oxidációs formát sem stabilizálja a vizes rendszerhez képest, így a vizes oldatban termodinamikailag stabilabb forma, az Sb(V) a preferált.

## BELTÉRI AEROSZOL FORRÁSAI, ELOSZLÁSA ÉS NYELŐI EGY EGYETEMI ELŐADÓTEREMBEN

Kristóf Gergely<sup>1</sup>, Gyöngyösi András Zénó<sup>2</sup>, Borsós Tibor<sup>3</sup>, Dosztály Katinka<sup>3</sup>,  
Söveges Bianka<sup>2</sup>, Péter Norbert<sup>1</sup>, Kertész, Zsófia<sup>4</sup>, Weidinger Tamás<sup>2</sup> és Salma Imre<sup>1,\*</sup>

<sup>1</sup> BME Áramlástan Tanszék, Budapest

<sup>2</sup> ELTE Meteorológiai Tanszék, Budapest

<sup>3</sup> ELTE Kémiai Intézet, Budapest

<sup>4</sup> MTA Atommagkutató Intézet, Debrecen

\* E-mail: salma@chem.elte.hu

### Bevezetés és célkitűzések

Az ELTE Természettudományi Karán a 120 férőhelyes Ortway Rudolf előadóteremben intenzív aeroszol és mikrometeorológiai méréseket végeztünk 2010. április 8–15. között 1) az aeroszol időváltozékonyságának a meghatározása, 2) a részecskék kémiai összetételének megállapítása, és 3) a főbb források és nyelők azonosítása érdekében, valamint 4) a levegőkörnyezet, illetve a rövid idejű egészségügyi hatások jobb megismerése érdekében. Kúpos elemű oszcilláló mikromérleget, elektromos mobilitáson alapuló részecskeszeparátort, kétsugaras NDIR spektrométert, hőmérséklet- és relatív nedvességmérőt, szónikus anemométert, infravörös radiométert és LiCor 840 típusú szén-dioxid és vízgőzmérő műszert alkalmaztunk 1 perces időfelbontással, valamint finom és durva aeroszol mintákat gyűjtöttünk további kémiai analízis céljából. Az előadó teremben kialakuló áramlás tér vizsgálatára és a domináns porforrásból kibocsátott por terjedésének kvalitatív elemzésére időfüggő, háromdimenziós CFD modellt alkalmaztunk.

### Eredmények

A PM<sub>10</sub> méretfrakciójú aeroszol tömeg és a teljes részecskeszám heti medián koncentrációja az előadóteremben rendre 15,4 µg m<sup>-3</sup> és 3,7×10<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> volt. Az értékek jelentősen kisebbek a kültéri koncentrációknál, és a lakásokban előforduló tipikus értékeknél is. Az ultrafinom részecskék átlagos járuléka a teljes részecskeszámhoz 69%, ami lényegesen kisebb a kültéri értékeknél, és „öregedett” aeroszolra utal. Különböző időszakokban (előadások és szünetek alatt) azonban jelentős koncentráció különbségek voltak megfigyelhetők. A PM<sub>10</sub> tömeg fő forrása a kréta használat - különösen a tábla száraz szivaccsal történő törlése -, a hallgatók helyváltoztatása és a takarítás. Közvetlenül a táblatörlés után a tömegkoncentráció rövid időre elérte a 101 µg m<sup>-3</sup> értéket is. A táblatörlés forrásintenzitása 8 és 14 mg min<sup>-1</sup> közötti, tehát igen jelentős, de a forrás csak 1–2 percig aktív. A kréta használat hatását a részecskék kémiai összetétele (például a Ca és S dúsulása a kültéri aeroszolhoz viszonyítva) is megerősítette. A kréta fő összetevője a gipsz. Két típusú, durva részecskét azonosítottunk; az általános beltéri por részecskék tartózkodási ideje a levegőben 35 perc körüli, míg a kréta por részecskék kb. 15 perc tartózkodási idővel jellemezhetőek. Az aeroszol tömegkoncentrációját jelentős térbeli heterogenitás jellemzi, és a krétát intenzív módon használó oktatók expozíciója a legnagyobb. A CO<sub>2</sub> fő forrása az infiltráció (az ajtókon keresztül történő beáramlás) a folyosókról. A szellőztető rendszer képes alacsony koncentrációsintek biztosítására csukott ajtók esetén. Az áramlási teret a szellőztető rendszer légbevezető és elszívási pontjainak hatásán túlmenően, elsődlegesen a humán hőforrások okozta cirkuláció határozza meg, melyet a modellben figyelembe vettünk. A felemelkedő meleg légáramok a hallgatóság felé irányuló légáramokat hoznak létre a padlószint közelében. Ennek hatására a táblánál kibocsátott kréta por a hallgatók irányába terjed. A mérési pontban szimulációval meghatározott por koncentráció felfutás a mérési eredményekkel összevetve elfogadható egyezést mutatott.

# AZ ELSŐ KÖRNYEZETKÉMIAI SZIMPÓZIUM REGISZTRÁLT RÉSZTVEVŐK

Ács Éva

MTA Ökológiai Kutatóközpont, Duna-kutató Intézet  
Jávorka S. u. 14., 2131 Göd

Arany Eszter

SZTE Műszaki és Anyagtudományi Intézet  
Tisza Lajos krt. 103., 6720 Szeged

Bozi János

MTA Természettudományi Kutatóközpont  
Pusztaszeri út 59-67., 1025 Budapest

Czégény Zsuzsanna

MTA Természettudományi Kutatóközpont  
Pusztaszeri út 59-67., 1025 Budapest

Czinkota Imre

SZIE Környezettudományi Intézet, Talajtani és Agrokémiai tanszék  
Páter Károly u. 1., 2100 Gödöllő

Demény Attila

MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont, Földtani és Geokémiai Intézet  
Budaörsi út 45., 1112 Budapest

Dézsi Viktor

OMSZ Levegőtisztaság-védelmi Referencia Központ  
Aga utca 4., 1113 Budapest

Dibó Gábor

ELTE Kémiai Intézet  
Pázmány stny. 1/A, 1117 Budapest

Dóbe Sándor

MTA Természettudományi Kutatóközpont,  
Anyag- és Környezetkémiai Intézet  
Pusztaszeri út 59-67., 1025 Budapest

Dobosy Péter

ELTE Kémiai Intézet  
Pázmány stny. 1/A, 1117 Budapest

Dombi András

SZTE Műszaki és Anyagtudományi Intézet  
Tisza Lajos krt. 103., 6720 Szeged

Eke Zsuzsanna  
ELTE Elvlasztástechnikai Kutató és Oktató Laboratórium  
Pázmány Péter sétány 1/A, 1117 Budapest

Farkas János  
SZTE Műszaki és Anyagtudományi Intézet  
Tisza Lajos krt. 103., 6720 Szeged

Farkas Mária  
MTA Természettudományi Kutatóközpont  
Pusztaszeri út 59-67., 1025 Budapest

Farkas Viktor  
PTE Kémiai Intézet  
Vasvári Pál utca 2., 7622 Pécs

Filep Zoltán  
WESSLING Hungary Kft.  
Fóti út 56., 1047 Budapest

Fodor Péter  
Budapesti Corvinus Egyetem, Élelmiszertudományi Kar  
Villányi út 29-43., 1118 Budapest

Földényi Rita  
PE Környezettudományi Intézet  
Egyetem u. 10., 8200 Veszprém

Füleky György  
SZIE Környezettudományi Intézet, Talajtani és Agrokémiai Tanszék  
Páter Károly u. 1., 2103 Gödöllő

Gombos Erzsébet  
ELTE Kémiai Intézet  
Pázmány stny. 1/A, 1117 Budapest

Grosz Balázs  
ELTE Kémiai Intézet  
Pázmány stny. 1/A, 1117 Budapest

Gyöngyösi András Zénó  
ELTE Meteorológiai Tanszék  
Pázmány stny. 1/A, 1117 Budapest

Halász Gábor  
SZIE Környezettudományi Intézet  
Páter K. u. 1., 2103 Gödöllő

Heltai György  
SZIE Környezettudományi Intézet  
Páter K. u. 1., 2103 Gödöllő

Hernádi Klára  
SZTE Műszaki és Anyagtudományi Intézet  
Tisza Lajos krt. 103., 6720 Szeged

Illés Erzsébet  
SZTE Műszaki és Anyagtudományi Intézet  
Tisza Lajos krt. 103., 6720 Szeged

Jurecska Laura  
ELTE Kémiai Intézet  
Pázmány stny. 1/A, 1117 Budapest

Karácsonyi Éva  
SZTE Műszaki és Anyagtudományi Intézet  
Tisza Lajos krt. 103., 6720 Szeged

Kiss Ibolya  
PTE Kémiai Intézet  
Vasvári Pál utca 2., 7622 Pécs

Kiss Keve T.  
MTA Ökológiai Kutatóközpont, Duna-kutató Intézet  
Jávorka S. u. 14., 2131 Göd

Kmetykó Ákos  
SZTE Műszaki és Anyagtudományi Intézet  
Tisza Lajos krt. 103., 6720 Szeged

Kónya József  
DE Kolloid- és Környezetkémiai Tanszék  
Egyetem tér 1., 4032 Debrecen

Kónya Zoltán  
SZTE Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék  
Rerrich Béla tér 1., 6720 Szeged

Kozma Gábor  
SZTE Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék  
Rerrich Béla tér 1., 6720 Szeged

Kőnigné Péter Anikó  
PTE Kémiai Intézet  
Vasvári Pál utca 2., 7622 Pécs

Kristóf Gergely  
BME Áramlástan Tanszék  
Bertalan Lajos u. 4-6, 1111 Budapest

Kubovics Ferenc  
Labsystem Kft.  
Tahi utca 70/A, 1139 Budapest

Machon Attila  
ELTE Környezettudományi Centrum  
Pázmány Péter sétány 1/A, 1117 Budapest

Madarász Dániel  
SZTE Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék  
Rerrich Béla tér 1., 6720 Szeged

Marton Aurél  
PE Környezettudományi Intézet  
Egyetem u. 10., 8200 Veszprém

Molnár Erik  
SZIE Környezettudományi Intézet  
Páter K. u. 1., 2103 Gödöllő

Nagy Noémi  
DE Kolloid- és Környezatkémiai Tanszék  
Egyetem tér 1., 4032 Debrecen

Németh Zoltán  
ELTE Kémiai Intézet  
Pázmány stny. 1/A, 1117 Budapest

Pap Zsolt  
SZTE Műszaki és Anyagtudományi Intézet  
Tisza Lajos krt. 103., 6720 Szeged

Pernyeszi Tímea  
PTE Kémiai Intézet  
Vasvári Pál utca 2., 7622 Pécs

Pokol György  
BME Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék  
Szt. Gellért tér 4., 1111 Budapest

Rácz László  
Eszterházy Károly Főiskola, Kémiai, Borászati Kémiai és Borászati Tanszék  
Eszterházy tér 1., 3300 Eger

Rádi József  
PE Környezettudományi Intézet  
Egyetem u. 10., 8200 Veszprém

Rétháti Gabriella  
SZIE Környezettudományi Intézet, Talajtani és Agrokémiai Tanszék  
Páter Károly u. 1., 2100 Gödöllő

Réti Balázs  
SZTE Műszaki és Anyagtudományi Intézet  
Tisza Lajos krt. 103., 6720 Szeged

Salma Imre  
ELTE Kémiai Intézet  
Pázmány stny. 1/A, 1117 Budapest

Szántay Csaba, ifj.  
Richter Gedeon Vegyészeti Gyár Rt., Kutatási Analitikai Főosztály,  
Szerkezetkutatási Osztály, Pf. 27, 1475 Budapest

Szépvolgyi János  
MTA Kémiai Kutatóközpont, Anyag- és Környezetkémiai Kutatólaboratórium  
Pusztaszeri út 59-67., 1025 Budapest

Szigeti Tamás  
ELTE Kémiai Intézet  
Pázmány stny. 1/A, 1117 Budapest

Szoboszlai Norbert  
ELTE Kémiai Intézet  
Pázmány stny. 1/A, 1117 Budapest

Tolner László  
SZIE Környezettudományi Intézet, Talajtani és Agrokémiai Tanszék  
Páter Károly u. 1., 2100 Gödöllő

Tóth Bence  
MTA Ökológiai Kutatóközpont, Duna-kutató Intézet  
Jávorka S. u. 14., 2131 Göd

Tóth Zoltán  
PE Környezettudományi Intézet  
Egyetem u. 10., 8200 Veszprém

Vágó Imre  
DE Agrokémiai és Talajtani Intézet  
Böszörményi út 138., 4032 Debrecen

Veréb Gábor  
SZTE Műszaki és Anyagtudományi Intézet  
Tisza Lajos krt. 103., 6720 Szeged

Zihné Perényi Katalin  
ELTE Kémiai Intézet  
Pázmány stny. 1/A, 1117 Budapest

Zsigrainé Vasánits Anikó  
ELTE Kémiai Intézet  
Pázmány stny. 1/A, 1117 Budapest

# AZ ELSŐ KÖRNYEZETKÉMIAI SZIMPÓZIUM TÁMOGATÓK

**SIGMA-ALDRICH**

(<http://www.sigmaaldrich.com/hungary.html>)



## Matrix CRMs

For Environmental Inorganic Trace Analysis

Is your method tested for Matrix robustness?  
Impress your accreditation body by proving it with some of RTCs wide variety of Matrixes.

Product	Description
CLNLOAM6-100g	Clean Loam
CRM049-50g	Sandy Clay Matrix
CRM044-50g	Silty Loam Matrix
CRM046-50g	Clay Soil Matrix
CRM026-50g	Sandy Loam
CRM018-50g	Wet sewage Sludge
CRM029-50g	Dry Sewage Sludge
CRM055-50g	Dry Sewage Sludge, Aqua Regia Digestion
CRM016-50g	Stream bed Sediment, Aqua Regia Digestion

### Trace Metals - Sewage Sludge 4 Product Number: CRM055-50G



\*Increasingly Accreditation bodies ask labs to demonstrate matrix robustness, Method recovery can differ significantly, with efficiencies ranging from 75% on sandy soil to 40% at the same levels on a clay rich soil. RTC has 5 main soil types and can offer all as clean soils\*

Element	Unit	Certified Value	Standard Deviation	Reference Range	Production Range	
Aluminum, Al	mg/kg	14800 ± 2200	220	10000 - 17000	1700 - 23000	
Antimony, Sb	mg/kg	75.3 ± 20.0	220	55.5 - 95.1	17.6 - 138	
Arsenic, As	mg/kg	229 ± 29.7	220	202 - 256	104 - 309	
Barium, Ba	mg/kg	760 ± 242	220	350 - 971	248 - 1080	
Beryllium, Be	mg/kg	107 ± 14.2	220	104 - 179	102 - 201	
Boron, B	mg/kg	110 ± 13.0	220	8.87	100.26 - 110	65.4 - 124
Calcium, Ca	mg/kg	63.0 ± 2.96	214	4.88	59.9 - 66.2	51.3 - 70.1
Calcium, Ca (total)	mg/kg	47000 ± 13000	220	19000 - 23000	22000 - 71600	
Chromium, Cr (total)	mg/kg	289 ± 30.4	214	36.3	259 - 319	198 - 398
Cobalt, Co	mg/kg	97.0 ± 6.23	220	6.82	90.4 - 124	805 - 114
Copper, Cu	mg/kg	492 ± 53.4	214	66.4	420 - 521	328 - 632
Iron, Fe	mg/kg	22000 ± 4300	220	495	19000 - 24000	896 - 31700
Lead, Pb	mg/kg	154 ± 12.4	214	17.2	143 - 166	116 - 191

[sigma-aldrich.com/environmentalmatrix](http://sigma-aldrich.com/environmentalmatrix) for certified values visit [rt-corp.com](http://rt-corp.com)

**SIGMA-ALDRICH**



**Labsystem Kft.**

(<http://www.labsystem.hu/>)



**Egri Korona Borház**

(<http://www.koronaborhaz.hu/>)



# JEGYZETEK