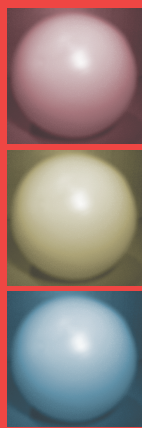


A TARTALOMBÓL:

- Kémiai intuíció
- CREDO: kisszögű röntgenszórásos nagyberendezés
- Szintézisek mikrohullámú technikával
- Peszticidek eltávolítása



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXX. ÉVFOLYAM • 2015. OKTÓBER • ÁRA: 850 FT

FOTÓ: © AGENCIA ID

Égés gátolt polimerek



A lap megjelenését
a Nemzeti Kulturális Alap
támogatja
Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány
a Magyar Tudományos
Akadémia támogatásával
készült

MÉRÉSTECHNIKA & LABORTECHNIKA

PF-12 FOTOMÉTER

VÍZANALITIKA



Újfajta sokoldalúság

- Több mint 100 előre programozott mérési módszer
- Saját módszerek kiterjesztés
- Automatikus hulláshossz-állítás
- Határérték grafikus LCD, magyar segítő menü
- Adattárolás GLP szerint
- USB adatátvitel, frissítés és tápellátás
- Víz- és porvédett, zárt készülék (IP 67)

MACHÉREY-NAGEL

SZÜRŐPAPIROK

SZÜRŐKARTONOK

MEMBRÁNSZÜRŐK

Macherey-Nagel Ömlesztett és tapasztalatra építettek. Csaknem egy évszázada az Önök és a minőség szolgálatában!



MACHÉREY-NAGEL

pH-papírok

tesztcsíkok

a legnagyobb választékban

102 éve stabil minőség!



MACHÉREY-NAGEL

OxiTop® ...az eredeti

BOI mérés

Biogáz mérés

Bonthatóság

O₂-fogyasztás

AEROB és ANAEROB VÍZ- és HULLADÉK MÉRÉSEK



MACHÉREY-NAGEL

Multi Line

Intelligens Digitális Szenzorok

és intelligens multiparámteres műszerek:

Valamennyi szenzor mindegyik csatlakozóba



szimpla multi:

- 1 x O₂
- 1 x Cond
- 1 x Redox
- 1 x ISE
- + hőmérséklet

dupla multi:

- pH + Cond
- pH + O₂
- pH + Cond
- pH + ISE
- O₂ + Cond
- Cond + Cond

tripla multi:

- pH + O₂ + Cond
- pH + 2 x Cond
- pH + Cond + ISE
- pH + ISE + Cond
- 3 x pH, 3x hőmérséklet

A jövő intelligens digitális technika

Multiline® WTW

Szeretne ingyen egy fotométert?

AMIG A KÉSZLET TART!

SEMMI AKADÁLY!

Akcióknak ideje alatt díjmentesen juthat hozzá egy új típusú PF3 okosfotométerhez 2 év garanciával!

A PF-3 okosfotométer ideális műszeres megoldás a helyszíni, üzemi vízminőség ellenőrző mérésekhez, használata nem igényel különösebb képzettséget.

NEMÉRT TERMÉKEK BUDAPESTI FAKTÁRÓRÓL

visicolor® Vízanalitikai tesztkészletek



MACHÉREY-NAGEL

VÍZELEMZÉS visicolor®

SAJÁTKEZÜLEG

EGYSZERŰEN ÉS GYORSAN

Egyszerű Kompakt Megbízható



MACHÉREY-NAGEL

NANOCOLOR®

FOTOMÉTEREK

VÍZANALITIKAI REAGENSZÉKLETEK

UV / VIS VIS 400D & 500D

PF-12 PF-3

ÉRINTŐKÉPERNYŐS TERMOBLOKKOK

REAGENSOLDATOK és REAGENSZÉKLETEK



MACHÉREY-NAGEL

GOLIATH

légtér ellenőrző és veszélyjelző műszer

Az egyszerűen kezelhető megbízható műszer vezárosa

GOLIATH mobil biogáz összetétel mérő

magyar menüvel!



MACHÉREY-NAGEL

Az inoLab® műszer család: pontos, megbízható, biztos

A 7110 sorozat:

Könnyen kezelhető, automatikusan pontos

A 7310-es sorozat:

A megbízhatóan dokumentáló

A 9310-es sorozat:

IDS szenzorokkal a jövő intelligens digitális technika



inoLab® WTW

PROFESSZIONÁLIS TECHNIKA ELÉRHETŐ ÁRON

AKTIVIT Kft.

1145 Budapest, Pétervárad u. 14.
Tel: +36-(1)-470-0125, 221-7865.
Fax: 252-9940, Mail: info@aktivit.hu, web: www.aktivit.hu

Környezetvédelmi műszerek, analitikai eszközök

varioMAX cube

teljesítményben győztes

C N S H

akár 5g bémérés

akár 500 mg N absz

akár 5perc alatt 1 mérés

He helyett olcsóbb Argon gázzal

TOC mérés is

elementar



MACHÉREY-NAGEL

KLÓR, KLÓRDIOXID, ÓZON és PEROXID mérés egyszerűen és gyorsan

Testcsíkok:

- Quantofix klór Sensitive testcsík 0,0-1,0-1,5-3-5-10 mg/l Cl₂
- Quantofix PEROXID 25 testcsík 0,0-0,5-1-2-5-10 mg/l H₂O₂

MN Uzsoda testcsík:

- Cl₂ 0-1-3-5-10 mg/l
- Légszűrő: 3-8-10-150-340 mg/l CaOCl₂ pH: 6,4-6,6-7,2-7,6-8,4

Vizuális gyors tesztek:

- VISOCOLOR ECO klór: 0,1-0,2-0,4-0,6-0,9-1-2-0 mg/l Cl₂
- VISOCOLOR ECO úszó: 0,1-0,2-0,4-0,6-0,9-1-2-0 mg/l
- VISOCOLOR ECO klór: 0,05-0,1-0,2-0,4-0,6-0,9-1-2 mg/l
- VISOCOLOR ECO úszó: 0,05-0,1-0,2-0,4-0,6-0,9-1-2 mg/l

Fotometriás reagenszettek:

- NANOCOLOR klór: 0,05-2-20 mg/l Cl₂
- NANOCOLOR úszó: 0,05-2-20 mg/l H₂O₂
- NANOCOLOR peroxid: 0,05-2-20 mg/l H₂O₂

MACHÉREY-NAGEL

ELEMANALÍZIS FELSŐFOKON

C · H · N · O · S · Cl · TIC · TOC · TN

A MIKRO ANALITIKÁRÓL ... A MAKRO ANALITIKÁIG

Kontrollművek: CE, EMC, DIN, EN, ADAC, ADRG, AACG, FGS, AACS, CGC, ASTM, IUPAC, NIEGAK, LIMS, RPT 11.

ELEMANALIZÁTOROK ÉS TÖMEGSPEKTROMÉTEREK

100% automatizált mérési folyamat

elementar



MACHÉREY-NAGEL

Ritter

PRECÍZIÓS GÁZTERFOGATÓ MÉRŐK ÉS GÁZBALLONOK

Gázterfogatómérők:

- forgódobos
- membrános
- billenőkamrás

1,0 ml/h-tól... 160 000 l/h-ig

Sokféle szerkezeti anyag:

PVC, PP, PVDF, PE, saválló acél, titán

5-rétegű biztonsági GÁZBALLONOK

0,1 - 200 literig



MACHÉREY-NAGEL

Desztilláció, extrakció, termoreakció behr

behretest® univerzális analitikai rendszer Labor - Technik

"NEHEZ" MÉRÉSEK KÖNNYEDÉN

Düsseldorf

KOI

AUTOMATA KOI analízator MSZ ISO 6000 g/mt

15 mg/l-től

AOX

LEPCSŐZETES AUTOMATIZÁLÁS LEHETŐSÉGEVEL

EXTRAKTOROK

Különböző szabványos méreteknek megfelelő, illetve egyedi desztilláló, elválogató, extraháló, feltáró, fokozható, mintavétő, roncsoló, szeparáló, szintifikáló és titrációs berendezések.

KJELDAHL

KÖNYÖZDESZTILLÁLÓK



MACHÉREY-NAGEL

PRONOVA

gázanalizátorok, gáz szenzorok, analízis rendszerek

Asztali- és üzemi BIOGÁZ analízatorok FOSS-TAC titrlók



MACHÉREY-NAGEL

vario TOC cube

110 év tapasztalatának ereje a gyakorlatban!

automata mintavétel folyadék és szilárd mintákhoz

- 0,003 - 60 000 mg/l TOC
- 0,020 - 50 000 mg/l TN
- égetés 900 - 2 000 °C
- zajmentes digitális detektálás
- szelkvívó és hamu leválasztó
- lépcsőzetes kiépíthetőség
- internetes távfelügyelet
- automata kalibráció
- 10 év kemence-garancia

KIMAGASLÓ TELJESÍTMÉNY

AKTIVIT Kft.



MACHÉREY-NAGEL

BIOGÁZ - BIODIESEL előállításához és ellenőrzéséhez analízatorok és mérőeszközök

anaerob gázhozam mérők

biodesel analízatorok

biogáz analízatorok

BOI és KOI mérők

elemanalízatorok

FOS-TAC mérők

foto méterek

gázballonok

gázrak, gázmérők

iszapanalízatorok

pH & multi mérők

pufferkapacitás mérők

száritós mérlegek

automata titrlók

TOC + TN analízatorok

GYORS TESZTEK:

- ammonia, összes-N, foszfát, szerves savak mérése

AKTIVIT Kft.



MACHÉREY-NAGEL

AUTOMATA VÍZMINTAVEVŐ BERENDEZÉSEK ÉS MÉRŐÁLLOMÁSOK

TELEPÍTETT MINTAVEVŐK

HORDOZHATÓ MINTAVEVŐK

EGYEDI KIVITELEK

MÉRŐÁLLOMÁSOK

csatornából nyomott vezetékbeli mélyaknából

- pasztából - iszapból - vízből



MACHÉREY-NAGEL

KERN

SEIT/SINCE 1844

MÉRLEGEK

SÜLYSOROZATOK



MACHÉREY-NAGEL

KÖRNYEZETVÉDELLEM - VÍZANALITIKA



Szerkesztőség:

Felelős szerkesztő: KISS TAMÁS
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:

ANDROSITS BEÁTA, BANAI ENDRE,
JANÁKY CSABA, LENTE GÁBOR,
NAGY GÁBOR, PAP JÓZSEF SÁNDOR,
ZÉKÁNY ANDRÁS

Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:

SZÉPVÖLGYI JÁNOS,
a szerkesztőbizottság elnöke,
[SZEKERES GÁBOR] örökös főszerkesztő,
ANTUS SÁNDOR, BECK MIHÁLY,
BIACS PÉTER, BUZÁS ILONA,
HANCSÓK JENŐ, JANÁKY CSABA,
JUHÁSZ JENŐNÉ, KALÁSZ HUBA,
KEGLEVICH GYÖRGY, KOVÁCS ATTILA,
KÖRTVÉLYESI ZSOLT,
KÖRTVÉLYESSY GYULA,
LIPTAY GYÖRGY, MIZSEY PÉTER,
MÜLLER TIBOR, NEMES ANDRÁS,
RÁCZ LÁSZLÓ, SZABÓ ILONA,
TÖMPE PÉTER, ZÉKÁNY ANDRÁS

Kapják az Egyesület tagjai és a megrendelők

A szerkesztésért felel: KISS TAMÁS

Szerkesztőség: 1015 Budapest, Hattyú u. 16.

Tel.: 36-1-225-8777, 36-1-201-6883

Fax: 36-1-201-8056

Email: mkl@mke.org.hu

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete

Felelős kiadó: ANDROSITS BEÁTA

Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.

Nyomás és kötés: Mester Nyomda

Felelős vezető: ANDERLE LAMBERT

Tel./fax: 36-1-455-5050

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete

Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank

10700024-24764207-51100005 sz.

számlájára „MKL” megjelöléssel

Előfizetési díj egy évre 10 200 Ft

Egy szám ára: 850 Ft. Külföldön terjeszti

a Batthyány Kultur-Press Kft.,

H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6.

1251 Budapest, Postafiók 30.

Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:

SÜLI ERIKA

Magyar Kémikusok Egyesülete,

1015 Budapest, Hattyú u. 16.

Tel.: 36-1-201-6883, fax: 36-1-201-8056,

e-mail: mkl@mke.org.hu

Aktuális számaink tartalma,

az összefoglalók és egyesületi híreink,

illetve archivált számaink honlapunkon

(www.mkl.mke.org.hu) olvashatók

Index: 25 541

HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)

HU ISSN 1588-1199 (online)



Négy év várakozás után, idén augusztus 31. és szeptember 2. között került sor a 2. Nemzeti Vegyészkonferenciára. Vártuk, mert az első konferencia 2011-ben magasra tette a mércét: Kurt Wüthrich Nobel-díjas NMR-spektroszkópust és sok remek előadót hallgathattunk akkor. Vártuk, hiszen remek gondolat, hogy az olimpiákhoz hasonlóan négyévente a magyar kémikusok is teljes díszben vonuljanak fel és legyenek jelen együtt. Ez alkalommal is tartalmaz, újtásokkal teli programon vehettünk részt. A konferencián neves előadóktól 8 plenáris, 22 meghatározó (keynote), valamint a kémia számos területét érintő 5 párhuzamos szekcióban 102 előadás

hangzott el. A szóbeli előadások mellett félszázalánál is több posztert mutattak be, továbbá volt vitafórum a kutatás jelenéről és jövőjéről, ezzel is színesítve a szakmai programot. A mostani konferencia fontos és érdekes színfoltja volt még a „Molekuláris és szerkezeti biológia” szekció, melynek megjelenése világosan mutatja, hogy itthon és világszerte egyre több kémikus kerül a biokémia, a szerkezeti biológia határterületein át az élettudományok vonzáskörébe.

Az örömben némi ürmöm is vegyült azért, hiszen a résztvevők száma alig haladta meg a 200–250 főt, míg a múlt alkalommal 500 vendégnek örülhettünk. Nehéz idők járnak a tudomány finanszírozása terén, mint tudjuk, de talán nem csak ez volt az ok. Több külföldi szakkonferencia is zajlott a programunkkal egy időben és a fiatalok körében sem sikerült kellően népszerűsíteni ezt a konferenciát, pedig bőven lehetett volna Hajdúszoboszlón is újdonságokat tanulni. Jó lenne látni, hogy mint a sportolók az olimpiára, a hazai vegyészek is tolonganak az „összkémiai” összejövetelekre. Ahogy a térszerkezet statikus és dinamikus dualizmusa határozza meg a molekulák tulajdonságait, úgy a vegyész lelke is egyszerre örül annak, amit elért, s közben óvatosan vágyakozik egy (még) szebb jövő felé. Ne búslakodjunk azon, hogy lehettünk volna többen, de tegyünk meg minden tőlünk telhetőt azért, hogy négy év múlva tényleg többen legyünk. Több ember, még több tudás és még több remek kémia. Dolgozzunk közösen azon, hogy négy év múlva még több hallgatóval és doktorandusszal találkozzunk a 3. Nemzeti Vegyészkonferencián.

Perczel András
egyetemi tanár

TARTALOM

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

Keserő György Miklós, Soós Tibor: Intuíció – a korlátok elviselhetetlen szükségessége 306

Bóta Attila, Varga Zoltán, Wacha András: Nanoszerkezetek meghatározásának új hazai lehetőségei a CREDO kisszögű röntgenszórásos nagyberendezéssel 307

Bruckner-termi előadás

Bálint Erika: A mikrohullámú technika alkalmazása foszfororganikus szintézisekben 312

Alapi Tünde, Simon Gergő, Kovács Krisztina: Endokrin hatású fenil-urea peszticidek eltávolítása kiegészítő víztisztítási módszerekkel 315

Takácsné Novák Krisztina: 20 éves az MTA Gyógyszerkémiai és Gyógyszer technológiai Munkabizottsága 319

HAZAI KUTATÓMŰHELYEK BEMUTAKOZÁSA

Kortól függetlenül hasznos lehet, ha megkísérlünk válaszolni az újabb kihívásokra. Beszélgetés **Fogassy Elemér** professzor emeritusszal 323

Csúcstechnológiák – lépésről lépésre. Beszélgetés **Marosi György** professzorral 325

KÖNYVISMERTETÉS

Inzelt György: Tudórsorsok és emlékművek (Hargittai István–Hargittai Magdolna: Budapesti séták a tudomány körül) 329

KITEKINTÉS

Lehet még vulkánkitörés a Kárpát-medencében? 330

VEGYIPAR- ÉS KÉMIATÖRTÉNET

Vegyészkalendárium (Pap József Sándor rovata) 332

Szabó Árpád: Zsigmondy Richárd Adolf (1865–1929) 333

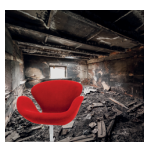
VEGYÉSZLELETEK

Lente Gábor rovata 334

MEGEMLÉKEZÉS

Tömpe Péter: Vámos Éva emlékezete 336

A HÓNAP HÍREI 337



Címnap:
Bútor égésgátolt,
újrahasonított
polimerből
(illusztráció;
az Agencia ID,
Mexikó,
szíveségéből)



Intuíció – a korlátok elviselhetetlen szükségessége

Az intuícióval kapcsolatosan legtöbbször megérzésre vagy éppen jóslási képességre gondolunk, amely ösztönösen és villámgyorsan segít bennünket döntési helyzetekben. Bár a laikusok szemében az intuíciót misztikum övezi, a kognitív pszichológia már sok mindent feltárt a jelenség folyamataival kapcsolatban. Felismerték, hogy ezek a „mélyről jövő”, tudattalan impulzusok valójában korábbi tapasztalatokra épülő mintázatokat aktíválnak.

Az intuíció szerepe máig a természettudomány területén a legszembetűnőbb. Meghatározhat kutatási irányokat, segíthet egy problémakör átfogó megértésében vagy éppen az adatok mögött rejlő szabályszerűségek felismerésében. Ezért olyan fontos az intuíciós készség kialakulásának megértése és használhatóságának, megbízhatóságának feltérképezése a természettudomány területén.

Ez ösztönözte a magyar és osztrák kutatókból álló csoportot, hogy a Brit Királyi Kémiai Társaság vezető folyóiratában megjelent tanulmányukban (Chem. Soc. Rev. 2014, 43, 5387–99.) próbálják feltárni saját kutatási területükön az intuíció szerepét. A szerves kémia fejlődésében az intuíció hatása jól tetten érhető: számos jól ismert vegyület felfedezésében és kémiai elv felismerésében játszott szerepet. A tudományos ismeretek bővülésén túl ezek az eredmények alapvetően járultak hozzá modern világunk kialakulásához: ma már el sem tudjuk képzelni, milyen lehetett korábban az életmentő gyógyszerek, festékek, műtrágyák vagy éppen funkcionális műanyagok nélkül az élet.

A kémiai intuíció nem csupán a nagy felfedezések szükséges kelleke, hanem a napi kutatói tevékenységnek is elengedhetetlen része. Egy, a laboratóriumban felmerülő problémára a gyakorlott vegyész szinte azonnal tud jó választ és megoldást adni: ez is az oka, hogy a vegyészek képesek voltak több millió új vegyületet létrehozni. Ám ha részletesen elemezzük az eddig szintetizált vegyületek körét, jól látszik, hogy az emberiség csupán a töredékét érte el az elvileg elérhető vegyületeknek, ráadásul a vegyészek által előállított vegyületek szerkezeti változatossága nem túl nagy. Ha az intuíció ilyen nagy jelentőséggel

bír a szerves kémiában, felmerül a kérdés: vajon miért csak eddig jutottunk el a lehetséges kémiai szerkezetek terének a feltérképezésében?

Ennek a látszólagos ellentmondásnak a feloldására tettek kísérletet a *Chemical Society Reviews*-ban megjelent cikk szerzői. Először azt vizsgálták, hogy a szintetikus vegyészek körében nagyra értékelt kémiai intuíció mennyire lehet megbízható egyáltalán. A kognitív pszichológia szerint a megbízható, a tudományos kutatásiban is hasznosítható intuíció létrejöttéhez egyszerre kell két feltételnek teljesülnie. Egyrészt, a tapasztalatszerzésnek megfelelően rendezett környezetben kell történnie, hogy a szabályszerűség felismerhető legyen. Másrészt, szükség van arra, hogy gyors és egyértelmű visszajelzést kapjunk a tapasztalatszerzés során, ami tanulási folyamatot és gyakorlatot jelent. Ezen kísérletek eredményei végül a kutatók tudatában sémákat, reprezentációkat hoznak létre, s egy új jelenségkör megértéséhez és megoldásához a kutatók – nem tudatos módon – vagy egy már létező reprezentációt próbálnak, vagy egy létező reprezentáció módosítását kísérelik meg alkalmazni.

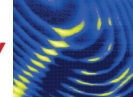
A cikk szerzői ezért elvégezték az elmúlt 240 év szerves kémiai eredményeinek statisztikai elemzését. Az adatok egyértelműen mutatják, hogy a kísérleti körülmények szűk paramétertérben mozognak. Ez azt jelenti, hogy a reakciók hőmérséklete, a reakciókban alkalmazott nyomás, a felhasznált oldószerek típusa és a reakcióidők nagyon szűk intervallumban helyezkednek el. Ez a trend részben várható is volt, mivel a kísérleti körülmények megválasztásában minket körülvevő környezet fizikai sajátossága, valamint az ember életritmusa meghatározó. Nem is az a meglepő az adatok tükrében, hogy az ember még a kémiai kísérletek esetén is nagymértékben idomul az őt körülvevő környezethez, hanem hogy milyen jelentős mértékben. Ez azonban esetünkben igenis előnyös, mert egyértelmű hozadéka, hogy megvannak a hasznos intuíciós készség kialakulásának feltételei. Ugyanis a kémiai kísérleteknél tapasztalt szűk paramétertér rendezett környezetet biztosít, ahol a kémiai reaktivitások szabályszerűsége felismerhető. Más-

részt a viszonylag rövid reakcióidők miatt a kutatók gyors visszajelzést kapnak egy adott anyag kémiai viselkedéséről, ami elősegíti a kémiai sajátosságok és viselkedések elsajátítását, felismerését.

A szűk paramétertér, bár kétségkívül hasznos, mégiscsak csökkenti az elérhető kémiai tér és ezzel a kémiai tudástér nagyságát, amit a szerzők szerint további korlátozó tényezők is befolyásolnak. Ilyenek a tudományos megismerés bevált, rutinszerű módszerei és eszközei, másrészt a korábban megszerzett egyéni tudás, amely nehezíti a kitekintést. Jóllehet a szakértői tudás elengedhetetlen kelleke a tudományos fejlődésnek, sokszor mégis gondolkodási horgonyt, béklyót jelent. További probléma a tudományfinanszírozás jelenlegi támogatási módja: ám ebben az esetben nemcsak forráshiányról van szó. Hanem arról is, hogy a jelenlegi finanszírozási modell a kockázatkerülő, célzott szintetikus kémiai programokat helyezi előtérbe: ez pedig azt jelenti, hogy a tudomány fejlődésében meghatározó szereppel bíró, felfedező jellegű, akár nagy ugrásokat is lehetővé tevő programokat általában nem részesíti előnyben. Ki kell emelni, hogy ez nem csupán a kémia specifikus jellemzője: hasonló korlátozó tényezőket ismertek fel a közelmúltban a biológia területén is. A *Chemical Society Reviews* cikke nemcsak több szempontból nyújt részletes elemzést a kémia területén, hanem fontos előrelépés azért is, mert a kognitív pszichológia eredményei alapján sikerült megérteni az új felfedezések útjában álló korlátok természetét, különösen hangsúlyozva, hogy mekkora korlátot jelenthet maga az emberi gondolkodás.

A szerzők bíznak abban, hogy a szükséges és elkerülhetetlen korlátok ismerete, kialakulásuk és működésük megértése hozzájárulhat, hogy könnyebben tudjuk átlépni őket, utat nyitva ezzel az újabb felfedezésekhez. Meggyőződésük ugyanakkor, hogy a kognitív pszichológia módszereinek további alkalmazása még részletesebb képet ad majd a természettudományos gondolkodás természetéről, s e törvényszerűségek akár a természettudományos képzésbe is beépülhetnek.

Keserű György Miklós–Soós Tibor



Bóta Attila–Varga Zoltán–Wacha András

■ MTA TTK, Anyag- és Környezetkémia Intézet, Biológiai Nanokémia Kutatócsoport

| wacha.andras@ttk.mta.hu

Nanoszerkezetek meghatározásának új hazai lehetőségei a CREDO kisszögű röntgenszórásos nagyberendezéssel

Bevezetés

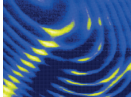
A hétköznapi élet szinte minden területén (híradástechnika, optika, élelmiszer és egészségügy) találkozunk a miniatürizálás termékeivel: a nanorendszerekkel és nanorészecskékkel. A természettudományos kutatásokban is a kis méretekhez köthető tulajdonságok megismerése játszik központi szerepet. A nanorészecskék mérete – legalább két dimenzióban – az 1 és 100 nm közötti tartományba esik. A nanorendszerek ezzel ellentétben összetett, nagyobb kiterjedésű anyagok, amelyek belsejében nanométeres kiterjedésű szerkezeti jellegzetességek (periódusok, inhomogenitások) jelennek meg. Például pórusos hordozók, az aktív szemcsékből álló katalizátorok egy része, talajalkotó agyagásványok vagy optikai elemként is használt rétegrendszerek (tükörök) tartoznak ide. A nanorészecskék és nanorendszerek új típusait kidolgozó és fejlesztő, úgynevezett *nanotechnológiák* e rendszerek szerkezeti és morfológiai leírásának széles eszköztárát használják. A nanotartományban a méret- és morfológiai (alakítási) meghatározás leggyakoribb eszköze az elektronmikroszkóp, amellyel a részecskék és alkotók vetületi felületének képét nyerjük. A felvételek készítésekor általában a nanorészecskék szuszpenzióját kell egy átlátszó hártýára szárítani. Gyakori eset azonban, hogy a részecskék kiszáradva egymáshoz tapadnak, így téves információhoz jutunk. Ezenfelül az elektronmikroszkóp sugara is károsíthatja a mintát. A lágy, szerkezeti alkotóként vizet vagy más oldószert tartalmazó minták tanulmányozása csak különleges módszerekkel (krio- vagy fagyasztvatöréses eljárások közbeiktatásával) történhet. Emellett a képfeldolgozás statisztikai relevanciája mindig megkérdőjelezhető, ugyanis a megfigyelt szubjektív megítélését tartalmazza.

A nanorendszerek méret- és szerkezetmeghatározásának indirekt, szórásos alapuló módszerei az egyedi és képi megjelenítésekkel szemben statisztikailag megbízhatóak, ugyanis az átvilágított minta egészéről adnak információt. Ugyanakkor ahhoz, hogy a szórásos intenzitásból az alkotók képi módszerekkel össze-

vethető dimenzióit kinyerhessük, komplikált transzformációkra van szükség, melyek nagy komplexitású anyagi rendszerek esetében nem alkalmazhatóak.

A felhasznált részecske- (elektron, neutron) vagy fénynyaláb (lézervény, röntgensugár) a részecskékkel vagy a nanorendszer egészével való kölcsönhatás során irányt változtat (szóródik). Ha mérjük a szórt nyaláb intenzitását az eltérülés szögének függvényében, akkor az intenzitás és a részecskeméret közötti összefüggések felhasználásával a nanorészecskék mérete és méreteloszlása határozható meg. A látható fény hullámhosszának tartományába eső (lézervény) fény erre alkalmas, de a méreteloszláson felül egyéb finomszerkezeti információt, a hullámhossz relatíve nagy értéke miatt, nem nyerhetünk. További probléma, hogy a fényszórás tömény, kondenzált rendszerek esetében kivitelezhetetlen. Nagy áthatolóképeségű röntgenfény vagy neutronok alkalmazása további lehetőségeket biztosít [1]. Röntgensugarat vagy neutronnyalábot alkalmazva a megfigyelt röntgen- vagy neutronszórás jellemzően kisszögű szórás, azaz a nyaláb a kis szögek tartományában ($< 10^\circ$) szóródik [2,3]. A kisszögű szórás a nanorészecskék és a nanorendszerek jellemzője, a nanométeres hosszúságú karakterisztikus távolságok – speciális esetekben periódusok – következménye. Kvalitatív magyarázatul a Bragg-egyenlet szolgál ($2d \sin \theta = n\lambda$, ahol λ az alkalmazott sugárzás hullámhossza, d a párhuzamos, egyedi szóróobjektumokból álló, szomszédos (kristály-)síkok távolsága, θ a beeső sugárnyalábnak ezekkel bezárt szöge, n egész szám). Nagyobb periódustávolságok konstruktív interferenciája kisebb szórás szögnek következik be. Nanorészecskék esetében a szórásos intenzitás a szórásos szög függvényében általában monoton lecsengő görbét mutat, amelyből a méreten, méreteloszláson kívül a részecske belső szerkezetére vonatkozó egyéb információkat is nyerhetünk.

A röntgennyaláb szóródása az elektronokon következik be, ezért az mind a kisszögű, mind a nagyszögű tartományban azonos fizikai elvre épül. A kis- és nagyszögű szórás, illetve speciális esetekben diffrakció (speciális területei a pordiffrakció, egy-

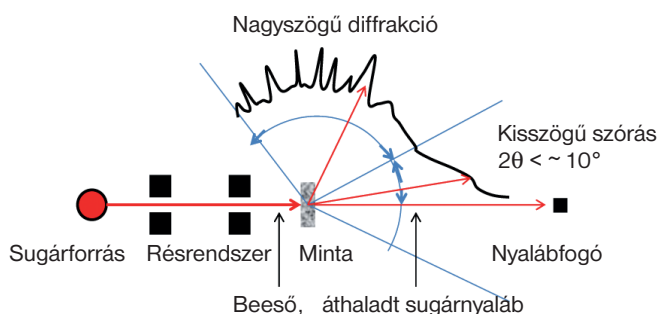


kristály-diffrakció) megkülönböztetése a kivitelezési technikák, az eltérő gyakorlati megoldások alapján vált indokolttá. Magyarországon a kisszögű röntgenszórásos vizsgálatok széleskörűen nem terjedtek el. Ugyan megvan a lehetősége annak, hogy egy elterjedten használt por-diffrakciós berendezést a kis szögek tartományában is használjuk [4]. A megfelelő jel/zaj viszony elérése érdekében azonban az ilyen berendezéseknél a mintára irányuló nyaláb keresztmetszete vékony, de hosszú vonal, ami az ideális, kicsiny méretű, pontszerű nyalábbal mérhető szórási görbéhez képes torzított formát (ún. „elkent” görbét) eredményez. Ezt egy utólagos, matematikailag rosszul kondicionált transzfomációval lehet/kell korrigálni.

A szinkrotronok és nagy intenzitású laboratóriumi sugárforrások (forgóanódos vagy mikrofókuszos röntgengenerátorok) elterjedése, valamint a detektorok fejlesztett típusainak megjelenése a kisszögű szórási technikát előtérbe hozta. Ehhez járult hozzá a nanorendszerekhez kapcsolható mérési igény óriási növekedése. Az MTA Természettudományi Kutatóközpont Biológiai Nanokémia Kutatócsoportjában folyó munkák arra inspiráltak bennünket, hogy egy új, a tudomány mai színvonalát képviselő („state of art”) laboratóriumi nagyberendezést tervezzünk és építsünk fel, amellyel a nanorészecskék és nanorendszerek különböző típusain felül makromolekulás biológiai rendszerek, polimerek kisszögű (és nagyszögű) szórásos vizsgálatát tudjuk elvégezni. A berendezést CREDO-nak (Creative Research Equipment for Diffraction) neveztük el [5]. A következőkben a berendezés tervezésének elveit, a készülék rövid leírását és alkalmazásának lehetőségeit kívánjuk közreadni.

A kisszögű röntgenszórás alapjai

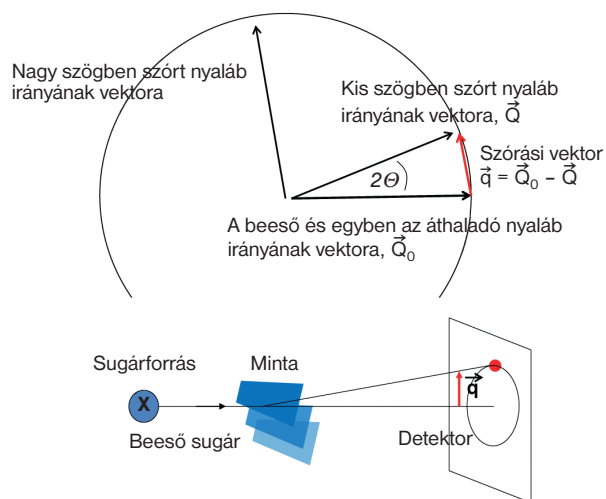
Az ideálisan keskeny és kör keresztmetszetű röntgenyaláb nagy része a megfelelően választott vastagságú mintán irányát megtartva áthalad, más része pedig szóródik. Az 1. ábrán láthatjuk a különböző szórási és diffrakciós technikáknak megfelelő szög-tartományokat.



1. ábra. A szórt röntgenyaláb felosztása a kis- és nagyszögű tartományokra, amelyekre eltérő mérés-technikai megoldások születtek

A röntgenszórás általános elmélete Lauétól származik. Az elmélet alapján a szórt nyaláb – elektromágneses hullám – amplitúdója a szórócentrumok, azaz az elektronok relatív távolságainak függvénye. A szórási amplitúdóról elméleti úton belátható, hogy az elektronsűrűség-függvény Fourier-transzformáltjával azonos. Ennek abszolútérték-négyzete (általában komplex mennyiségről van ugyanis szó) a szórási intenzitás. A térben változó elektronsűrűség-függvény a szóró anyag térformáját rajzolja ki, jellemzi. A minta elektronsűrűség-függvényének meghatározása egyenlő a szerkezet meghatározásával. Ez a szórási kísérlet célja.

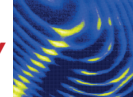
Az elméletből következik, ha egy relatív távolság gyakori – például kristályszerű periodikus ismétlődés van a mintában –, akkor az interferencia-viszonyokat befolyásoló bizonyos szögeknél az intenzitás kimagaslóan nagy értéket mutat, azaz a jól ismert Bragg-egyenletnek megfelelően éles reflexiókat mérhetünk. A periodikus rácsszerkezet az atomi-molekuláris méretskálán gyakori, míg a nagyobb molekulahalmazok, atomcsoportok térbeli elhelyezkedése általában nem rácsszerű, tehát a kisszögű tartományban általában szórási képpel és nem diffrakciós képpel találkozunk. A szórási geometria bemutatását szolgálja a 2. ábra. A mintára irányuló nyalábot, annak irányát illusztrálja a \vec{Q}_0 vek-



2. ábra. A szórási geometria vázlatja, a szórási vektor értelmezése. Mivel \vec{Q}_0 és \vec{Q} vektorok hossza $2\pi/\lambda$, az általuk bezárt 2θ szögű egyenlő szárú háromszögre vonatkozó ismeretek alapján $q \equiv |\vec{q}| = 4\pi \sin \theta/\lambda$. Az ábra alján bemutatunk egy kisszögű mérési elrendezést, amely lényegében az értelmező ábra kinagyított esete

tor. A szórás rugalmas, nem jár energiacserevel, tehát a szórt nyalábot ugyanolyan hosszú irányvektorral, \vec{Q}_0 -val vesszük figyelembe. A szórás adott, 2θ -val jellemzett szögéhez tartozó esetét a vektorok különbsége mutatja, amelyet szórási vektornak hívunk: $\vec{q} \equiv \vec{Q} - \vec{Q}_0$. A ún. hullámszámvektor hosszát $2\pi/\lambda$ -nak választjuk, amellyel a különböző hullámhosszúságú nyalábokkal végzett kísérleteket egységesítjük. A szerkesztési ábra felnagyított változatát testesíti meg a gyakorlati mérési elrendezés (tekintetbe kell vennünk, hogy kis szögek esetében a \vec{q} szórási vektor nagyon jó közelítéssel a röntgensugárra merőlegesen állított detektor síkjába esik).

A minta sokféle lehet. Legyen például multiréteges szerkezetű, amelynek rétegei nagy kiterjedésűek és párhuzamosan állnak. Ebben az esetben a mintától kb. 20 cm távolságban elhelyezett detektoron függőleges irányban, szabályos pontsorozatot mérhetünk, amelyek a Bragg-csúcsoknak felelnek meg. Például az első pont távolsága a detektor közepétől (ahol a szórtatlan, úgynevezett primer nyaláb is áthaladna; megjegyezzük: ez a pont felel meg $q = 0$ -nak) 2 cm. Ebből azonnal adódik q értéke, valamint a Bragg-egyenlet alapján a minta periódusának értéke is ($q = 4\pi \sin \theta/0,154 = 4\pi \cdot \tan(2/2 \cdot 20)/0,154$ ahol $\lambda = 0,154 \text{ nm}$) és ennek megfelelően $d = 2\pi/q = 1,54 \text{ nm}$). A vázolt eset felel meg a kisszögű egykristály-diffrakciónak. Ha gondolatban a multiréteget összetörjük, akkor annak részei a térben – amelyek síkjai ugyanolyan szögben álltak, mint az előző esetben – a detektoron diffrakciós pontok helyett diffrakciós gyűrűt adnak.



A pordiffrakció analógiájára ez felel meg a kisszögű diffrakciónak. Abban az esetben, ha a minta finom szemcséi nem tartalmaznak periódusokat, akkor diffrakciós gyűrűket nem nyerünk, de a szórás kép továbbra is középpontosan szimmetrikus marad, ami a kisszögű szórás gyakori esetét példázza.

A berendezés tervezésének koncepciói és főbb egységei

A kisszögű szórás laboratóriumi mérését világszerte erre a célra kialakított kisszögű berendezésekben – szokásos elnevezéssel ún. kisszögű kamerákban – oldják meg, amelyeknek egyik elterjedt típusa a „Kratky-féle kompakt kamera”; ez kialakítójáról, prof. Otto Kratkyról kapta a nevét. Laboratóriumunkban mi is ilyen berendezést – pontosabban annak saját magunk által továbbfejlesztett változatát – használtunk. Egyedi megoldásokkal a kisszögű szórás és a pordiffrakciót is megmérhetjük egyazon mintáról egyazon berendezésben [4]. A házi berendezés használatá során, valamint több szinkrotron-állomáson telepített kisszögű mérőhelyeken szerzett tapasztalatok alapján olyan mérőberendezést kívántunk létrehozni, amely a lehető legszélesebb szórási szögterületben képes az adatok gyűjtésére. Nagy hangsúlyt fektettünk arra, hogy – a legtöbb esetben gyengén szóró – biológiai eredetű mintákat is tudjunk tanulmányozni. Ennek megfelelően az elérhető legjobb jel/zaj viszonyt nyújtó kétdimenziós, helyfeloldásos detektort szereztük be, amellyel anizotrop szórási képet tudunk rögzíteni. Az egyik irányban kiterjedt méretű (vonalszerű) röntgensugárzás okozta elkenődés elkerüléséért pontfókuszú nyalábot adó röntgenforrást szereztünk be. A kis- és a nagyszögű szórási tartomány átfedése és minél kisebb szórási szögek elérése érdekében a berendezés fő egységeit – a röntgenforrást, a mintatartó kamrát, valamint a detektort – közös optikai tengelyre terveztük. A mérés körülményeinek a lehető legnagyobb variálási lehetőséget adva a minta elhelyezését vákuumban és atmoszférikus körülményekre is megoldottuk. A mintatartók változatosak: szilárd anyagok és folyadékok egyaránt mérhetőek, valamint egyszerre több minta is elhelyezhető. A mintatér termosztálható, a minta mágneses térbe helyezhető és *in situ* nyírási igénybevétel is alkalmazható.

A berendezés fő egységei egy 6095 mm hosszúságú X95 profilú optikai tengelyen vannak elhelyezve, amellyel az egységek relatív távolságának gyors változtatását tudjuk elérni. A párhuzamos és monokromatikus röntgennyalábot egy 30 W teljesítményű Cu-anódú röntgenső biztosítja (GeniX^{3D} Cu ULD, Xenocs SA, Sassenage, France), amely FOX^{3D} parabolikus multirétegű röntgenoptikával van integrálva. A forrásból kijutó nyaláb a kollimációs rendszerbe jut, amely változtatható hosszban összekötött, 3 db egységet tartalmazó, variálható lyukrendszerből (ún. pinhole-ból) áll. A berendezés egyik leglényegesebb eleme és egyben minőségi mutatója a kétdimenziós, CMOS hibrid pixel detektor (Pilatus 300K, Dectris Ltd, Switzerland). A detektor érzékeny felülete 83,8×106,5 mm². A detektor gyakorlatilag zajmentes, lineáris karakterisztikájú és magas (20 bit) dinamikai tartománnyal rendelkezik, pixeljeinek „áthallása” zérus. A mintatartók különböző formája a 21×29×29 cm³ belső méretű mintatartó kamrában helyezhető el. A mintatartó horizontális (35 mm) és vertikális (75 mm) irányban is léptetőmotorral mozgatható, így a szórása – az átvilágító nyaláb méretének megfelelő feloldásban – a nyaláb terjedési irányára merőleges síkban feltérképezhető. A kamra ablakai a szükséges hozzáféréseket (elektromos, hűtő és fűtő folyadékkábelek) biztosítják. A minták több mintahelyes blokkban helyezhetőek el. Az effektív, átvilágított mintatér fogat <1 μL,

de a pozícionálás miatt gyakorlatban ennél általában kicsit nagyobb térfogatú mintákra van szükség. Adott esetben, ha a minta mérésére atmoszférikus körülmények között kell, hogy sorra kerüljön, a minta vákuumkamrája eltávolítható, és a minta után következő vákuumcsövet vákuumfóliával fedjük le. A berendezés fényképét a 3. ábrán mutatjuk be.

A berendezés szoftvere és adatgyűjtő rendszere

A berendezés mérésvezérlő, adatgyűjtő és -feldolgozó szoftverrendszere (SAXSCtrl) Python nyelven, Linux operációs rendszer alá íródott. Ez a felhasználóbarátság igényével írt grafikus felület a berendezés minden egységének beállítását, helyzetének mindenkor kontrollját biztosítja. A detektált szórási képet a detektor saját camserver szoftvere írja a Nemzetközi Kristallográfiai



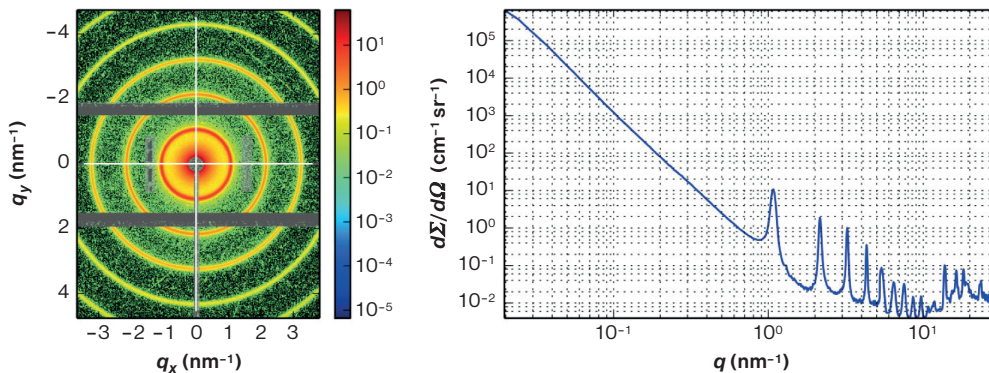
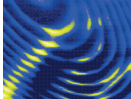
3. ábra. A CREDO berendezés fényképe

Unió (International Union of Crystallography, IUCr) által hivatalosan elfogadott CBF (Crystallographic Binary Format) file-formátumba. A szükséges kalibrációkat, korrekciókat, transzformációkat a mérőprogram a szórás kép rögzítését követően egy standard algoritmus szerint azonnal elvégzi. Az intenzitás adatok ún. abszolút egységekre (abszolút szórási hatáskeresztmetszet, 1/(cm×sterad)) kerülnek átszámításra egy 1 mm vastagságú amorf szén – mint összehasonlító referenciaminta – szórásának mérése alapján. Az abszcissa tengely kalibrációja (azaz a detektor pixeljeinek a szórás változóra történő átszámítása) egy definiált periódusú minta (ezüst-behenát) mérése által történik. A teljes mértékben korrigált kétdimenziós képeket NPZ file-formátumban, illetve szabványos NeXuS file-ként is eltároljuk.

Reprezentatív eredmények

Ezüst-behenát porminta

A következőkben a CREDO készülékkel mért néhány reprezentatív mérési eredményünket mutatjuk be. Az ezüst-behenát (az ezüst 22 szénatomszámú zsírsavval, a behénsavval alkotott sója) világszerte sok kisszögű berendezésnél szolgál kalibrációs anyagként, mi is ezt használjuk. Szórása jól példázza az elméleti bevezetőben leírtakat, azaz összetett, benne a kisszögű szórás és diffrakció, valamint a nagyszögű diffrakció is előfordul (4. ábra). A felvételek három minta-detektor távolságnál (1578,3, 454,6, 72,6 mm) készültek, amelyek rendre az ún. ultrakisszögű, kisszögű és nagyszögű szórási tartományoknak felelnek meg. Az így nyert részgörbék összeillesztése által a szórásos/diffrakciós mérések gyakorlatában szokatlanul széles távolságtartományt ($q_{\min} \sim 0,019$, $q_{\max} \sim 29,87$ 1/nm) tudunk elérni, amely a Bragg-reprezentáció alapján jellemezve 320,2–0,21 nm periódustávolságtartománynak felel meg. Az intenzitás több mint 8 nagyság-



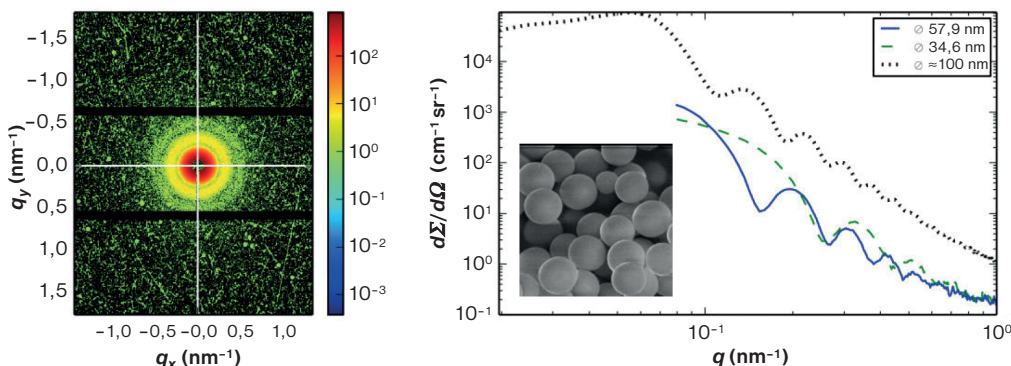
4. ábra. Az ezüst-behenát (Ag-beh) porának szórása és diffrakciója a CREDO berendezés teljes szórási tartományának felhasználásával. A kisszögű szórás és diffrakció, valamint a pordiffrakció jelenségei együttesen megfigyelhetők. A bal oldali kép mutatja a kétdimenziós szórási és diffrakciós képet, amit kisszögű szórási tartomány felvételére szolgáló szokásos geometriai elrendezés esetén a detektoron közvetlenül megfigyelhetünk. A jobb oldali ábrán a detektor sugárirányú intenzitás-lefutása, a szórási/diffrakciós görbe látható

rendet változik. Az ezüst-behenát szórása példája a hierarchikus felépítésű kolloidrendszerek szórásának, amelyben a kisszögű szórás és diffrakció átlapolódik az atomi felépítésű struktúrából eredő nagyszögű diffrakcióval. Az átfedés jellege, mértéke az aktuális minta sajátosságaitól függ. Közelebbről szemügyre véve a szórási görbét, azt látjuk, hogy az ezüst-behenát nm-es dimenziójú rétegszerkezetéből eredő Bragg-reflexiók egy folytonosan csökkenő „alaponal” ülnek. Ez az „alaponal” a polidiszperz Ag-behenát kristallitok kisszögű szórása, demonstrálva a kisszögű szórás és diffrakció együttes előfordulását. A kisszögű görbe kezdeti tartományának ismerete a kristallitok méreteloszlásának meghatározását biztosítja. Ilyen esetekben van szükség az ún. ultrakisszögű szórás (ultra small angle X-ray scattering, USAXS) mérésére. A CREDO berendezés optikai és kollimációs rendszere laboratóriumi berendezésnél szokatlan ultrakisszögű tartomány, a kb. $q < 0,06$ 1/nm tartományba eső szórás mérését is lehetővé teszi. A kisszögű tartomány hozzávetőlegesen a $q = 10$ 1/nm szórásváltozó értékéig tart, ezalatt a periodikus Bragg-reflexiók tíz (!) rendje figyelhető meg. A $q > 10$ 1/nm szórásváltozó-tartományban további Bragg-csúcsok jelennek meg, amelyek az ezüst-behenát só atomi szerkezetének következményei.

Szilika-nanorészecskék szuszpenziója

A gömb alakú szilikarészecskék a nanotechnológia tipikus és jól ismert anyagai, amelyek széles körű felhasználást nyertek, és

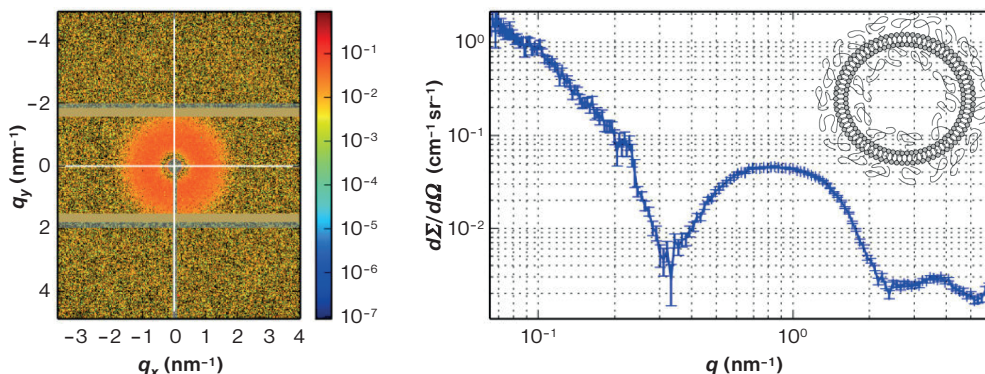
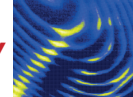
5. ábra. A szilikarészecskék etanolos fázisban készített szuszpenziójának kisszögű szórása. Az ábrán Hartlen és munkatársainak módszere alapján, két méretosztályban szintetizált részecskék szórását mutatjuk be. Vegyük észre, hogy a nagyobb méretű részecskék szórásgörbéje hasonló alakot mutat, mint a kisebb méretűé, de a kisebb szórási változók tartományába van eltolódva. Egy másik fajta szilika (Klebosol) töményebb szuszpenziójában az aggregátumok kimutatására, az ultrakisszögű tartomány mérése vált szükségessé, amelyben az első púp a részecskék aggregációjának következményét, a korrelációs csúcsot (a szomszédos részecskék párkorrelációját) mutatja



már az élelmiszerekben, gyógyszerkészítményekben is megjelennek. Rögzített körülmények mellett előállított formáik sok mérési módszer számára méret-standardként is szolgálnak [6]. Az 5. ábrán szemügyre vehetjük a szabályos gömbszerű alakzatok tipikus kisszögű szórását. A minták méreteloszlása szűk, ezért a szórási görbékben a monoton lecsengő görbén több lokális maximum figyelhető meg, amelyek a gömb alakú objektumok szórásának jellegzetességei.

Sztérikusan stabilizált vezikulák

A sztérikusan stabilizált vezikulák polimer héjat tartalmazó unilamellás liposzómák, amelyek hatóanyag szállítására alkalmas nanohordozóként orvosi felhasználást nyertek [7]. E rendszerek kisszögű röntgenszórással való mérése – különösen a felhasználásnak megfelelő koncentrációban és közegben – nagy kihívást jelent. Hagyományos laboratóriumi kisszögű röntgenberendezésben mérésük nem oldható meg. A CREDO berendezés által nyert szórási görbét az 6. ábrán mutatjuk be. A bemutatott szórási görbe a polimer láncsal dekorált lipid kettősréteg radiális irányú elektronsűrűségének a meghatározását teszi lehetővé, amellyel a sztérikus stabilizálás szerkezeti részletei tárhatók fel. A bemutatott eset vezikulás rendszerek és ezen túl a sejtmembrán-kutatás kisszögű röntgenszóráshoz köthető lehetőségeit villantja fel, egyben a CREDO berendezés ún. lágy anyagok, polimer rendszerek tanulmányozásában rejlő lehetőségeit mutatja.



6. ábra. A hidratált, szterikusan stabilizált vezikula 1 tömegszázalékos rendszerének kisszögű szórása. A szórási intenzitás a gömbhéj-rendszer formafaktorának négyzete. Utóbbi a polimer láncsal dekorált, gömbhéj formájú lipid kettősréteg radiális irányú elektronsűrűségének Fourier-transzformáltja. Az ábrán bemutatott részlet a kettősréteg belső szerkezetével van kapcsolatban

Oldatfázisú fehérjék

A BSA (bovine serum albumine) mérése kapcsán a fehérjék oldatfázisú mérésének lehetőségét demonstráljuk. A fehérjék nagy része – különösen a membránfehérjék – nem kristályosítható, ezért a fehérjekristallográfia atomi pontossága helyett az ennél kisebb feloldású kisszögű szórástechnika adta lehetőségeket kell kihasználni. Az ún. durvaszemcsés modellezés keretein belül lehetőség van a fehérjék kisszögű szórásgörbéjének értelmezésére, a szórásgörbe illesztése alapján az oldatbeli átlagos fehérjealak meghatározására. A fehérjék kisszögű szórásgörbéje alapján a fehérjék átlagos méretének jellemzését az ún. girációs (forgási ekvivalens) sugárral adják meg, amely tetszőleges alakra meghatározható. A szórásgörbe egészének figyelembevételével az előbb említett durvaszemcsés modellel a fehérje alakját gömbökből – mint fiktív szerkezeti egységekből – rakják ki. A 7. ábrán láthatjuk, hogy a BSA minta szórása gyenge, ezért különösen fontos a feloldás növelése érdekében, hogy a nagyobb szórási változó tartományában is tolerálható mértékű hibával történjen a mérés. A CREDO berendezés detektorának érzékenysége, nulla zaja ezt a feltételt biztosítja, de a rendelkezésre álló sugárforrás intenzitása nem vezet észszerű időkorlátokon belüli kisebb mérési hibához. Ilyen esetekben már szinkrotron-forráshoz kell fordulnunk.

Összefoglalás

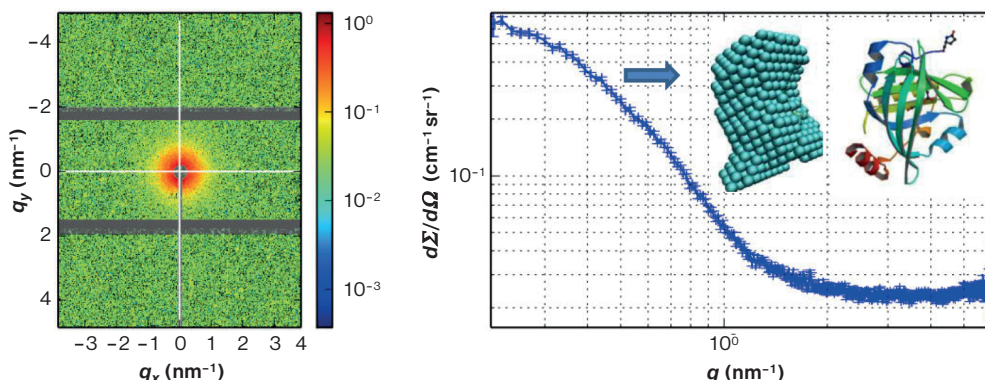
A CREDO laboratóriumi nagyberendezés széles mérettartományban biztosítja a különböző anyagi rendszerek – ezek között is kiemelkedő módon a nanorendszerek – szerkezetvizsgálatát. A bemutatott példákon kívül számos, a gyakorlati élet számára fontos anyag jellemzésében szolgálhat hasznos információkkal. Elsőként említhetjük a különböző gyógyszer- és kozmetikai készítmények vizsgálatát. Ki kell emelnünk azt a tényt, hogy a berendezés által szolgáltatott adatok minősége megközelíti a szinkrotronok mérőállomásainál nyerhetőét. Ennek következtében olyan,

kis koncentrációjú vizes oldatok és általában gyengén szóró rendszerek is mérhetők, amelyek mérés laboratóriumi berendezésekben korábban kivitelezhetetlen volt. A CREDO berendezés az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont és az MTA Energia Kutatóközpont által közösen üzemeltetett, Budapesti Neutron Centrum kisszögű neutronszórási berendezésével („Yellow Submarine” és FSANS) stratégiai jelentőségű kutatási infrastruktúra-hálózatot (SKI) képez, a HUNSAS-t (Magyar Kisszögű Szórási Módszerek Hálózata). Ennek keretében a mérőeszközökhöz külső felhasználók is hozzáférhetnek a <http://credo.ttk.mta.hu> weboldalon leírtaknak megfelelően.

Köszönetnyilvánítás. A berendezés az MTA Természettudományi Kutatóközpontja, valamint a Richter Gedeon Vegyészeti Gyár Nyrt. együttműködésével valósult meg. A szerzők ezúton is köszönetet mondanak különösen Dr. Demeter Ádámnak, Dr. Szombathelyi Zsoltnak és Dr. Thaler Györgynek. A projektet ezenkívül a Nemzeti Innovációs Hivatal által kezelt CNK 81052-es számú OTKA-pályázata, valamint a 1.1.2-07/1-2008-0002 számú Közép-magyarországi Operatív Program (KMOP) pályázat támogatta. A szerzők külön köszönik Pálmai Marcellnek a SiO₂ részecskék előállítását; Gert Roebbennek (Institute of Reference Materials and Measurements, Joint Research Centre of the European Commission, Geel, Belgium) a Klebosol mintáért, Laufer Ferencnek (FerriTex Kft.) a finommechanikai munkáért és tervezésért, Dr. Jan Ilavskynak (Advanced Photon Source, Argonne, USA) a kalibrált üveges szénmintáért; végül, de nem utolsósorban pedig Dr. Ulla Vainionak, Dr. Günter Goeigknek, Dr. Armin Hoellnek, Dr. Michael Krümreynak és Dr. Christian Gollwitzernek a DESY és BESSY szinkrotronok SAXS mérőhelyein szerzett tapasztalatokért mondanak köszönetet.

IRODALOM

- [1] Kratky, O., Nova Acta Leopoldina (1983) 256, 3–72.
- [2] Guinier A., X-ray diffraction in crystals, imperfect crystals, and amorphous bodies. New York, Dover, 1994.
- [3] Guinier A, Fournet G., Small-angle scattering of X-rays. New York, John Wiley and Sons, 1955.
- [4] Bóta, A., Journal of Applied Crystallography (2013) 465, 573–576.
- [5] Wacha, A., Varga, Z. and Bóta, A., Journal of Applied Crystallography (2014) 47, 1749–1754.
- [6] Pálmai, M., Naszályi-Nagy, L., Mihály, J. és munkatársai, Journal of Colloid and Interface Science (2013) 390, 34–40.
- [7] Varga, Z., Berényi, Sz. Szokol, B. és munkatársai, Journal of Physical Chemistry B (2010) 114, 6850–6854.



7. ábra. A BSA (bovine serum albumine) pufferoldatban (1 tömeg%) készült szórási képe



Bruckner-termi előadás

Bálint Erika

■ MTA-BME Szerves Kémiai Technológia Kutatócsoport

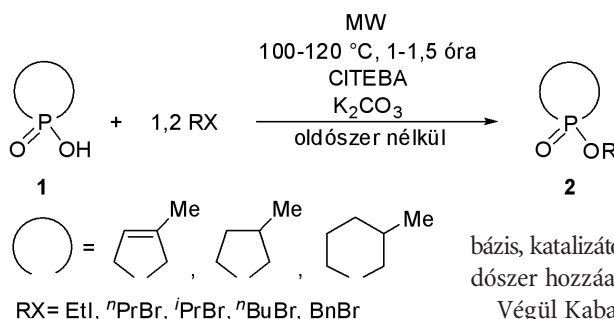
A mikrohullámú technika alkalmazása foszfororganikus szintézisekben

A környezetbarát (zöld) kémia fontossága manapság egyre inkább előtérbe kerül. A zöld kémia 12 alapelvvel összefüggésben, a mikrohullámú (MW) besugárzással elősegített szerves kémiai szintézisek és a katalitikus eljárások alkalmazása igen fontos terület.

Kutatómunkám során a gyógyszer- és növényvédőszer-ipar szempontjából jelentős, valamint a szintetikus szerves kémiát gazdagító környezetbarát szintézismód-szerek kidolgozását tűztük ki célul. Négy típusú foszforkémiai átalakítást (alkilező észteresítéseket, alkoholizéseket, foszfa-Michael-addíciókat és Kabachnik–Fields-reakciókat) tanulmányoztunk MW körülmények között. Célunk az MW technika adta lehetőségek feltárása, az oldószerek és a katalizátorok alkalmazásának elkerülése, valamint az optimális reakciókörülmények meghatározása volt.

Elsőként gyűrűs, telített és telítetlen foszfinsavak (1) szilárd-folyadék fázisú alkilező észteresítését vizsgáltuk MW-besugárzás hatására (1. ábra) [1,2]. A reakciókat oldószer nélkül, esetenként fázistranszfer (PT) katalizátor jelenlétében valósítottuk meg, és jó termeléssel jutottunk a kívánt foszfinátokhoz (2). Az eredmények alapján megállapítottuk, hogy MW körülmények között gyorsabban és jobb termeléssel játszódtak le a reakciók a hagyományos melegítéshez képest, továbbá megfigyeltük, hogy a normál reakcióképességű alkil-halogenidekkel végzett észteresítésekben a PT katalizátor és a MW együttes alkalmazása előnyös. Fokozott reakcióképességű alkilezőszerekkel azonban ónium-só nélkül is lejátszódik a reakció.

A következő foszforkémiai átalakítás során dialkil-foszfítok (*H*-foszfonátok) (3) alkoholizisát/átészteresítését tanulmányoztuk monohidroxi-alkohollokkal, glikollokkal, illetve amino-alkohollokkal MW körülmények között, katalizátor és – a legtöbb esetben – oldószer hozzáadása nélkül (3. ábra) [5–7].



1. ábra. Foszfinsavak alkilező észteresítése MW körülmények között

mények között, katalizátor alkalmazása nélkül (2. ábra) [3,4]. Azt találtuk, hogy a paraméterek (alkoholmennyiség, hőmérséklet, reakcióidő) megfelelő megválasztásával az alkoholizis a kívánt vegyes (4 vagy 5) vagy teljesen átészterezett származék (5 vagy 7) előállítására finomhangolható. Továbbá bizonyítottuk, hogy a vizsgált reakciók esetében az MW-fűtés hatékonyabb volt a hagyományos melegítéssel szemben.

Az addíciós reakciók körében eredményesen hajtottuk végre dialkil-foszfítok és difenilfoszfin-oxid foszfa-Michael-addícióját maleinsav- (8), illetve acetilén-származékokra (9) MW körülmények között

bázis, katalizátor és – a legtöbb esetben – oldószer hozzáadása nélkül (3. ábra) [5–7].

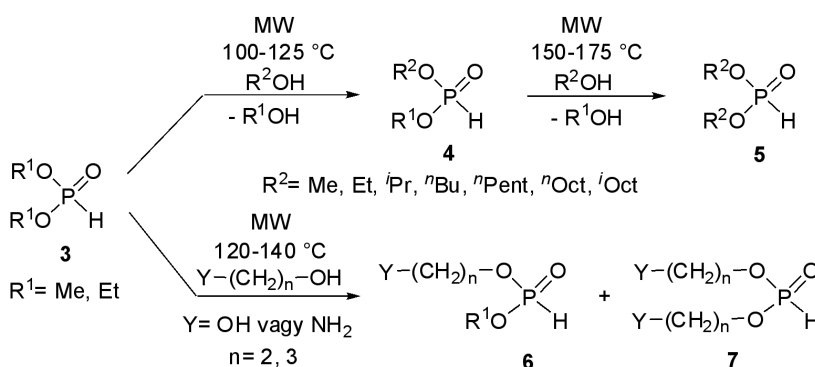
Végül Kabachnik–Fields- (foszfa-Manich) reakciókat tanulmányoztunk, melyek során egy amin, egy aldehid vagy keton és egy dialkil-foszfít vagy szekunder foszfin-oxid kondenzációjában α -aminofoszfonátok vagy α -aminofoszfin-oxidok keletkeznek [8].

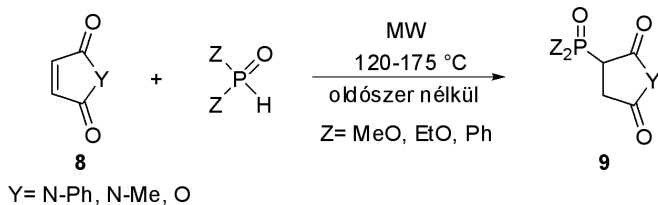
Hatékonyan valósítottuk meg 3-amino-2*H*-pirán-2-on-származékok (13) kondenzációját paraformaldehiddel és különféle $>P(O)H$ reagensekkel MW körülmények között katalizátor és oldószer nélkül (4. ábra) [9].

Vizes közegben végzett Kabachnik–Fields-reakciókat is tanulmányoztunk a benzil-amin, benzaldehid és trietil- vagy dietil-foszfít modellreakción keresztül [10].

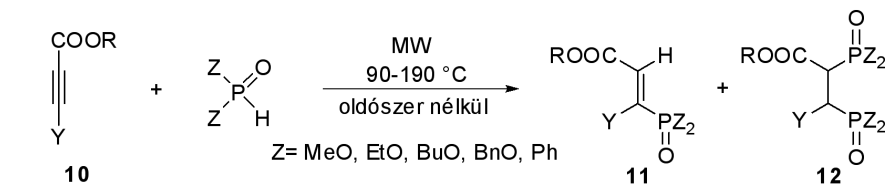
Az MW technika eredményesnek bizonyult primer aminok dialkil-foszfítokkal, alkil-fenil-*H*-foszfinátokkal, valamint szekunder foszfin-oxidokkal végrehajtott két-

2. ábra. Dialkil-foszfítok alkoholizise MW körülmények között





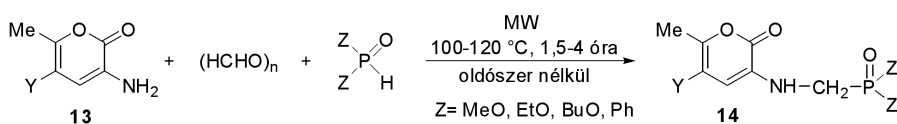
Y= N-Ph, N-Me, O



R= Me, Et

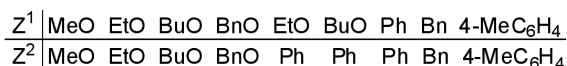
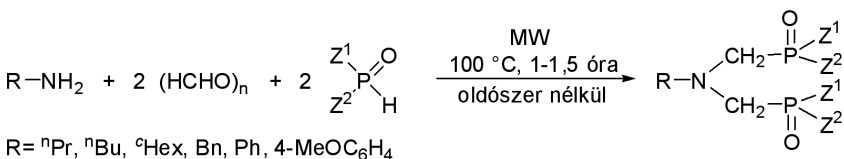
Y= COOMe, Ph

3. ábra. Foszfa-Michael-addíciók MW körülmények között



Y= H, C(O)Me, C(O)Ph

4. ábra. 3-Amino-2H-pirán-2-on-származékok Kabachnik-Fields-reakciója



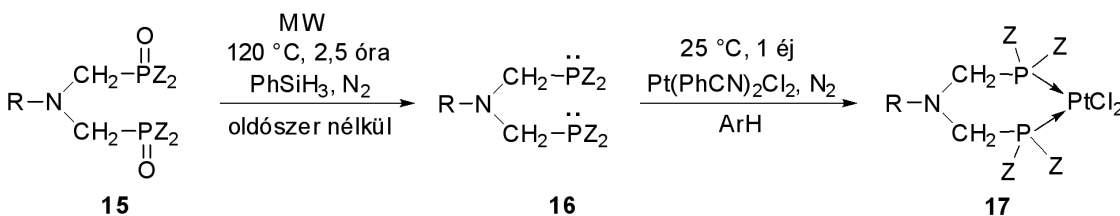
5. ábra. Primer aminok kétszeres Kabachnik-Fields-reakciója

szeres Kabachnik-Fields-reakciói során is (5. ábra) [11,12].

Az így előállított bisz(foszfinoilmetil)-aminokból (15) kétszeres deoxigénezést követően biszfoszfinokat (16) – mint értékes kétfogú P-ligandokat – szintetizáltunk (6. ábra) [12], melyek gyűrűs platina-komplexei (17) sztriol hidroformilezési reakciójában meglehetősen jó konverziót, ma-

gas szelektivitást és a megszokottól eltérő regioselektivitást mutattak.

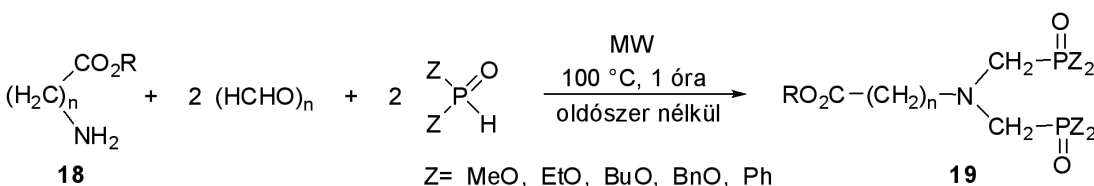
Végezetül α-, β- és γ-aminosavak, illetve észterek (18) kétszeres Kabachnik-Fields reakcióját tanulmányoztuk katalizátor és oldószer nélkül MW körülmények között (7. ábra), és rövid idő alatt, jó termeléssel jutottunk különféle bisz(foszfinoilmetil)-aminosav-származékokhoz (19) [13, 14].



R= ⁿPr, ⁿBu, ^cHex, Bn, Ph 4-MeOC₆H₄, 4-MeC₆H₄

Z= Ph, Bn, 4-MeC₆H₄

6. ábra. Bisz(foszfinoilmetil)aminok hasznosítása



R= H, Me, Et

n= 1, 2, 3

7. ábra. Aminosav-származékok kétszeres Kabachnik-Fields-reakciója

A vizsgált foszfororganikus reakciók során bizonyítottuk, hogy az irodalomban leírt – sok esetben a környezetet terhelő – katalizátorok és oldószeres MW körülmények között elhagyhatók. A termikus kísérletekkel összehasonlítva bizonyítást nyert az MW technika alkalmazásának hasznosága, ugyanis így a reakciók minden esetben rövidebb idő alatt és hatékonyabban játszódtak le.

Köszönetnyilvánítás. A szerző köszöni az idézett cikkekben szereplő társszerzők közreműködését és a PD111895, valamint a K83118 sz. OTKA-támogatást.

IRODALOM

- [1] E. Bálint, E. Jablonkai, M. Bálint, G. Keglevich, Heteroatom Chem. (2010) 21, 211–214.
- [2] G. Keglevich, E. Bálint, N. Z. Kiss, E. Jablonkai, L. Hegedűs, A. Grün, I. Greiner, Curr. Org. Chem. (2011) 15, 1802–1810.
- [3] E. Bálint, Á. Tajti, G. Ilia, G. Keglevich, Curr. Org. Chem. (2013) 17, 555–562.
- [4] G. Keglevich, E. Bálint, Á. Tajti, B. Mátravölgyi, G. T. Balogh, M. Bálint, G. Ilia, Pure Appl. Chem. (2014) 86, 1723–1728.
- [5] E. Bálint, J. Takács, L. Drahos, G. Keglevich, Heteroatom Chem. (2012) 23, 235–240.
- [6] G. Keglevich, E. Bálint, J. Takács, L. Drahos, K. Huben, S. Jankowski, Curr. Org. Synth. (2014) 11, 161–166.
- [7] E. Bálint, J. Takács, M. Bálint, G. Keglevich, Curr. Catal. (2015) 4, 57–64.
- [8] G. Keglevich, E. Bálint, Molecules (2012) 17, 12821–12835.
- [9] E. Bálint, G. Keglevich, J. Takács, L. Drahos, A. Juranovič, M. Kočevar, Heteroatom Chem. (2013) 24, 221–225.
- [10] G. Keglevich, E. Bálint, R. Kangyal, M. Bálint, M. Milen, Heteroatom Chem. (2014) 25, 282–289.
- [11] E. Bálint, E. Fazekas, G. Pintér, Á. Szöllősy, T. Holczbauer, M. Czugler, L. Drahos, T. Körtvélyesi, G. Keglevich, Curr. Org. Chem. (2012) 16, 547–554.
- [12] E. Bálint, E. Fazekas, P. Pongrácz, L. Kollár, L. Drahos, T. Holczbauer, M. Czugler, G. Keglevich, J. Organomet Chem. (2012) 717, 75–82.
- [13] E. Bálint, E. Fazekas, L. Drahos, G. Keglevich, Heteroatom Chem. (2013) 24, 510–515.
- [14] E. Bálint, E. Fazekas, J. Kóti, G. Keglevich, Heteroatom Chem. (2015) 26, 106–115.

Alapi Tünde¹–Simon Gergő²–Kovács Krisztina³¹ SZTE TTIK Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék² SZTE TTIK Környezetkémiai Kutatócsoport³ MTA Energiatudományi Kutatóközpont, Energia és Környezetbiztonsági Intézet, Sugárkémiai Laboratórium

alapi@chem.u-szeged.hu | gsimon@chem.u-szeged.hu | kovacs.krisztina@energia.mta.hu

Endokrin hatású fenil-urea peszticidek eltávolítása kiegészítő víztisztítási módszerekkel

Bevezetés

Az emberi tevékenység nyomán a környezetbe kerülő szennyező anyagok különféle káros humán és ökotoxikológiai hatásokat váltanak ki, melyek közül az elmúlt évtizedben főleg az endokrin rendszert zavaró hatások kerültek a figyelem középpontjába. Endokrin hatásúnak tekinthetők – a belső elválasztású mirigyek által termelt hormonokon kívül – mindazok az emberi vagy állati szervezetbe kívülről bekerülő anyagok, amelyek az endokrin rendszer befolyásolásával megzavarják egészséges egyedek vagy utódaik életfunkcióit (Endocrin Disrupting Chemicals (EDCs)) [1,2]. Az emberi szervezetre gyakorolt hatásuk napjainkban inkább megalapozottan feltételezett, mint bizonyított, de ezen vegyületeket tartják felelősnek bizonyos betegségek (cukorbetegség, daganatos betegségek, autoimmun betegségek, elhízás, meddőség, a nemi szerveket érintő daganatos betegségek, tanulási és koncentrációs zavarok stb.) gyakoriságának napjainkban tapasztalt megnövekedéséért és egyes nemi jelek megváltozásáért egyaránt [3,4]. A helyzetet az is súlyosbítja, hogy az EDC-k természetben összekeveredett elegyeinek hatáskombinációja (ösztrogén szinergizmus) megjósolhatatlan.

Az endokrin rendszert befolyásoló anyagok skálája kémiai értelemben igen széles (1. ábra), ide tartoznak a természetes és mesterséges hormonok (pl. fogamzásgátlók) mellett bizonyos gyógyszer-, peszticid hatóanyagok, detergensek, anionos tenzidok, kiemelt figyelmet érdemelnek a nonil-fenolok és egyéb ösztrogén hatású fenolszármazékok, a biszfenol-A és egyes nehézfémek. Mindezek közül a forgalmazott termékek mennyiségét és ökotoxikológiai hatását is figyelembe véve kiemelkedő jelentőségűek a peszticid hatóanyagok.

A hagyományos víztisztítási módszerek és az EDC-k

Az élő szervezetek, köztük az ember is, leginkább a vízhasználat ciklusában vannak kitéve EDC-k hatásának. A szennyvíztisztítók nem a kis koncentrációban jelen lévő EDC-k eltávolítására ter-



1. ábra. Endokrin hatású vegyületek származása és előfordulása

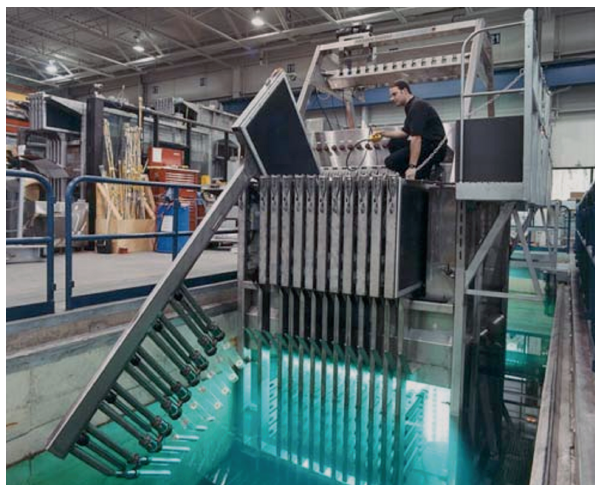
veztek. A szennyvíznek a tisztítóműben nem teljesen lebontott anyagai közül a vízoldhatóak a kifolyó „tisztított” áramába, onnan közvetlenül a befogadó élővízbe, a vízben kevésbé oldódók a szennyvíziszapba, onnan a talajferő-pótlással vagy szivárgás útján szintén a felszíni vizekbe vagy a talajvízbe jutnak [5]. Mértékadó szakvélemények szerint az endokrin rendszert zavaró vegyületek évezredünk legjelentősebb környezeti problémájává válhatnak. A hagyományos víztisztítási módszerekkel ezen kis koncentrációban jelen lévő vegyületek és metabolitjaik teljes mértékben nem távolíthatók el [5,6,7], ezért egészségünk, valamint a következő generáció védelme megköveteli az e célra is alkalmas, gazdaságos és hatékony kiegészítő víztisztítási módszerek kidolgozását. Mindezt jól tükrözi, hogy a bizonyítottan vagy feltételezetten endokrin hatású vegyületeknek vizeinkből történő kimutatására, a hagyományos vízkezelési módszerekkel történő eltávolításuk korlátainak feltárására és következőképpen az új vízkezelési módszerekkel (pl. nagyhatékonyságú oxidációs eljárásokkal) történő eltávolításukra irányuló kutatásokkal foglalkozó publikációk [8,9] száma az elmúlt öt év során ugrásszerűen növekedett.



Nagyhatékonyságú oxidációs eljárások a vízkezelésben

A nagyhatékonyságú oxidációs eljárások gyökgeneráláson alapuló módszerek, amelyek alkalmazása során a szennyezők soklépéses kémiai folyamatokban alakulnak át. A szerves szennyezőkből képződött átmeneti gyökök a vizekben jelen lévő oxigénnel reagálva peroxilgyökökön, illetve peroxidokon keresztül jutnak el a részleges vagy teljes mineralizációhoz [10,11]. A gyökgenerálás alapján többféle módszert különböztetünk meg, jelen tanulmányban a teljesség igénye nélkül csupán az ultraibolya (UV) fotolízis, ózonos kezelés és heterogén fotokatalízis rövid ismertetésére térünk ki.

Az ultraibolya fotolízis általában az aromás vegyületek, valamint egyes klórozott szénhidrogének eltávolítására oxidálószerkezők hozzáadása nélkül is alkalmas. Az esetek többségében, laboratóriumi és ipari méretekben (2. ábra) egyaránt, 254 nm-en sugárzó kisnyomású higanygőzlámpát alkalmaznak fényforrásként.

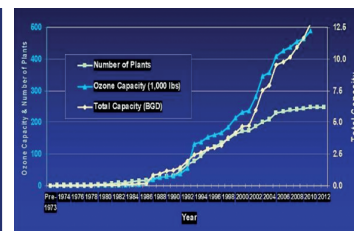
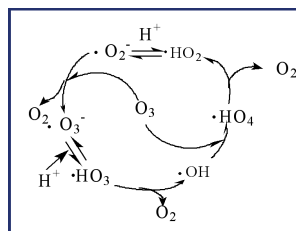


2. ábra. Vízisztítás és fertőtlenítés ultraibolya fotolízissel

(forrás: <http://rgffoodsanitation.com/wp-content/uploads/2013/03/GRAINH11.jpg> és <http://www.water-technology.net/projects/sharjah/sharjah10.html>)

Az ultraibolya fotolízist elterjedten használják légterek és vizek fertőtlenítésére is (2. ábra), a szerves szennyezők mineralizációjára – az esetek többségében – azonban csak kombinált módszerekkel, oxidáló hatású anyagok (O_3 , H_2O_2) hozzáadásával alkalmas [10].

Az ózonos vízkezelést elterjedten használják ipari méretekben vizek elő- és utókezelésére, valamint fertőtlenítésére egyaránt

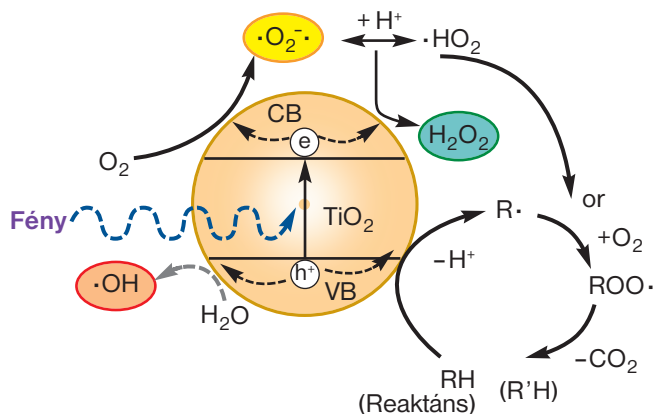


3. ábra. Az ózon gyökös bomlása az SBH-modell szerint, valamint ózonos vízkezelést alkalmazó víztisztítók számának és kapacitásának növekedése az Egyesült Államokban (forrás: <http://www.spartanwatertreatment.com/timeline.html>)

[10,11]. A molekuláris ózon önmagában is erélyes oxidálószer, hatását azonban nagymértékben fokozzák a belőle képződő gyökök és gyökionok (3. ábra). A gyökök koncentrációját és megoszlását az aktuális ózonkoncentráció mellett az oldat pH-ja, valamint a jelen lévő inhibitorok és iniciátorok határozzák meg. A képződött gyökök és gyökionok közül a legnagyobb figyelmet a hidroxilgyök érdemli, mely az egyik legreaktívabb gyök. Ózon vizes oldatát 254 nm hullámhosszúságú fénnel besugározva az ózon gyökös bomlása iniciálható, és a képződött hidroxilgyök koncentrációja így számottevően megnövelhető [10,11].

Az utóbbi évtizedekben igen nagy figyelmet kapott a heterogén fotokatalitikus oxidáció alkalmazása a szerves szennyezők lebontására, mely félvezető fotokatalizátor jelenlétében játszódik le megfelelő hullámhosszúságú fénnel történő megvilágítás hatására. A félvezető oxidok között a TiO_2 bizonyult a legígéretesebb katalizátornak kémiai és biológiai inertsége, alacsony előállítási költsége, valamint fotostabilitása miatt. A heterogén fotokatalízis során a vegyértéksáv és a vezetési sáv közötti energia-különbségnél (TiO_2 : 3,2 eV) nagyobb energiájú fotonokkal (TiO_2 esetén 385 nm-nél kisebb hullámhosszúságú fénnel) megvilágítva a katalizátort töltésszeparáció jön létre. A vegyértéksávba pozitív lyuk, a vezetési sávba pedig elektronok jutnak, ezáltal elektron-lyuk párok alakulnak ki. A TiO_2 felszínén adszorbeálódott oxigén gátolja az elektron-lyuk rekombinációt, elektron felvételével belőle szuperoxid-gyökion képződik. A félvezető felszínére kijutó pozitív töltésű lyuk vagy közvetlen töltésátmenettel a szerves szubsztrátum oxidációját okozza, vagy a TiO_2 felszínén adszorbeálódott vízmolekulával vagy hidroxidionnal való reakciója során hidroxilgyököket eredményez (4. ábra). A heterogén fotokatalízis hatékonysága oxidálószerkezők hozzáadásával tovább növelhető, a fotokatalizátor módosítása pedig lehetőséget ad a napfény energiájának felhasználására is.

4. ábra. Heterogén fotokatalízis működésének elve [12]

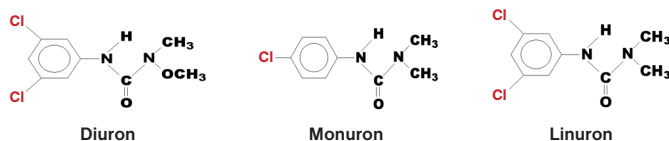




Bizonyos esetekben azonban nem elegendő csupán a kiindulási vegyület átalakulási sebességét figyelembe venni az alkalmazott módszer hatékonyságának jellemzésére vonatkozóan. Toxikus anyagok átalakulása során a képződött köztitermékek toxicitása meghaladhatja a kiindulási vegyületét, így ezen anyagok oxidatív átalakulásának vizsgálatát célszerű a toxikológiai jellemzők változásának mérésével is összekötni.

Nagyhatékonyságú oxidációs eljárások és kombinációik összehasonlítása klórozott fenil-urea peszticid hatóanyagok bontásában

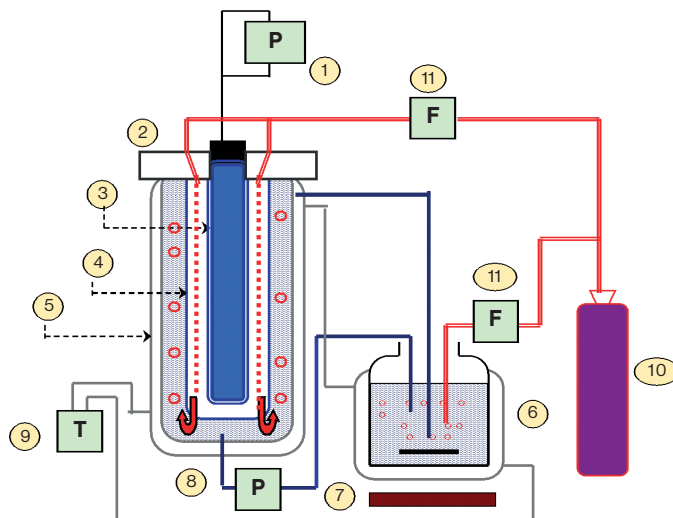
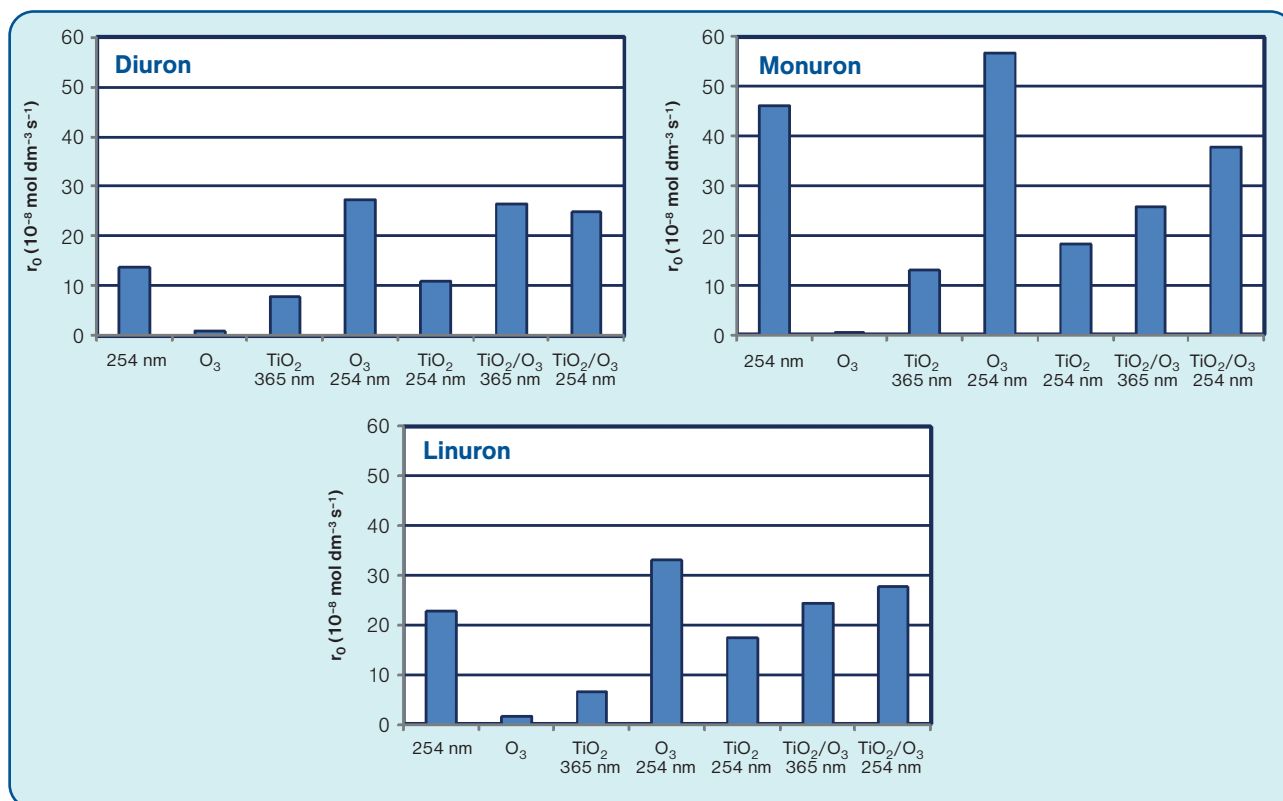
Az egyes nagyhatékonyságú oxidációs módszerek közül az ultrabolya fotólízist és az ózonos kezelést napjainkban is használják vizek elő- és utókezelésére, valamint fertőtlenítésére. A heterogén fotokatalízis technológiai megvalósítása ma még fejlesztés alatt áll, de a módszer hatékonyságát tekintve igen ígéretesnek tűnik szerves szennyezők kisebb térfogatú vizekből történő eltávolítására. Mindhárom módszer alkalmas a szerves szennyezők oxidatív átalakítására, azonban az egyes módszerek hatékonysága jelentősen megnövelhető azok ésszerű kombinálásával. Az itt bemutatott három módszer és azok kombinációit a diuron, monu-



5. ábra. A vizsgált fenil-urea peszticid hatóanyagok képletei

ron és linuron (5. ábra), három fenil-urea típusú, klórozott, aromás általános peszticid hatóanyag oxidatív átalakulásában vizsgáltuk. Mindhárom a karbamid típusú gyomirtók közé tartozik,

7. ábra. Diuron, monuron és linuron kezdeti átalakulási sebességei különböző módszerek és kombinációik esetén



6. ábra. A kísérleti berendezés vázlatja [13]. 1 – tápegység, 2 – teflondugó, gázbevezető csővel ellátva, 3 – kisnyomású higanygőzlámpa, 4 – bura, 5 – termosztált reakcióedény, 6 – tartály, 7 – mágneses keverő, 8 – perisztaltikus pumpa, 9 – termosztát, 10 – oxigén/levegő/nitrogén palack, 11 – áramlásmérő (a piros szaggatott vonal és nyíl a lámpa fala és lámpabura közt áramló gáz mozgásának irányát jelzi)

melyek nagy adagban totális hatású gyomirtó szerként is felhasználhatók, de elterjedtebb a kisebb mennyiségben való szelektív alkalmazásuk. Bár a diuron használatát ma már jelentős mértékben korlátozzák, azonban általános gyomirtó szerként még ma is használják. A diuron, monuron és linuron immunrendszert és endokrin rendszert károsító hatása ma már bizonyított. A diuron biodegradálhatósága igen rossz, vízben és talajban a féléletideje meglehetősen nagy (hidrolízis féléletidő: 1285



nap; féleletidő talajban: 372–995 nap) így a perzisztens vegyületek közé sorolható. A monuron és linuron már könnyebben lebomlik a vízben és a talajban, bár a hidrolízis ezen két vegyületre sem jellemző.

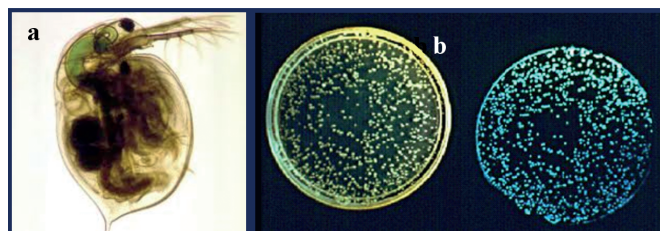
A 6. ábrán bemutatott, általunk tervezett és használt fotoreaktor fényforrása egy kisnyomású higanygőzlámpa volt, mely 254 és 185 nm hullámhosszúságú fényt bocsát ki. A reaktort úgy terveztük és építettük meg, hogy a 185 nm hullámhosszúságú fényt az ózon fotokémiai generálására használtuk fel. Perforált burát (4) használva, az ózont ($1,37 \times 10^{-5}$ M) tartalmazó oxigént átvezettük a kezelt oldaton, így annak ózonos kezelését külön ózongenerátor alkalmazása nélkül vizsgálhattuk.

A reaktor felépítése lehetővé tette, hogy ugyanazon készülékben a fényforrást és a lámpa burájának (4) az anyagát (kvarc vagy üveg), illetve szerkezetét (perforált vagy nem perforált) változtassa az ultraibolya fotolízis (nem perforált kvarcbura), ózonos kezelés (perforált üvegbura), heterogén fotokatalízis (ebben az esetben zárt kvarcburát és 300–400 nm között sugárzó fluoreszcens lámpát használtunk, melynek intenzitása 365 nm-nél maximális), valamint ezen módszerek kombinációinak hatékonyságát azonos energiabefektetés mellett vizsgáljuk és hasonlítsuk össze [13].

Az egyes módszereket, illetve azok hatékonyságát részben a kezdeti átalakulási sebességek alapján hasonlítottuk össze. Ahogyan a 7. ábra mutatja, a három módszer közül az ózonos kezelés hatékonysága nagymértékben elmaradt a heterogén fotokatalízisé és az ultraibolya fotolízisé mellett. A molekuláris ózon meglehetősen szelektív oxidálószer, az aromás gyűrűn lévő klóratomok jelentős mértékben csökkentik az ózon aromás gyűrűre való addíciójának valószínűségét (1. táblázat). A három módszer közül leghatékonyabbnak a közvetlen fotolízis bizonyult, ami az egyes peszticid hatóanyagok moláris abszorbanációjának meglehetősen nagy értékeivel értelmezhető (1. táblázat).

A kis koncentrációjú ózon hozzáadása mind az ultraibolya fotolízis, mind a heterogén fotokatalízis hatékonyságát jelentősen megnövelte. Az ózonos kezelést ultraibolya fotolízissel kombinálva nem csupán a közvetlen fotolízis, hanem az ózon 254 nm hullámhosszúságú fény által iniciált bomlása következtében megnövekedett hidroxilgyök-koncentráció is jelentősen hozzájárul az átalakulási sebesség megnövekedéséhez. Heterogén fotokatalízis során a hozzáadott ózon részben jobb elektronbefogóként, részben pedig a bomlása során képződött gyökök miatt szintén jelentősen megnöveli a hidroxilgyök-koncentrációt.

Amennyiben a heterogén fotokatalízist ultraibolya fotolízissel kombináljuk, azaz a TiO_2 -szuszpenziót 254 nm hullámhosszúságú fényvel világítjuk meg, a katalizátor jelenléte csökkenti az átalakulás sebességét. Ebben az esetben részben a szerves szubsztlátum és a TiO_2 között kialakuló kompetitív fényelnyelés, illetve a TiO_2 -részecskék miatti fényszóródás okozza az átalakulási sebesség csökkenését.



8. ábra. A toxikológiai tesztekben használt *Daphnia magna* (a), valamint *Vibrio fischeri* agaron szélesztve fényben és sötétben világító telepek (b)

Az egyes módszereket a mineralizáció és dehalogenizáció sebessége szempontjából is összehasonlítottuk. A kinulási vegyület elbomlása után szervesen kötött klór már nem mutatható ki az oldatokban egyik esetben sem. Ugyanakkor a teljes szerves széntartalom sem az ultraibolya fotolízis, sem az ózonos kezelés alatt nem változott, a két módszer kombinációját alkalmazva csupán 10–13%-kal, míg a heterogén fotokatalízist alkalmazva közel 50–65%-kal csökkent.

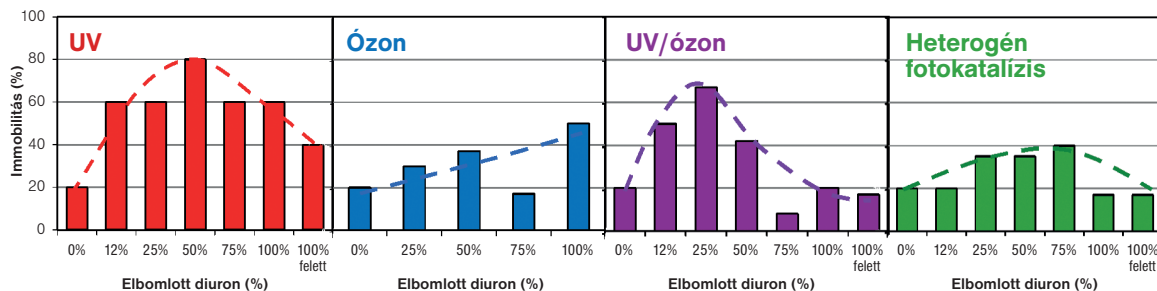
Toxikus hatású vegyületek esetén célszerű az oldat toxicitásának változását követni a kezelés előrehaladtával, hiszen a kiindulási vegyületek átalakulása során képződhetnek környezeti, illetve egészségügyi szempontból káros hatású köztitermékek is. Bizonyos esetekben a kiindulási vegyületek átalakulása során náluk fajlagosan toxikusabb köztitermékek képződésére is lehet számítani.

Ennek megfelelően méréseinket összekapcsoltuk ökotoxicitási tesztek (Daphtoxkit F^{TM} Magna és *Vibrio fischeri* biolumineszcencia-gátlási teszt) elvégzésével is, így követni tudtuk a kezelt oldatok ökotoxicitásának időbeni változását. A Daphtoxkit F^{TM} Magna teszt édesvízi rákocskák (*Daphnia magna*) immobilitásán keresztül ad információt az egyes vegyületek toxicitásáról. Az eljárás során a tesztelendő vegyi anyag hatására bekövetkező immobilizációt vizsgáljuk. A mozgásképtelen állatok számát 24 és 48 óra elteltével rögzítjük, és a kontroll mintához viszonyítva számítjuk a gátlási százalékot. A *Vibrio fischeri* biolumineszcencia-gátlási teszt módszer a *Vibrio fischeri* tengeri baktérium által emitált lumineszcens fény intenzitásának mérésén alapul. Gátló anyag jelenlétében a fényemisszió csökken, amit luminométerrel mérünk (8. ábra).

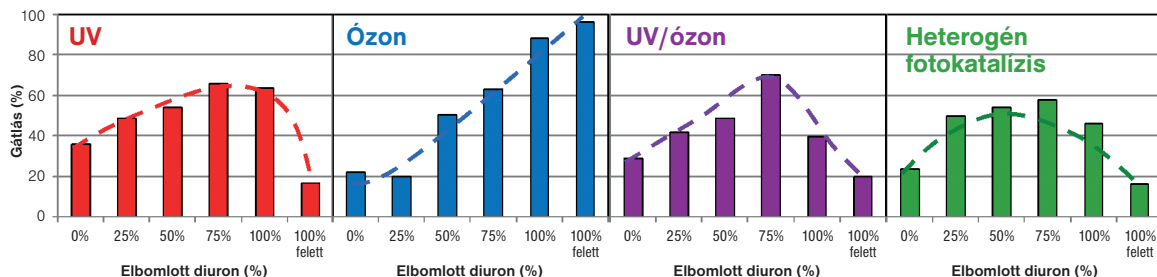
A toxicitás változására vonatkozó oldatokat a diuron esetén mutatjuk be (9. és 10. ábra). Az egyes kezeléseknél mért értékek időbeni lefutása mindhárom vegyületnél azonos jelleget mutatott. Mérési eredményeink szerint a kezelt oldatok toxicitása az esetek többségében maximumgörbe szerint változott, egyedül ózonos kezelésnél figyelhető meg, hogy a toxicitás az átalakulásának ideje alatt folyamatosan növekedett. Mindez a fajlagosan toxikusabb köztitermékek képződésére utal. Az ultraibolya

1. táblázat. A vizsgált fenil-urea peszticid hatóanyagok moláris abszorbanáciái, a közvetlen fotolízisükre vonatkozó kvantumhasznosítási tényezők, valamint a molekuláris ózonnal és hidroxilgyökkel való reakciók sebességi állandói

	Moláris abszorbanancia, $\epsilon_{254 \text{ nm}}$ ($\text{mol}^{-1}\text{dm}^3\text{cm}^{-1}$)	Kvantumhasznosítási tényező (254 nm, fotolízis)	k_{O_3} ($\text{mol}^{-1}\text{dm}^3\text{s}^{-1}$)	k_{OH} ($\text{mol}^{-1}\text{dm}^3\text{cm}^{-1}$)
<i>Diuron</i>	16135	00115 [15]	16,5 [16]	$4,6 \times 10^9$ [16]
<i>Monuron</i>	14256	0,05 [17]	n. a.	$7,3 \times 10^9$ [19]
<i>Linuron</i>	15612	0,036 [15,18]	1,9 [16] 293 [18]	$4,3 \times 10^9$ [16] $2,74 \times 10^9$ [18]



9. ábra. *Daphnia magna* immobilitásának változása az elbomlott diuron függvényében



10. ábra. *Vibrio fischeri* által emittált lumineszcens fény intenzitásának gátlása az elbomlott diuron függvényében

fotolízist ózonos kezeléssel kombinálva a kezelt oldat toxicitása gyorsabban csökkent, mint közvetlen fotolízisnél. A toxicitás maximumának értéke heterogén fotokatalízis során volt a legkisebb. Ugyanakkor a teljes szerves széntartalom csökkenése is egyedül heterogén fotokatalízis esetén a számottevő, ami a köztitermékek gyors és hatékony elbontására utal. A kis koncentrációjú ózon jelenléte ebben az esetben is megnövelte az UV-fotolízis és heterogén fotokatalízis hatékonyságát, amit a toxicitás maximális értékének csökkenése is mutat.

A közvetlen fotolízis, az ózonnal való reakció, a hidroxilgyökökkel és egyéb reaktív oxigéntartalmú gyökökkel való reakciók, illetve a közvetlen töltésátmenet mind-mind más lehetőséget teremt a kiindulási vegyület és a belőle képződött köztitermékek átalakulására vonatkozóan, így nem meglepő, hogy az egyes módszerek közti különbség nem csupán a kiindulási vegyületek átalakulási sebességében, hanem a képződött köztitermékek minőségében és mennyiségében is megnyilvánul. Mindezt jól tükrözi a kezelt oldatok toxicitásának változása mellett, hogy az egyes oldatok színe a kezeléseik ideje alatt módszertől függően változott. Míg ultraibolya fotolíziskor élénk színváltozás figyelhető meg mindhárom vegyület esetén, addig ózonos kezelést vagy heterogén fotolízist alkalmazva ennek intenzitása csökken, vagy teljes mértékben elmarad. Spektrofotometriás, valamint tömegspektrometriás méréseink eredményei is igazolták, hogy a legtöbb aromás köztitermék ultraibolya fotolízis során képződik. Bár a kiindulási vegyületek aromás gyűrűjének deklórozása és hidroxilációja mellett az alifás lánc oxidációja minden esetben megtörténik, a képződött köztitermékek minősége és koncentrációja módszerenként igen eltérő.



Köszönetnyilvánítás. A kutatás a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

IRODALOM

[1] Global assessment of the state-of-the-science of endocrine disruptors. International Programme on Chemical Safety. World Health Organization, 2002.
 [2] T. Colborn, D. Dumanoski, J. Peterson Myers, Our stolen future, Dutton, United States, 1996.

[3] R. T. Zoeller, T. R. Brown, L. L. Doan, A. C. Gore, N. E. Skakkebaek, A. M. Soto, T. J. Woodruff, F. S. Vom Saal, The Endocrine Soc. (2012) 153(9), 4097.
 [4] N. L. Vandenberg, T. Colborn, T. B. Hayes, J. J. Heindel, D. R. Jacobs, Jr., D.-H. Lee, T. Shioda, A. M. Soto, F. S. vom Saal, W. V. Welshons, R. T. Zoeller, J. P. Myers, Endocrine Rev. (2012) 33(3) 378.
 [5] R. Zákányiné Mészáros, G. Muránszky, Anyagmérnöki Tudományok (2013) 38(1), 349.
 [6] A. C. Johnson, J. P. Sumpter, Environ. Sci. Technol., (2001), 35(24), 4697.
 [7] M. Nasu, M. Goto, H. Kato, Y. Oshima, H. Tanaka, Wat. Sci. Techn. (2001), 43(2), 101.
 [8] S. Esplugas, D. M. Bila, L. G. T. Krause, M. Dezotti, J. Haz. Mat. (2007), 149(3), 631.
 [9] W.L. Zhang, Y. Li, Y.L. Su, K. Mao, Q. Wang, J. Haz. Mat. (2012), 215–216, 252.
 [10] A. Dombi András, I. Ilisz, Nagyhatékonyságú oxidációs eljárások a környezeti kémiában, A kémia legújabb eredményei 86, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2000.
 [11] T. Oppenländer Photochemical Purification of Water and Air, Advanced Oxidation Processes (AOPs): Principles, Reaction Mechanisms, Reactor Concepts, Wiley-VCH, New York/Weinheim, 2003.
 [12] Y. Nosaka, M. Nishikawa, A. Y. Nosaka Molecules (2014) 19(11), 18248.
 [13] T. Alapi, L. Berecz, E. Arany, A. Dombi, Ozone-Sci. Eng.(2013) 35(5), 350.
 [14] S. Sanches, M.T.B. Crespo, V.J. Pereira, Wat. Res. (2010) 44(6), 1809.
 [15] E.J. Benitez, E.J. Real, J.L. Acero, C.J. Garcia, Haz. Mat. (2006) 138(2), 278.
 [16] E.J. Benitez, E.J. Real, J.L. Acero, C.J. Garcia, Wat. Res. (2007) 41(18), 4073.
 [17] N.A. Scholer, Vom Wasser (1996) 86, 57.
 [18] Y.F. Rao, W. Chu, Chemosphere (2009) 74(11), 1444.

ÖSSZEFOGLALÁS

Alapi Tünde, Simon Gergő, Kovács Krisztina: **Endokrin hatású fenil-urea peszticidek eltávolítása kiegészítő víztisztítási módszerekkel**

Napjainkban a környezeti kémiai kutatások egyik fontos kérdése a vizek és szennyvizek megfelelő mértékű tisztítása, mely során a kis koncentrációban jelen lévő szennyezőanyagok, beleértve az endokrin hatású vegyületeket is, teljes mértékben eltávolíthatók. A hagyományos víztisztítási módszerek sajnos nem elég hatékonyak ezen kis koncentrációban jelen lévő, de annál veszélyesebb vegyületek eltávolítására, így szükségessé vált kiegészítő módszerek kutatása. Munkánk során különböző nagyhatékonyságú oxidációs módszereket és azok kombinációt hasonlítottunk össze a diuron, a monuron és a linuron – mint endokrin hatású peszticidek hatóanyagok – oxidatív átalakítása szempontjából. Az egyes módszerek hatékonyságát nem csupán az átalakulás sebessége, hanem a kezelt oldat ökotoxicitásának időbeni változása, a mineralizáció és a dehalogenezáció sebessége, valamint a képződött köztitermékek minősége szempontjából is összehasonlítottuk.



Takácsné Novák Krisztina

SE Gyógyszerésztudományi Kar, Gyógyszerészi Kémiai Intézet

20 éves az MTA Gyógyszerkémiai és Gyógyszer-technológiai Munkabizottsága

A Munkabizottság létrejötte

A Munkabizottság megalakításának gondolatát 1995-ben, Mátyus Péter (Gyógyszerkutató Intézet), Domány György (Richter) és Takácsné Novák Krisztina (SOTE) vetette fel, annak a reális igénynek megfogalmazóiként, hogy szükség van egy tudományos műhelyre, ahol a gyógyszerkutatásban akkor már egyre nagyobb teret hódító gyógyszertervezési módszerek megismerésére nyílik lehetőség. Felhívással fordultak az érintett kutatóhelyek munkatársaihoz és véleményüket, támogatásukat kérték. Végül nem várt sikerként, 107 (ebből 93 minősített) kutató támogató választást kaptak meg, és Náray-Szabó Gábor akadémikus segítségével elindították az alapítási kérelmet. Az MTA Kémiai Tudományok Osztályának ülésén Görög Sándor akadémikus is mellette szolt az ügynek, azzal a kiegészítéssel, hogy mivel a gyógyszer-technológusok is régóta szeretnének akadémiai képviselőt, jöjjön létre közös munkabizottság.

A Gyógyszerkémiai és Gyógyszer-technológiai Munkabizottság alakuló ülése 1995. szeptember 13-án az MTA székházában volt, ahol – az akkori szabályoknak

megfelelően – 21 tagú munkabizottság jött létre. Elnök: Náray-Szabó Gábor akadémikus, titkár: Takácsné Novák Krisztina.

A taglétszám alakulása és a tisztségviselők

Az alakulást követő évben az MTA tisztújítási ciklusa következett, ez a Munkabizottságra is kötelező volt. Abban a periódusban nem volt taglétszámi kötöttség, két munkabizottságnak is szavazati jogú tagja lehetett a minősített kutató. Így történt, hogy 1996-ban 68 fő adta le voksát hozánk. Náray-Szabó Gábor, akit akkor választott meg az Akadémia főtitkárhelyettesé, nem kívánva halmozni a funkciókat, lemondott a Munkabizottság éléről, helyébe a tagság, egyhangú szavazással, Hermeicz Istvánt választotta. A titkár személye változatlan maradt. Az említettek a további tisztújítások alkalmával többször is megerősítést nyertek, így összesen öt cikluson át látták el a tisztségeket. A 2011-es tisztújítás során elnökké választották Greiner Istvánt, aki a titkári funkció betöltésére Völgyi Gergelyt kérte fel. A legutóbbi, idén tavasszal lezajlott választás személyüket e funkcióban megerősítette.

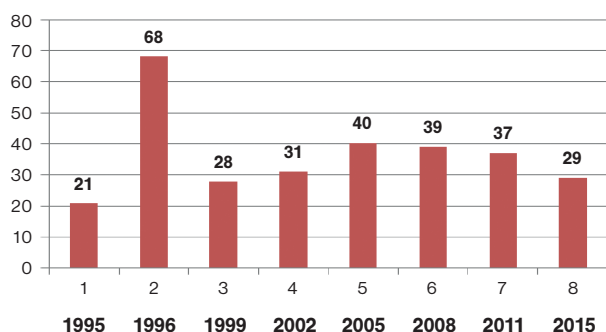
1999-ben új szabályozás lépett életbe, miszerint mindenki csak egy munkabizottságban rendelkezhet szavazati joggal. Ez mindenütt csökkentette a taglétszámot, a mi esetünkben átlagosan 40 fő körülire. Az idei választáskor 29 fő jelezte tagsági szándékát, ebből 21 fő szavazati jogát is itt gyakorolja (1. ábra).

Jelenleg 5 olyan tagunk van, akik 1995-ben az alakuló munkabizottságnak is tagjai voltak. Név szerint: Blaskó Gábor, Erős István, Fülöp Ferenc, Simay Antal, Takácsné Novák Krisztina. Sajnos, kollégáink közül többen eltávoztak az élők sorából az elmúlt 20 év alatt. Bernáth Gábor, Dávid Ágoston, Harsányi Kálmán, Hermeicz István, Kalaus György, Lipták András, Simon Kálmán, Schön István, Szabó László, Szejtli József emlékét kegyelettel megőriztük.

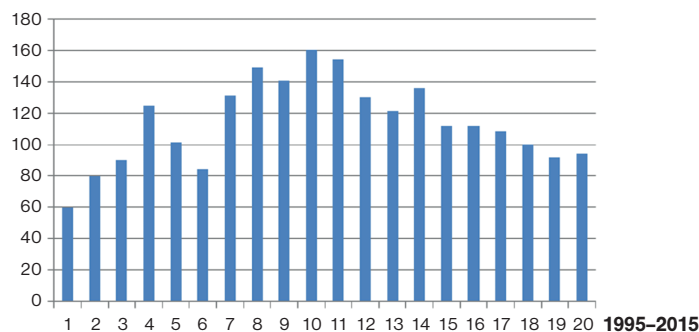
Tudományos szimpóziumaink

A Munkabizottság legfontosabb tevékenységének színtere a szimpózium, amelyet 20 éven át, kivétel nélkül minden évben megrendeztünk. Az első, akkor még egy napos tudományos rendezvényt 1995. november 24-én, a MKE Fő utcai székházában tartottuk szépszájú hallgatóság rész-

1. ábra. A Munkabizottság tagjainak száma



2. ábra. A szimpóziumok látogatottsága





vételével. Az ülésen 10 előadás hangzott el. Ezt követően évente másfél napos szimpóziumot szerveztünk, ahol összesen 399 tudományos előadás hangzott el (átlagosan 20 előadás/szimpózium), és folyamatosan emelkedett a résztvevők száma. A 20 rendezvény adatai alapján számított átlagos részvétel: 114 fő/szimpózium. A csúcspont 2004–2005 körül értük el, amikor, kb. 150–160 fő regisztrált résztvevőnk volt. A gazdasági válság itt is érezte a hatását, mert a látogatottság 2008 után észrevehetően csökkent, és 100–110 fő körül stabilizálódott. Külön öröm, hogy számos kutatóhely képviselteti magát és növekvő számmal vannak jelen fiatalok is. 2014-ben a résztvevők 23 munkahelyről érkeztek (**2. ábra**).

A szimpóziumokra vonatkozó számszerű adatokat az **1. táblázatban** foglaltuk össze.

Számos kiváló kolléga rendszeres előadója a szimpóziumoknak. A legtöbb előadást tartott 10 előadót a **2. táblázat** mutatja.

A szimpóziumok programjában a gyógyszerkémiái és gyógyszer-technológiai tárgyú előadások aránya kb. 60:40%, azzal a megfigyelhető tendenciával, hogy míg korábban a gyógyszerkémiái (beleértve szintézis, tervezés, analitika, farmakológia) tárgyak voltak többségben, az utóbbi 10 évben a gyógyszer-technológiai témájuk egyre emelkedő számban szerepelnek. A hallgatóság kölcsönösen sokat profitál a kutatási eredmények megismeréséből. A kémia és technológia – kezdetben kényszerűnek gondolt – házasítása, mára harmonikus együttéléssé fejlődött. Mindkét terület művelői egymás munkája iránt kölcsönös érdeklődést mutatnak és igyekeznek a hallottakat minél jobban hasznosítani, ha erre lehetőség van, saját munkájukba integrálni (**3. ábra**).

Több alkalommal (1998, 1999, 2003, 2004) a legjobb előadásokat az *Acta Pharmaceutica Hungarica* különszámaként jelentettük meg.

Év	Dátum	Hely	Előadások száma	Résztvevők száma
1995	11. 24.	Budapest	10	60
1996	09. 23–24.	Balatonszemes	16	80
1997	09. 25–26.	Balatonszemes	21	90
1998	09. 24–25.	Dobogókő	27	125
1999	09. 23– 24.	Dobogókő	22	101
2000	09. 28–29.	Visegrád	16	84
2001	09. 24–25.	Visegrád	27	131
2002	09. 30. – 10. 01.	Visegrád	26	149
2003	09. 22–23.	Eger	22	141
2004	09. 20–21.	Eger	17	154
2005	09. 12–13.	Hévíz	15	158
2006	09. 18–19.	Eger	16	130
2007	09. 27–28.	Eger	19	121
2008	09. 29–30.	Zalakaros	23	136
2009	09. 28–29.	Tapolca	19	112
2010	10. 04–05.	Velence	20	112
2011	09. 05–06.	Egerszalók	17	108
2012	09. 13–14.	Debrecen	25	100
2013	09. 30. – 10. 01.	Herceghalom	22	92
2014	09. 18–19.	Herceghalom	19	94
Összesen			399	2278

1. táblázat. A szimpóziumok adatai

Név	Előadások száma	Szimpóziumok
Keserű György Miklós	15	1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2014
Szente Lajos	11	1998, 1999, 2000, 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2010, 2013
Dézsai László	10	2001, 2002, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2014
Balogh György Tibor	10	2002, 2004, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2014
Erős István	9	1996, 1998, 2000, 2002, 2003, 2005, 2008, 2010, 2014
Stampf György	9	1997, 2000, 2001, 2004, 2006, 2008, 2009, 2011, 2014
Demeter Ádám	8	1998, 1999, 2002, 2003, 2004, 2008, 2012, 2013
Zelkó Romána	7	1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2004
Mátyus Péter	6	1995, 1997, 1998, 1999, 2005, 2008
Perjési Pál	6	1998, 1999, 2004, 2006, 2009, 2011

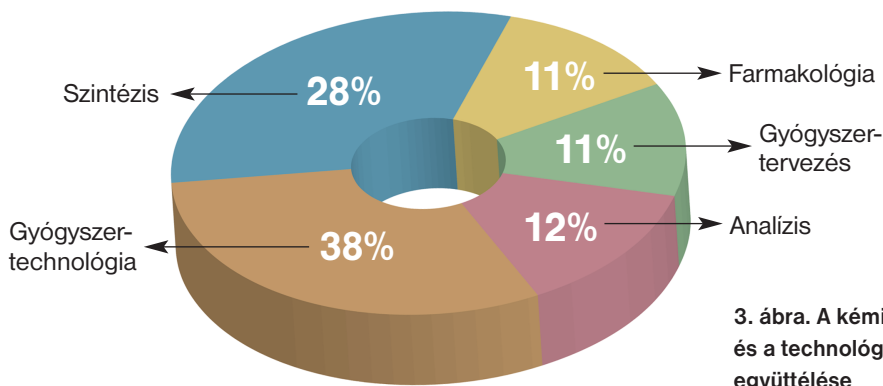
2. táblázat. Akik a legtöbb előadást tartották

A Munkabizottság hagyományt teremtett azzal, hogy 1998 óta, a szimpóziumok első napján a tudományos előadások után

szerepelt egy *Esti beszélgetés* címet viselő programot, amelyen a gyógyszerkutatás és gyógyszeripar kiemelkedő, már elhunyt személyiségeiről bensőséges előadás formájában emlékezünk meg. Az előadásokat egykori munkatársak, tanítványok tartják.

Az eddig elhangzott előadásokat foglalja össze a **3. táblázat**.

A Munkabizottság 10 éves fennállásának évfordulójára, 2005-ben az elhangzott előadások alapján könyvet jelentettünk meg *Esti beszélgetés. Magyar gyógyszerkutatók portréi* címmel. A könyvben összesen 8 gyógyszerkutatóról készült frás található, amelyeket 9 szerző jegyez. Szerkesztők: Hermeicz István és Takácsné Novák Krisz-



3. ábra. A kémia és a technológia együttélése



Év	Előadás címe	Előadó(k)
1998	Kabay János munkássága	Vigné Kis Ágnes és Mary Krisztina
1999	Földi Zoltán élete és munkássága	Korbonits Dezső és Sente Lajos
2000	Kisfaludy Lajos élete és munkássága	Lőw Miklós
2001	Richter Gedeon, a gyáralapító	Pillich Lajos
2002	Vargha László élete és munkássága	Kuszmán János
2003	Clauder Ottó élete és munkássága	Szabó László
2004	Mészáros Zoltán élete és munkássága	Mészáros Zoltán és Szántay Csaba
2005	Issekutz Béla munkássága	Knoll József
2006	Toldy Lajos munkássága	Sólyom Sándor
2007	Wolf Emil gyáralapító élete és munkássága	Lányi György
2008	Zemplén Géza munkássága	Szántay Csaba
2009	Bruckner Győző életútja és munkássága	Medzihradzky Kálmán
2010	Schön István munkássága	Lőw Miklós
2011	Szejtli József munkássága	Sente Lajos
2012	Bognár Rezső élete és munkássága	Herczegh Pál
2013	Fodor Gábor, aki körül pezsgett az élet	Vincze Irén
2014	Kedvessy György élete és munkássága	Kata Mihály és Erős István

3. táblázat. Az Esti beszélgetések előadásai

tina, kiadó: Magyar Gyógyszerésztudományi Társaság. A könyv 2000 példányban jelent meg, kereskedelmi fogalomba nem került. Ajándékként kapták a szimpóziumok résztvevői és jutalomkönyvként adtuk számos alkalommal OTDK konferencia helyezettjeinek és egyéb, a Munkabizottság által támogatott rendezvények előadóinak.

Egyéb tudományos tevékenység

A Munkabizottság több társszervezettel folytatott és folytat sikeres együttműködést, elsősorban konferenciák, tudományos ülésorozatok szervezésében veszünk részt. Ilyen rendezvény volt 2000 és 2001 között az MKE Szerves és Gyógyszerkémiai Szakosztálya és az SE Gyógyszerésztudományi Kar által rendezett *Hőgyes délutánok* sorozat. Folyamatos a közreműködésünk a MGYT által 3–5 évente megrendezett *Congressus Pharmaceuticus Hungaricus* és a MGYT Ipari Szervezete által gondozott *Clauder Ottó Emlékverseny* szervezésében.

Több, társszervezetek által Magyarországon rendezett nemzetközi konferencia sikeres megvalósításához járultunk hozzá, emellett munkabizottságunk 2012-ben vendégül látta a rangos *PhysChem Forumot*. A rendezvényt az MTA székházában tartottuk. Meghívásunkra neves külföldi szakemberek látogattak hazánkba és tartottak előadást, például 1997-ben Bernard Testa (Univ. Lausanne), 2009-ben Alex Avdeef (pION, USA). Több alkalommal is részt vettünk a *BBB Conference on Pharmace-*

utical Sciences tudományos rendezvény-sorozat szervezésében (pl. Siófok, 2005; Tallin-Tartu, 2007; Antalya, 2009) és fiatal kollégák részvételét támogattuk a rendezvényeken.

Alapítvány a Magyarországi Gyógyszerkutatásért

A Munkabizottság működésének támogatására 1996-ban három munkabizottsági tag, Hermeicz István, Schön István és Takácsné Novák Krisztina 50 ezer Ft alaptőkével létrehozta az *Alapítvány a Magyarországi Gyógyszerkutatásért* nevet viselő alapítványt, amely 1998-ban közhasznú szervezetté alakult. Az Alapítványhoz hamarosan számos cég csatlakozott. A Richter, Egis, Chinoin, Teva, Humán, Ivax, Biogal, Reanal, Cyclolab, Astra Med, Sigma-Aldrich stb. anyagi támogatásával és magánszemélyek által adományozott adó 1%-ából alaptőkéje folyamatosan emelke-

dett, jelenleg 24 millió Ft közeli (**4. ábra**).

Az Alapítvány céljai között szerepel a fiatal gyógyszerkutatók támogatása, a tudományos eredmények minél szélesebb körben való megismertetése és a tudományos tevékenység eredményességének előmozdítása. Munkáját kuratórium irányítja. Az első kuratórium összetétele a következő volt: Szász György (elnök), Mátyus Péter (titkár), Erős István, Fülöp Ferenc, Gyires Klára, Hermeicz István, Schön István. Később a titkári teendőket Zelkó Romána vette át, és 10 éven keresztül Simay Antal töltötte be az elnöki funkciót. A kuratórium jelenlegi összetétele: Fülöp Ferenc (elnök), Zelkó Romána (titkár), Erős István, Greiner István, Gyires Klára, Simay Antal, Szász György, Sente Lajos.

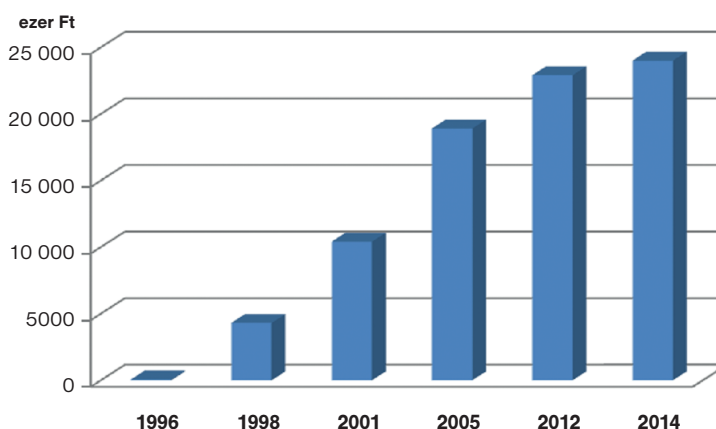
Az Alapítvány az elmúlt 19 évben közel 6,6 millió forintot fordított támogatásra. Támogattuk számos fiatal kolléga részvételét hazai és nemzetközi konferenciákon. Díjat alapítottunk az Országos TDK konferencián a kémia, a gyógyszerészet és az orvostudomány területéről elhangzott legjobb 3 előadás jutalmazására. Két különdíjat ajánlottunk fel, a kétévente rendezett *Clauder Ottó Emlékversenyre*.

2000 óta évente pályázatot írunk ki sikeresen megvédett PhD-dolgozatok szerzői részére. A nyertesek pénzjutalomban részesülnek (melynek összege jelenleg 100 ezer Ft), és meghívást kapnak az éves szimpóziummunkra, ahol beszámolhatnak munkájukról. A pályázat mára igen népszerű, évente 7–17 pályamunka érkezik, melyből a kuratórium választja ki a nyertest. Kivételes esetben két munka is díjazásra kerülhet.

A PhD-pályázat díjazottjait és doktori disszertációik címét mutatja be a **4. táblázat**.

Az Alapítvány 2006-ben létrehozta a magyar gyógyszerkutatásban kimagasló eredményeket elért kutatók munkájának

4. ábra. Az Alapítvány a Magyarországi Gyógyszerkutatásért vagyona





5. ábra.

Díj a Magyar Gyógyszerkutatásért

Ugyanakkor a tudományterületen dolgozó, legalább PhD-fokozattal rendelkező kutatóknak is lehetőségük van írásbeli javaslatot tenni. A jelölést, a díjra jelölt személy érdemeinek egy oldalon történő bemutatásával, levélben, illetve ezzel megegyező pdf formátumban küldött elektronikus levélben kell eljuttatni az adott év március 31-ig a kuratórium titkárához. A kitüntetett személyéről a kuratórium dönt.

A Magyar Gyógyszerkutatásért díj tulajdonosai: Szántay Csaba (2007), Knoll József (2008), Pallos László (2009), Korbónits Dezső (2010), Bajusz Sándor (2011), Tuba Zoltán (2012), Tőke László (2013), Görög Sándor (2014).

Az Alapítvány működése a törvényben előírtaknak megfelelően transzparens. Minden évben készít beszámolót a tevékenységéről, és azt közzé teszi a Gyógyszerészetben és a Magyar Kémikusok Lapjában. A szimpóziumok programfüzetében szintén mindig szerepel az előző évre vonatkozó beszámoló. Az Alapítvány honlapot üzemeltet, melynek elérhetősége: <http://www.pharm.u-szeged.hu/amgy/>

Összegzés

A fenti objektív, számokon alapuló beszámoló után engedtessek meg a krónikásnak – úgy is, mint a munkabizottság egyik kezdeményezőjének, hosszú időn át titkárának és az Alapítvány egyik alapítójának –, hogy szubjektív összegzést is tegyen. Az elmúlt húsz évben a Gyógyszerkémiai és Gyógyszer technológiai Munkabizottság beváltotta a létrehozásakor kitűzött célt. Éves szimpóziuma a hazai tudományos élet egyik meghatározó fóruma lett, ahol bemutatásra kerülnek a gyógyszerkémia és gyógyszer-technológia legújabb hazai kutatási eredményei, komoly szerepet vállalva ezzel az utánpótlás-nevelésben és a fiatalok helyzetbe hozásában. Tevékenységével segíti a

erkölcsi elismerésére a Magyar Gyógyszerkutatásért díjat. A díj egy kortárs szobrászművész által készített kispasztikai alkotás, melyből legfeljebb 10 példány készülhet. Jelenleg a díj, László Péter bronzból készült kispasztikája, egy gondoskodást, gyógyítást szimbolizáló nőalak (5. ábra).

A díjazott személyére elsődlegesen a kuratórium tagjai és a korábbi díjazottak tehetnek javaslatot.

Év	Név, munkahely	Doktori disszertáció címe
2000	Forró Enikő, SZTE Gyógyszerkémiai Intézet	2-Subsztituált cikloalkanolok lipáz katalizálta kinetikus rezolválása
2001	Péter Mária, SZTE Gyógyszerkémiai Intézet	Aminocsoportot tartalmazó vegyületek királis megkülönböztetése
2002	Kurtán Tibor, DE Szerves Kémiai Tanszék	O-heterociklusos vegyületek, szekunder monoalkoholok és primer monoaminok kiroptikai vizsgálata
2003	Hagymási Krisztina, SE II. sz. Belgyógyászati Klinika	A máj redox homeostasisának tanulmányozása kísérletes és humán vizsgálatokban. Antioxidáns-kezelés – antioxidáns-betegség
2004	Pongrácz Zita, SZTE Farmakognóziái Intézet	A Silene italica ssp. nemoralisból izolált ekdiszteroidok
2005	Gyarmati Zsuzsa, SZTE Gyógyszerkémiai Intézet	Aliciklusos cisz- és transz-1,2-difunkciós vegyületek szintézise, enzimes rezolválása és átalakításai
2006	Budai Marianna, SE Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet	Liposzómába zárt gyógyszer-molekulák
2007	Polgár Timea, Richter Gedeon Nyrt.	Szerkezet-alapú virtuális szűrővizsgálatok a gyógyszerkutatás korai fázisában
2008	Bánóczy Zoltán, MTA-ELTE Peptidkémiai Kutató-csoport	Sejtpenetráló peptidek alkalmazása biológiailag aktív vegyületek sejt-bejuttatásában
2009	Szabó Éva, PTE KK Gyermekek Klinika	A halolaj és folsav-szupplementáció hatása európai várandós anyák zsírsav-háztartására a várandósság ideje alatt és a szüléskor: a NUHEAL nemzetközi vizsgálat
2010	Németh Zoltán, Richter Gedeon Nyrt.	Gyógyszer-vegyületek szilárd fázisú analízise: polimorfia vizsgálati módszerek a gyógyszeriparban
2011	Mándity István, SZTE Gyógyszerkémiai Intézet	β-Peptid foldamerek önrendeződések sztereokémiai és oldallánc-topológiai szabályozása
2012	Herczeg Mihály, DTE Szerves Kémiai Tanszék	Az antitrombotikus hatású idraparinux penta-szacharid új szintézise és szulfonsav-tartalmú analagonjainak előállítása
2013	Markovics Adrienn, PTE ÁOK Farmakológiai és Farmakoterápiái Intézet	Szomatosztatin és PACAP hatásainak vizsgálata gyulladás, fájdalom és trigeminovaszkuláris aktiváció modelljeiben
	Sohajda Tamás, Cyclolab Kft.	Biológiailag aktív vegyületek ciklo-dextrin-komplexei: stabilitást és enantiomer-elválasztást befolyásoló tényezők vizsgálata
2014	Ötvös Sándor Balázs, SZTE Gyógyszerkémiai Intézet	Fenntartható katalitikus eljárások kidolgozása folyamatos áramú szintézis-módszerek alkalmazásával

4. táblázat. A PhD-pályázat díjazottjai és doktori disszertációik címe

tudományterületen a PhD- és az MTA doktora fokozatok megszerzését is. A háttérben működő Alapítvány jól szolgálja a munkabizottság céljait, ahhoz komoly anyagi támogatást nyújtva. Mindez nagyrészt köszönhető annak, hogy Hermeicz István hosszú időn át rendkívüli kitartással és igen eredményesen szervezte mindkét grémium munkáját. 2011-ben bekövetkezett

tragikus halála nagy veszteség volt számunkra is. Greiner István méltó utódjának bizonyult, aki hasonló lelkesedéssel és hozzáértéssel vezeti a munkabizottságot és nemcsak szinten tartani, hanem fejleszteni is képes volt annak munkáját.

Mind a Munkabizottság, mind az Alapítvány kuratóriumának aktívan dolgozó tisztségviselőit köszönet illeti.



Kortól függetlenül hasznos lehet, ha megkísérlünk válaszolni az újabb kihívásokra

Beszélgetés Fogassy Elemér professzor emeritusszal

– *Megható érzéssel tölt el, hogy még professzor emeritusként is megtalállak reggel fél 8-kor a tanszéken, mint most is, pedig váratlanul kereslek fel, hogy riportot készítsék Veled a Magyar Kémikusok Lapja olvasói számára.*

– Megtiszeltel számomra, hogy a Lapnak nyilatkozhatok, amelynek rendszeres olvasója vagyok. Több szállal kötődöm a Magyar Kémikusok Egyesületéhez, amelynek Oktatási, illetve Intézőbizottságának tagja voltam.

– *Mi volt életutadban meghatározó, ami a kémia, a vegyészmérnökség felé orientált?*

– Az életemben itt is meghatározó volt az édesanyám, aki sok lemondással, szeretettel, reménnyel minden módon a tanulás felé terelte a gondolataimat. A családban a második világháború után jogászok, erdészek, orvosok és okleveles mérnökök legendái tartották a reményt, hogy az új generáció is sikeres lehet. Így amikor a tanárain is biztatnak, kezdetben ezért, később a tudás biztonságáért, rendszeresen kezdtem tanulni. A csúnya írásom, a szerény rajzkészségem korlátozta a lassan kialakuló mérnöki ambícióimat a kevésbé rideg kémia felé, ezért kerültem a BME Vegyészmérnöki Karára, melyen 1957-ben vegyészmérnöki, 1965-ben gyógyszerkémiai szakmérnöki oklevelet kaptam.

– *Hogyan alakult oktatói-kutatói karriered?*

– Első munkahelyemen, a Chinoin gyógyszergyárban, majd később az EGYT (ma Egis) gyógyszergyárban az volt a feladatom, hogy megadott hatóanyagok előállításaira olyan laboratóriumi eljárásokat dolgozzak ki, melyek megfelelő méretnövelés után alkalmasak voltak ipari technológiák kialakítására. Esetenként az utóbbi munkákat is el kellett végeznem, vagy részt kellett vennem a megvalósításban. Amikor 1964-ben a BME Szerves Kémiai Technológia Tanszékére kerültem, lényegében továbbra is ilyen jellegű kutatásokban vettem részt az előbbieket mellett más gyógyszergyárak, elsősorban a Richter gyógyszergyár megbízásait teljesítve. Ezekben a munkákban hallgatók, doktoránsok és más kollégák is részt vettek. Az eredményeink alapján diplomamunkák, TDK-munkák és tudományos fokozatokért benyújtott disszertációk sora született. Természetesen az eredmények lehetővé tették, hogy a kezdeti tanársegédből – a ranglétrát végigjárva – egyetemi tanár, majd tanszékvezető legyek, és professzor emeritusként töretlen érdeklődéssel ma is végezhessem a munkámat.

– *Kitől tanultál a legtöbbet? Hogyan kezdted el rezolválással foglalkozni?*



– Mindkét kérdésre a válasz König Rezső (Kossuth-díjas vegyészmérnök, a Chinoin legeredményesebb kutatója) meghatározó egyénisége. A Chinoin és a magyar gyógyszeripar egyik meghatározója volt. Közvetlenül mellé kerültem, és napi munkakapcsolatban dolgoztunk. Rendkívül szigorúan, de nagyon jól és sokat tanított. Ennek során egy alkalommal bizonyítani akartam egy molekulaszervezetet egy származékával, amit ő a Klorocid intermedierjének a rezolválásához használt fel később. Ezért fordult a figyelmem olyan feladatokra, melyek során szükséges volt a rezolválás, aminek az lett a következménye, hogy egyre több enantiomer-elválasztást dolgoztunk ki, és idővel egyre több általános érvényű felismerést bizonyítottunk is.

– *Milyen fontosabb gyógyszerhatóanyagok rezolválását oldottátok meg? Melyik eredményedre vagy a legbüszkébb?*

– Elsőként a Tizercin előállítására dolgoztam ki eljárást, majd a Dopegyt racém intermedierjének a rezolválását módosítottam. Ugyancsak jelentős eredmény volt a prosztaglandinok intermedierjének az enantiomer-elválasztása. Ezután következett a részvételem a Jumex, a Levamisol, a Tamszulozin és a Pregabalin enantiomerek elválasztási technológiájának kidolgozásában. Ugyanakkor több gyógyszerhatóanyag enantiomerjeinek az elválasztásában vettem részt, melyek előállítása szükséges volt, de nem került ipari gyártásra. Ezek közül igen érdekes felismerésre jutottunk a Grandaxin, az Inolin, a Probon, a Piretrinek, a Tavegyl, a Diltiazem, a Clopidogréll, a Duloxetin és a Tolperizon metabolitok enantiomerjeinek az elválasztásai során. A legfontosabb felismerésünk, hogy a rezolválás műveletei, kémiai reakciói nem jellemezhetőek lineáris összefüggésekkel. Az enantiomer, illetve diasztereomer keverékek elválasztásának a legfontosabb feltétele, hogy biztosítanunk kell a legalább két fázis közötti megoszlásukat. Ennek során az elválasztás eredményét a kristályosítás ideje, illetve a királis reagensek eutektikus összetétele határozza meg.

– *Milyen tárgyak tananyagát dolgoztad ki? Mely tárgyakat oktattod? Melyiket szeretted a leginkább?*

– Elsőként a „Gyógyszerkémiai alapfolyamatok” című tárgy előadását vettem át és egészítettem ki a tapasztalataim alapján. Később javasoltam, kidolgoztam és előadtam a „Kémiai technológiák alapjai” című tárgyat, mely a legismertebb iparágak egyes jellegzetes technológiáit mutatja be. Ezeket a tárgyakat ma már korszerűsítve kiváló kollégáim adják elő. A „Gyógyszeripari



PHILIP JANOS FELVÉTELEI

Tűzijáték és torta

technológiák” (BSc és MSc) tárgyak folytonos fejlesztése, egyes fejezeteinek az előadása a szívesen végzett feladataim közé tartozik.

– *Évtizedeken át tartó munkásságotat több mint 110 szabadalom és körülbelül 180 folyóiratcikk, illetve könyvfejezet fémjelzi. Még most is van egy kisebb csoportod, szívesen foglalkozol ipari problémákkal, és évente több cikket publikáltok. Hiszed, hogy az ezekkel járó „izgalma” és sikerélmények hozzájárulhatnak egészségedhez, fiatalosságodhoz?*

– Úgy vélem, hogy a tudományos kutatómunka, legyen az egy új felismerés, egy jelenség magyarázata, újszerű megvilágítása, ami a kémiának minden területén szükséges lehet, igényel bizonyos alkotóképességet, és ezt nem lehet nyugdíjba tenni. Kortól függetlenül hasznos lehet még a tudományterület és a kutató számára is, ha az újabb kihívásokra megkísérelünk válaszolni, amíg tudunk. A céltalan élet szellemi és fizikai leépüléshez vezet; ezt késleltetni lehet, ha módszeresen terheljük magunkat.

– *A Te családod is vegyészdinasztia. Néhai feleséged, Mária, sőt lányaid, Gabriella és Katalin is vegyész mérnökök.*

– Ez a szeretett munkahelyem hatása, aminek következményeként még további három családtagunk is vegyész mérnök lett, de a fiam szabadkozott, hogy ő csak gépészmérnök lesz.

– *Hogyan látod a hazai felsőoktatás, benne a BME, a kar és tanszékünk helyzetét?*

– Sok ember úgy véli, hogy a politikához, a sporthoz és az oktatáshoz ő ért a legjobban. Természetesen én sem vagyok kivétel, de most maradunk a felsőoktatásnál, melynek 1952 óta, rövid megszakítással, de valamilyen formában részese vagyok. Ezalatt az akkori patinás felsőoktatási intézmények mellé több tucat újabb is létrejött. Természetesen ezt szükségessé tette az ország ipari, gazdasági és regionális igénye is. A megfelelő épületeket, felszereléseket, az oktatási profilokat, karokat, tanszékeket igen gyorsan ki lehetett alakítani, ez csak pénz kérdése volt. Ugyanakkor a képzett, rutinos, nemzetközileg is elismert előadókat, gyakorlatvezetőket nem lehetett „előállítani” még pénzzel sem. Jelenleg több száz éve, néhány évtizede, illetve néhány éve működő felsőoktatási intézményeink vannak. A BME egyike a legrégebbi egyetemeknek, ezért az itt kialakult oktatási és kutatási hagyományok igen erősek és rendkívül értékesek. A következő generációkat csak évtizedes közös munkával lehet kiképezni. Az utóbbi 25 évben végrehajtott átalakításokra a megnövelt terhelésekkel párhuzamos létszámcsökkentések a legjellemzőbbek. A szükséges egymást nevelő, közös oktató- és kutatómunkát az utánpótlás hiánya erősen megnehezíti.

A Vegyész mérnöki és Biomérnöki Kar a magyarországi mezőgazdasági és élelmiszer-ipari, a szervetlen és szerves kémiára



Születésnap köszöntés. Fogassy Elemér – Faigl Ferenc dékán (balra) és Keglevich György tanszékvezető között

épülő iparágak, különösen a textil- és műanyagipar, a gyógyszeripar minden szintű szakemberképzésének, és nem utolsósorban egyetemünk hasonló oktatóinak is a bölcsője és letéteményese. A robbanásszerűen megnövekedett tudományos és ipari eredmények követése, azok korszerű oktatása és szükségszerű kutatása képezi az alapját az előadásainknak és a laboratóriumi oktatásunknak. A kar szakemberei fogékonyak a tudomány és az ipar kihívásaira, de úgy vélem, hogy a korszerű oktatás és kutatás egy adott területen a „kritikus létszám alatt” nem oldható meg. A VBK a „kritikus létszám alatt” is teljesít, amit jelenleg nem kis mértékben a nyugdíj közeli és utáni kollégák – nem ritkán fél évszázad alatt felhalmozott – szellemi kapacitása biztosít. A mögöttük következőknek a korábbi, értelmetlen intézkedések miatt – bármilyen kiválóak is – legfeljebb egy évtized juthat a felzárkózáshoz. Itt is érvényes, hogy egy adott „kémiai reakció” optimális eredményéhez a megfelelő időt be kell tartani.

A Szerves Kémia és Technológia Tanszék egyik nagy csoportja több mint 100, a másik több mint 75 éve alakult, itt kezdte munkáját a Nobel-díjas Oláh György, innen indult Horváth Csaba, Hajós Zoltán, Földy Zoltán, itt dolgozott Szántay Csaba, az alapító tanszékvezetők Zemplén Géza és Csűrös Zoltán vezetésével.

A tanszék oktató- és kutatómunkájára a kezdetek óta jellemző és folyamatos a szoros együttműködés az ipari, elsősorban a gyógyszeripari üzemekkel, valamint a sok sikeresen elnyert pályázat. Ezek nélkül nem tudnánk fenntartani a nélkülözhetetlen laboratóriumi munkára épülő, a kutatásunkkal összefüggő gyakorlati oktatásunkat. Ugyanakkor a kutatócsoportok vezetése, kapcsolatrendszere nem a tanszékhez, nem a karhoz és nem az egyetemhez, hanem személyekhez kötődik. Ők kinevelik az utódaikat, de – a fentiekkel összhangban – 20 évi hiány van a megfelelő utánpótlásban. Véleményem szerint ezt a csoportok rendkívüli ismeretei, kutatási eredményei és publikációs készsége áthidalhatóvá teszi. Segítheti ezt a törekvést a kialakult, gyakran baráti, esetenként családias, igen segítő tanszéki légkör is, mely a hallgatók, oktatók, kutatók és aktív nyugdíjasok számára vonzó munkahelyet biztosít.

– *Iskolateremtésedet és nemzetközi munkásságotat Varga József-éremmel, Gábor Dénes-díjjal, Zemplén Géza-fődíjjal, Péceli Béla-díjjal tüntettek ki, és egy újabb elismerésben is részed lehet a közeli jövőben.*

– Mindenki örül, ha elismerésben részesül, de soha nem gondoltam, hogy ezeket az elismeréseket a munkatársaim nélkül kiérdemeltém volna.

– *Köszönöm az interjút.*

Keglevich György



Csúcstechnológiák – lépésről lépésre

Beszélgetés Marosi György professzossal

Marosi György egyetemi tanár a Műegyetem Szerves Kémia és Technológia Tanszékén a Gyógyszer-, Környezeti és Biztonságtechnológiai Kutatócsoport vezetője. Ahogyan a csoport honlapján írják: „A tanszéken kifejlesztett új elméleti és gyakorlati módszerek alkalmazásával az anyagtudomány számos területén sikerült előrelépést elérni. Ezek eredményeként a kutatócsoportot EU-projektek koordinálására és több nemzetközi konferencia szervezésére kérték fel a közelmúltban.” Az „előrelépéseket” a csoport vezetőjével beszélgetve mutatjuk be.

– Laborja az égésgátolt polimerek és a gyógyszer-technológiai alkalmazások fejlesztésében is élen jár. Honnan indult a kutatás, hol találkozott ez a két szál?

– Kicsit patetikusan fogalmazva: minden a polimerekkel kezdődött. Ezt tanultam, ez volt az első kutatási területem, a tanszéket is erre a célra alapították. Később szétvált a polimer- és a gyógyszerkutatás, a tanszékeket is átszervezték, de megmaradt egy polimeres csapat, és hosszú ideig elégedett voltam azzal, hogy polimer kompozitokat fejlesztünk. Aztán kezdtük el az égésgátlás vizsgálatát – ez volt akkor a polimerkutatás egyik legizgalmasabb területe.

Anyagtudományi szempontból a polimereknek az a legnagyobb hátrányuk a szerves anyagokkal szemben, hogy meggyulladhatnak. Miközben számos egyéb tulajdonságukat sokoldalúan sikerült javítani, az éghetőség leküzdése nem fejlődött megfelelő ütemben, ezért ez az évek során fokozatosan növekvő szerepet kapott. Ezen a területen ismertek meg a leginkább a külföldi kollégák bennünket, az európai uniós projektekbe is bekapcsolódtunk.

Közben a gyógyszergyárakban lassan-lassan előtérbe került a gyógyszerkészítmény-technológia. Korábban főleg a hatóanyaggyártáson volt a hangsúly, de az új gyógyszerek megkövetelték a gyógyszerformulálás megváltoztatását. A tanszéken a mi munkánk állt a legközelebb a formulálási kutatásokhoz, ezért ezzel bíztak meg bennünket. Nem volt könnyű időszak, mert úgy tűnt, hogy a témaváltás alapos „irányváltást” követel. Egyáltalán nem voltam benne biztos, hogy a mi erőink elegendők ekkora váltáshoz. Aztán a sors úgy hozta, hogy a fordulat a vártnál egyszerűbben következett be.

Először is, a kezdeti nehézségek után, a gyógyszerész-társadalom elfogadott bennünket, ami nagy segítséget jelentett. Másrészt rájöttünk, hogy akkor is formulálás volt a dolgunk, amikor kompozitokat készítettünk – akkor is olyan eltérő fázisokat kellett egybeépítenünk, amelyek „nem szeretik” egymást, és a fázisátárterteget úgy kellett megterveznünk, hogy a hidrofób komponensek tartósan együtt maradjanak a hidrofíl komponensekkel. A gyógyszer-technológiában sincs ez másképp, egyszerűen

csak több a hidrofíl komponens, mint a szintetikus polimerekben. De ez is csak egy darabig volt így, mert most már megújuló nyersanyagforrásból kell keresni a fosszilis alapanyagot nyugvó polimerek alternatíváit. Innentől kezdve a két terület egyre inkább találkozik, hiszen ugyanazok a polimerek válnak fontossá a műszaki polimerek vagy kompozitok fejlesztésében, mint a gyógyszer-technológiában. Beláttuk, hogy a két kutatás kölcsönösen serkentheti egymást, és eldöntöttük, hogy mind a két területen a megújuló nyersanyagokat alkalmazzuk.

Ezután újabb szerencsés változás indult el. A gyógyszeriparban fokozatosan megjelentek azok a technológiák, amelyeket mi már nagyon jól ismertünk a hagyományos polimer kompozitok fejlesztésében. A gyógyszer-technológia nagyon konzervatív. Nem is olyan régen leírták például, hogy ha egy ötven évvel ezelőtti gyógyszer-technológus hirtelen becsöppenne egy mai gyógyszergyárba, pillanatokon belül kiismerné magát. A berendezések sokkal csillogóbbak ugyan, de alapvetően ugyanazokat az eszközöket, módszereket használják most is, mint régen. Ezek előnyösek az értékmegőrzés szempontjából, de kevésbé automatizálhatók és nem annyira flexibilisek, mint azok a technológiák, amelyeket a műanyagipar réges-rég alkalmaz. Amikor rájöttünk erre, az amerikai FDA (amerikai gyógyszer- és élelmiszerellenőrző hatóság) elkezdte szorgalmazni a folyamatos technológiák bevezetését a gyógyszergyártásban. Ebből adódik, hogy mindkét területen ugyanazt a technológiát, ugyanazokat az anyagokat használjuk, és egyre erősebb a konvergencia. A kétféle fejlesztésen dolgozó munkatársak és hallgatók meg tudják osztani egymással a tapasztalataikat.



■ Az OTKA Magazin májusi számában megjelent interjú nyomán.



– *Hogyan használhatják ugyanazokat az anyagokat, mondjuk, a repülőgépen, mint a gyógyszerkapszulában?*

– Itt még nem tartunk, de sok tekintetben ez a jövő. A gyógyszeriparban jobbak az anyagi lehetőségek, drágább alapanyagokat használhatunk, mint a „tömegpolimerek” vagy akár a polimer kompozitok esetében. Ezért alkalmazhattuk például a politejsav különböző kristályossági fokú vagy teljesen amorf változatait gyógyszerhordozóként, és óriási tapasztalatok gyűltek össze ennek a biokompatibilitásáról, a gyógyszer-technológiai alkalmazhatóságáról, a hatóanyag-leadó képességéről és -sebességéről.

– *Mi múlik azon, hogy kristályos vagy amorf a polimer?*

– Az emésztőrendszerünk szakaszaiban csak az, hogy milyen sebességgel szabadul ki a hatóanyag. Persze, ez is nagyon fontos, mert ha nem jól tervezzük meg a polimert, akkor szinte változatlanul keresztülmegy rajtunk a tablettá.

– *Miből távozik gyorsabban a gyógyszer, az amorfból vagy a kristályosból?*

– Az amorfból. De amikor például bőr alatti injekció formájában visszük be a hatóanyagot, óriási jelentősége van a szerkezetnek. Ha a hordozó, a politejsav nem megfelelő, akkor egészen apró kristályok kezdenek keringeni a szervezetben, ami komoly veszélyt jelenthet. Ebben az esetben tehát sokkal nagyobb a jelentősége a kristályos vagy amorf jellegnek. A gyógyszeripari és a kompozit-alkalmazásokban egyaránt a politejsav amorf-kristályos szerkezetének kialakítása és azok tulajdonságai jelentik a legérdekesebb kérdést.

A tejsavnak két királis formája van. A polimerben attól függ az amorf-kristályos hányad, hogy ez a két forma milyen arányban épül be. Eszerint kell megtervezni a polimert. A politejsav-poliglükolsav kopolimerben kisebb a lánc rendezettsége, amitől felgyorsul a gyógyszer-kioldódás. A politejsav önmagában a lassú kioldódású, nyújtott hatóanyag-leadású rendszerekhez használatos, a poliglükolsav gyorsítja kicsit a kioldódást. A hatóanyag-leadás megtervezésében tehát van játékterünk.

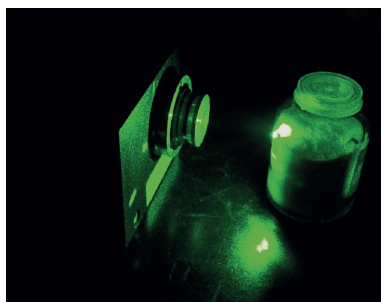
A másik oldalon, a kompozitok esetében a hőállósághoz kell eljutnunk. A politejsav ebből a szempontból nem a legjobb alapanyag. A nagy szilárdságú és nagy hőállóságú kompozitmátrix előállításához sokszor a külön polimerizált D-makromolekulákat kombinálják az L-polimerekkel; ekkor olyan rendezett struktúra – sztereokomplex – jön létre, amelynek a korábbinál nagyobb a mechanikai ellenállása, és a termikus ellenálló képessége is megnő. Jó keveréket nem könnyű előállítani, de ha sikerül, akkor sokat javulnak a kompozittulajdonságok.

– *Mi készül a politejsav kompozitokból?*

– Jelenleg főként csomagolóanyag. A nagy lehetőség viszont a műszaki alkalmazás, aminek most még két akadálya van. Az egyik a politejsav termékek viszonylag kis ütésállósága, a másik az éghetőségük. Tehát szívóssá kell tenni az anyagot és csökkenteni kell az éghetőségét. Ha ez sikerül, akkor teljes értékű műszaki anyagként használható. Ha pedig bővül az alkalmazási kör, remélhetőleg csökken az ára, s akkor már versenyképes az ásványolaj-alapú műanyagokkal szemben.

– *Mi a következő „hasonlóság”?*

– A szintézishez hozzá tartozik a szabályozás, ez szinte a harmadik kutatási irányunk, mert nemcsak a polimert, hanem az abból készülő összetett szerkezeteket is reprodukálható, megbízható, szabályozott módon kell előállítanunk. Megint csak azt mondhatnám, hogy szerencsénk volt. Amikor elkezdtük a látszólag távol eső kutatásokat, a polimer kompozitok és a gyógyszer-technológiák fejlesztését, akkor olyan analitikai módszert kerestünk, amely mind a két területen jól hasznosítható, de még nem



terjedt el. A szakirodalomból kiderült, hogy a bennünket legjobban érdeklő terület, a fázishatárterüetek vizsgálatára nagyon alkalmas a Raman-mikroszkópia. Az optikai mikroszkópból és Raman-spektrométerből álló összetett berendezés akkor

még Magyarországon és Közép-Európában is igen ritka volt. Nagy előnyt láttunk abban, hogy alkalmazásával akár zárt üvegen keresztül is vizsgálhatjuk a gyakran veszélyes gyógyszerkomponenseket, s azok fázishatárterüeteit.

– *Miért jutottak kiemelt szerephez a fázishatárterüetek?*

– A beszélgetés elején érintettem, hogy többkomponensű rendszereket kell egymásba építenünk. A makroszkopikus tulajdonságokat – a hatóanyag kioldódását az egyik oldalon, a mechanikai tulajdonságokat vagy az éghetőséget a másikon – alapvetően befolyásolja a makromolekulák elrendeződése a fázisok találkozásánál. Később, amikor elérkeztünk a nanokompozitokhoz, a fázishatárok – a nanoméretű anyagok nagy fajlagos felülete miatt – döntő jelentőségűvé váltak. Például a nanokompozitok esetén attól függ a fázishatárok „összebékítése”, hogy milyen komponenseket és milyen rétegszerkezetben viszünk be a fázishatárra az optimális kölcsönhatások kialakítása érdekében. Amikor pedig elkészül az anyag, ellenőriznünk kell, hogy ez sikerült-e vagy sem, és mit is állítottunk elő tulajdonképpen. Ehhez nagy segítség a Raman-mikroszkópia.

A gyógyszerkészítmények vizsgálatában azelőtt nemigen szerepelt ez a módszer, de telt-múlt az idő, és egyszer csak előtérbe került, hogy a korábbinál pontosabban kell meghatározni a gyógyszer-komponensek mennyiségét, az alkotók részecskeméretét. Mindenki rájött, hogy ezeknek a kérdéseknek a megválaszolására a Raman-mikroszkópia az egyik legjobb módszer, és egyre-másra jelentek meg a tudományos cikkek.

De volt valami, amit mi valósítottunk meg először. A szintézis, a kristályosítás vagy éppen a nanoszálképzés során üvegszál-optikás Raman-szenzorról vezettük ki az optikai jelet, ezt bejuttattuk a számítógépbe, hogy valós időben, tehát a folyamat minden időpillanatában azonnal információt kapjunk a szerkezetről, a változásokról, a köztitermékek megjelenéséről. A rendszerünk azonban nem csak monitorozásra, nyomon követésre alkalmas, mert egy másik számítógépen keresztül be is avatkozunk a folyamatba. Idejében közbe tudunk lépni, ha például kedvezőtlen kristályforma kezd kialakulni. Ilyenkor gyorsan visszamelegíthetjük a rendszert, megváltoztatjuk a paramétereiket, és olyan módon irányítjuk a kristályosítást vagy a nanoszálképzést, hogy a megkívánt összetétel és szerkezet alakuljon ki. Ezt lehetőleg anyagvesztés nélkül érjük el, hogy az iparban ne kelljen, mondjuk, egy egész sarzsot kidobni.

Nem sejtettük előre, hogy a Raman-spektrometria a folyamatok szabályozásának egyik legjobb eszközévé válik. Ez megint nagy szerencse volt, és a publikációnk új lehetőségekre hívták fel a figyelmet. Az FDA pedig éppen ezt a fajta szigorú kontrollt, a „Process Analytical Technology”-t (PAT) tűzte a zászlóra, és a gyógyszer-készítmények előállításában most mindenhol ezt akarják bevezetni.

– *Közben a kompozitok terén is irigylésre méltó megbízásokhoz jutottak.*

– Hát igen... Amikor nagy divat lett a nanokompozitok előál-



lítása, eleinte kis mennyiségeket tudtak csak produkálni, és a cikkek ezeknek az érdekes tulajdonságairól szóltak. A pályázatokat kiíró szakértők azonban látták, hogy ez még nem technológia. Innen tovább kell lépni, az anyagokat reprodukálhatóan és nagy mennyiségben kell előállítani. Ezért olyan cégeket kerestek, amelyek nagy mennyiségű és különböző célokra alkalmas nanokompozitok gyártására vállalkoznak. Megkívták például a mechanikai tulajdonságok javítását és az égésgátlást. Ekkor több nagy polimergyártó összefogott és trösztöt alakított. Ők voltak a partnereink. Náluk csak óriási extruderek működtek, azokat kellett felszerelni különböző szenzorokkal, mert ellenőrizni kellett, hogy valóban olyan-e a szerkezet, amelyet akartunk, például megfelelő-e a diszperzítás, nincsenek-e aggregátumok az anyagban, amelynek meg is kellett jósolni a viselkedését. Az egyik extruder-szerzésbe például Raman-szenzort építettünk be, amely folyamatosan szolgáltatja a jeleket. Akkor még nem valósítottuk meg a szabályozást, s az extrúzió vonatkozásában ez a feladat még ma is előtünk áll.

– *Messzire eljutottak. ... Hadd térjek vissza a többször említett égésgátláshoz. Mitől lesznek a biopolimerek egyszerű szilárdak, lángállóak és hőállóak?*

– Ezen a területen is viszonylag kevés eredmény született korábban. Mi kezdetben a nagy tömegben használt szintetikus polimerek, például a polipropilén és a poliamid égésgátlásával foglalkoztunk, a biopolimerek tulajdonságairól azonban keveset tudtunk. A leghatékonyabbnak tekintett halogénos égésgátlók mindenhol visszaszorulóban vannak. Általában nem szeretik a halogéntartalmú anyagok alkalmazását. A PVC esetében túlzottan is tartjuk azt az averziót, amelyet időnként tapasztalunk. De kétségtelen, hogy a halogéntartalmú égésgátlók számos esetben bizonyítottan veszélyesek, betiltották az alkalmazásukat. Nemcsak az egészségkárosító hatás miatt, hanem azért is, mert az égéskor felszabaduló gázok tönkretelhetik (korrodálják) értékes berendezések elektronikai rendszerét, ami nagy gazdasági károkat okoz.

Mi rögtön a kutatás elején kizártuk a halogéneket, és megkérdeztük, milyen elemek jöhetnek még szóba. Kiderült, hogy első sorban a foszfor, emellett a szilícium és a bór. Ezután megnéztük például, milyen polimert alkotnak, mert ha polimerekkel dolgozunk, nem rossz, ha maga az égésgátló is makromolekulás: akkor nem vándorol ki az anyagból, nem csökken a hatásossága. Mivel a fázishatárreteg megtervezésében már voltak tapasztalataink, arra számítottunk, hogy ha sikerül makromolekulás égésgátló adalékokat előállítanunk, akkor ezeket össze tudjuk békíteni a polimerekkel. Rájöttünk, hogy ez nem olyan egyszerű, mint a polimer kompozitok tervezése, mert az égésgátló polimerek esetében azt is meg kell tervezni, hogy égéskor éppen akkor induljon meg az égésgátló bomlása, amikor a polimeré. Ha sokkal korábban bomlik el az adalék, elszáll és nem hat, de akkor sem hat, ha a polimer bomlása után bomlik el. Nagyon komoly szinkronizálásra van szükség.

Mivel a polimerek eltérnek egymástól, különböző bomlási karakterisztikájú égésgátlókat kell alkalmaznunk. Vannak olyan makromolekulák, amelyek fokozatosan bomlanak le, lassan csökken a molekulatömegük, mert a molekulák mindig középen hasadnak el, így sokáig megmaradnak szilárd fázisban. De vannak olyan polimerek, amelyeknek a végéről egyenként hasadozik le a monomer-egység, láncreakciószerűen depolimerizálódnak. Ezek gyorsan átmennek a gázfázisba, és az oxigénnel találkozva nagyon nehezen oltható lángot képeznek. Ilyenkor az égésgátlónak rögtön át kell mennie a gázfázisba, amikor elbomlik, hogy gátolja az ott lejátszódó gyökös folyamatokat. Amikor viszont las-

san csökken a polimer molekulatömege, azt kell megelőznünk, hogy egyáltalán kikerüljön valami a gázfázisba, mert akkor nem indul meg az égés. A legtöbb esetben a két folyamat kombinációjával kell számolni. Ehhez két egészen eltérő mechanizmust kell tervezni – ezt a kettősséget próbáltuk meg elérni megfelelően megválasztott foszforvegyületekkel.

Ezután az ember szeretné, ha az anyagait az iparban is felhasználják, hogy az autók, a buszok, amelyekben egyre több a műanyag, biztonságosabbak legyenek. Az ipar azonban olyan égésgátló műanyagot akar, amelyik még a korábbi alapanyagnál is olcsóbb. Az adalékok viszont drágák. Ezért multifunkcionális adalékokat kell kitalálni, amelyek égésgátlók, de más fontos szerepet is betöltenek. A politejsav esetében említettem, hogy az égésgátlás mellett a ridegséget kell csökkenteni. Ha az ember ügyes, akkor ezt a két célt egyetlen adalékkal elérheti, és így már nem kétszer akkora az árnövekedés a kétféle módosítás hatására. Ezen is dolgozunk: a kompozitokban a szálerősítő esszenciális komponens – legyen akkor maga a szálerősítő az aktív égésgátló! Így nem növeljük az előállítási árat. Ez a gondolat vezetett el a beszélgetés elején említett repülőgépekhez kapcsolódó EUPályázatok megvalósításáig.

A repülőtervezés területén két fejlesztésbe kapcsolódtunk be. Kétfajta, szigorúan égésgátló polimert kell alkalmazni, hőre lágyuló polimereket az egyszerűbb berendezési tárgyak elkészítéséhez és hőre keményedő polimereket ott, ahol nagyobb szilárdságra van szükség.

Az Európai Unió Clean Sky Eco-Design programjának célja, hogy a repülőtervezésben is minél könnyebben újrahasznosítható vagy lebomló anyagokat alkalmazzanak ugyanúgy, mint máshol. Az egyik jelölt a politejsav, illetve az abból készült égésgátló és fröccönthető – hőre lágyuló – kompozitok.

A megfelelő hőre keményedő, természetes eredetű műanyagok megtalálása sokkal nehezebb, mert ezek lebontása, újrahasznosítása nem megoldott; ki kell találni, mi történjen velük, miután elhasználozták. A másik projektünkben azt az alapanyagot kerestük, amely könnyen megszerezhető a természetből és jó polimer: jó epoxigyanta gyártható belőle. Úgy találtuk, hogy ez a cukor. Cukorból most a kettőnél többet is termelnek, és cukorkémikus kollégáim meggyőztek arról, hogy nem az élelmiszerektől vonjuk el az értékes anyagot, ha cukrot használunk, mert ipari módon, például a keményítőtől, melléktermékekből enzimikus lebontással is elő lehet állítani. Munkatársaimmal megláttunk annak lehetőségét, hogy a bisfenol A néven ismert és egészségügyi aggályokat felvető 4,4'-(propán-2,2-diil)difenol monomer helyett cukorból állítsuk elő azt a monomert, amelyikből jó epoxigyanta készülhet. Nekünk azonban nem egyszerű, hétköznapi használatra alkalmas epoxigyantához kellett eljutnunk, hanem olyanhoz, ami a repülőgépiparban is megfelelő, ott pedig rendkívül nagyok a hőállósági követelmények, ezért fontos, hogy az anyag „üvegesedési átmenete” minél magasabb hőmérsékleten legyen. Meglepő módon, végül találtunk olyan szerkezetet, amely nemcsak elérhető, hanem meg is haladja a repülőgépiparban elfogadott epoxigyanta üvegesedési hőmérsékletét. Ebben a projektben nem az égésgátláson volt a hangsúly, de a fejlesztés természetesen ebben az irányban is folytatódik.

– *Valóban lesz repülő ebből az anyagból?*

– A Clean Sky óriási európai program. Éppen az elmúlt héten értesítettek bennünket, hogy menjünk ki Brüsszelbe, mert a jók közé válogatták be a projektünket. A kollégánom iderakott egy cédulát, tudok puskázni: 481 projekt közül 69-et soroltak az „eco-design” kategóriába, és mi bekerültünk a három legjobba.



A kolléganóm elment Brüsszelbe (én nem értem rá), találkozott a repülőgépgyárak vezető munkatársaival, akiknek az érdeklődését felkeltette a fejlesztésünk. Persze, a gyártók versenyeznek egymással, és jól hangzik, ha valaki „eco” címék repülőgépet gyárt. Nyilván ennél sokkal fontosabb műszaki igényeknek kell eleget tenniük, de a repülőgépektől is egyre jobban megkövetelik, hogy környezetkímélők legyenek.

Úgy tűnik, megtaláltuk a jó anyagot, de nagyon kellene még egy projekt, amelyben a gazdaságos előállítás is kidolgozánk. Eddig csak laboratóriumi kutatást folytattunk. Ha nagyobb léptékben is sikerül a gyártás, nyugodt szívvel mondanánk, hogy ebből csináljanak repülőt, mert érdemes.

Aztán ott vannak a lopakodó repülőgépek, ezek igen drága kompozitokból készülnek. Ha egy fémtestű repülőgépbe csap be a villám, észre sem vesszük. De egy ilyen kompozit repülőgépbe úgy fúródik bele, mint egy dárda: csúnya sérüléseket okoz. Rossz időben pillanatonként csapkodhatnak a villámok, amelyek jelentősen károsítják a lopakodó felszínét. Ezt korábban is tudták, és úgy védekeztek ellene, hogy bronzhálót borították be a kompozitot. Igen ám, de közben egyre érzékenyebb radarokat fejlesztettek ki, és a radarok már ezt a bronzhálót is észrevették. Ezért a kompozitrepülő „láthatatlan” áramvezető réteggel kell bevonni a bronzháló helyett. A fém általában szénnanoszállal váltják ki; nekünk jól vezet, szénnanoszállal epoxikompozitot kellett kidolgoznunk. Sikerült.

– És időközben nagyon komoly matematikai, fizikai kémiai hátteret „építettek fel” a kutatásaikhoz...

– Ezek az elemek összefüggnek egymással. A matematikai alapot főleg a Raman-spektrometriához és az ahhoz kapcsolódó folyamatszabályozáshoz kellett megteremteni. Egyetlen mérési pontban is rengeteg hullámszámmal jelentkeznek elnyelések valamekkora intenzitással – de ez csak egyetlen spektrum. A spektrumokat azonban sorozatban vesszük fel, ami óriási adatmátrixhoz vezet. Hirtelen olyan áttekinthetetlené válik az adathalmaz, amit nem lehet feldolgozni a hagyományos módon. Sokszor nemcsak az intenzitást kell látni, hanem olyan finomságokat is észre kell venni, mint a jelalak változása, a jel kiszélesedése, egy kicsi elmozdulás a hullámszámban. Ezért minden egyes jelnek minden jellemző értékét matematikailag fel kell dolgozni, követni kell az időbeli változást és korrigálni kell a mérések apró eltéréseit. Végül ebből a sok-sok adatból ki kell „kristályosítani” egyetlen egy jelet, ami jellemző az adott állapotra, és szabályzójelként lehet a szabályozórendszerbe bevinni, hiszen annak egyértelmű parancsra van szüksége.

Ehhez komoly matematikai apparátust használunk, aminek, persze, nagy irodalma van, de azt meg is kellett tanulni. A rendszernek borzasztó gyorsan kell működnie, mert a folyamat előrehaladása közben a szabályzójelet minden egyes időpontban el kell küldeni a számítógépnek. Egy-két kollégám ezen a kometriai fejlesztésen dolgozik.

– Amikor elkezdődött a pályája, nem érezte úgy, hogy a poli-mereket már „kitalálták”, már csak apró eredményeket lehet elérni?

– Természetesen nem lehetett előre látni azt a szédületes változást, ami bekövetkezett. Szerencsére, az egyetem után olyan csoportba kerültem, ahol hamarosan elindult a kompozitok vizsgálata. Kezdetől fogva nagyon élveztem például, hogy megtanultuk az igazán jó lökhárítók kifejlesztését. Akkoriban jelentek meg az autók az első műanyag lökhárítók, és az anyaguk összetételének tervezése bőségesen adott izgalmas feladatokat. Nemsokára megismerkedtem az égésgátlással, amely azóta sem

került le a palettánkról. Érdekes szenzációként robbantak be a kutatásba a nanokompozitok. Eleinte úgy tűnt, mindenre megoldást kínálnak, és rengeteg munka kellett ahhoz, hogy ebből a sok ígéretből néhány valóra is váljon. Ismét újdonságot jelentettek a biohatóanyagok. A gyógyszeriparban óriási változás, hogy a kis molekulás hatóanyagok mellett makromolekulás, tehát polimer, fehérjealapú gyógyszereket is alkalmaznak. Ezek óriási üzletet jelentenek, mert hatékonyak és rendkívül drágák. Emellett viszont nagyon érzékenyek; sokkal könnyebben bomlanak, mint a többi polimer. Ezért olyan eljárást kell találni a gyógyszerek elkészítéséhez, amely hosszú távon megőrzi a makromolekulák szerkezetét. Ez nem könnyű, de megint szerencsénk volt, mert már hosszú évekkel ezelőtt előállítottunk nagy szilárdságú szálakat. A fejlesztésünk most visszaköszönt, mert ha nanoszálakba építjük be a hatóanyagot, akkor nagyon kíméletesen tudunk belőle gyógyszert készíteni, a gyártás közben a hatóanyag minden kedvező tulajdonságát megőrizzük. Ráadásul az előállítás a folyamatos és jól kontrollálható gyógyszer-technológiai fejlesztési vonulatba tartozik. Ezeknek az újfajta gyógyszereknek a feldolgozása és stabilizálása, esetleg hatékonyságnövelése megint izgalmas feladat.



Mindezt nem sejtettem, és persze, ma már szélesebb a látóköröm, mint eleinte. Ez jó érzés, de akkoriban nem éreztem hiányt. Tökéletesen meg voltam elégedve azzal a munkával, ami nekem akkor adódott, sőt, számos tekintetben nagy-nagy nosztalgiával emlékszem a kezdetekre, mert akkor tényleg volt idő arra, hogy az ember elmenjen a gyárakba. Sokszor éjszaka dolgoztunk a kollégámmal vagy a kollégáimmal. Általában ketten voltunk egy éjszakai műszakban a Tiszai Vegyi Kombinátban, és ha a műanyagok gyártása közben adódott valamilyen probléma, a hatalmas gyártóberendezések között hirtelen kellett kitalálnunk a megoldást. Hogy reggel, amikor bejönnek az ottani mérnökök, azt jelenthessük: volt ugyan üzemzavar, de most már folyik a gyártás, nem pedig azt, hogy leállt az egész gyár a mi anyagunk miatt. Az bizony nagy izgalom volt.

Eltanultam az ottani munkásoktól, hogy az a leggyorsabb analízis, ha az ember belemarkol a granulátumgyöngyökbe, kivesz egyet és megrágja. Ha találkozom egy műanyaggal, ma is megrágom, és meg tudom mondani, miből van, mert annyit tapasztaltam akkor, hogy már a kis rugalmassági különbségek is árulkodóak számomra. Ez nagyon szép időszak volt. Egyáltalán nem mondanám, hogy rosszabb lett volna, mint most.

Silberer Vera



Tudóssorsok és emlékművek



*Hargittai István – Hargittai Magdolna:
Budapesti séták a tudomány körül,
Akadémiai Kiadó, Budapest, 2015*

Szép kiállítású, adatgazdag könyvet tarthat a kezében az olvasó, rengeteg fényképpel. Hargittai István és Hargittai Magdolna sétáltak, fényképeztek és mindennek utánanézték. Nemcsak a magyar tudományos élet kiemelkedő szereplőinek emlékét megőrkítő szobrokkal, domborművekkel, emléktáblákkal ismerkedhetünk meg, hanem azzal is, hogy mivel érdemelték ki a szereplők a megtiszteltetést, milyen életük volt, hol tanultak és hol éltek. Sokuk életét megkeserítette a politika és a háború, el kellett hazájukat hagyni, sőt azután is tovább és tovább vándorolniuk. A hely szellemének fontosságát sem mellőzik, így látjuk az egyetemeket, középiskolákat, a Magyar Tudományos Akadémiát, a múzeumokat és más középületeket, valamint ahol egyes tudósok születtek, ha az Budapesten történt.

A szerzők a Nobel-díjasokra és a „marslakókra” fordítják a nagyobb figyelmet, nekik van emléküik is Budapesten, amit le lehetett fényképezni. Sajnos, sokak emlékét még emléktábla sem őrzi, pedig elő kellene hívnunk emléküket a felejtés homályából. Sok világhíres magyar tudós volt, akik itthon vagy külföldön alkottak jelentőset. Szily Pál (Paul von Szily) (Budapest, 1878 – Mosonmagyaróvár, 1945) feltétlenül ide kívánczok, úgy is, mint áldozat. Őt a tudománytörténeti könyvek a pufferoldatok feltalálójaként tartják számon. Németországi peregrinációjából hazatérve orvosként dolgozott, először Budapesten, mint az I. sz. Sebészeti Klinika, majd a Rókus Kórház sebésze, 1908-tól a budai Tüdőbeteg gondozó főorvosa, 1908-tól a Zsidó Kórház főorvosa. 1928-tól az OTI mosonmagyaróvári rendelőjének főorvosa volt. 1944-ben állásától megfosztották, majd 1945-ben a nyilasok elhurcolták. Hálás betegek révén sikerült kiszabadulnia, de mivel súlyos cukorbetegsége nem kapott gyógyszert, 1945. augusztus 18-án

elhunyt. Számos orvosi cikket publikált, sokat idézték külföldi lapokban is. Mosonmagyaróváron utcát neveztek el róla. Megemlíthetjük Róna Erzsébetet (Budapest, 1890 – Oak Ridge, 1981) a radioaktivitás kutatásának egyik úttörőjét, aki Hevesy munkatársa volt, majd a kor legnevesebb laboratóriumaiban dolgozott. 1941-ben az Egyesült Államokba emigrált, ahol először titkos nukleáris kutatásokban vett részt, majd az Oak Ridge-ben felépült híres atomkutató intézet munkatársa lett. Zeisel Éva (Budapest, 1906 – New York, 2011), a világhírű keramikus, aki Polányi Laura (ő szerepel a könyvben) lánya volt, azért igényelhetne néhány sort, mert az 1930-as években a Szovjetunióban elszendvedett börtönlélményei adták gyerekkori barátjának, Koestlernek a közvetlen alapanyagot az e könyvben szintén említett *Nappali sötétség* című könyvéhez.

A recenzióban van azért egy kisördög, ami arra ösztökélte, hogy találgon kihagyott emlékeket. Nem sokat talált. Talán Bárczy Gusztáv (szül. Kratina Gusztáv) (1890–1964) orvos, gyógypedagógus, az ELTE Gyógypedagógiai Kara névadójának emléktábláját említhetném a Bartók Béla út 56. ház falán. Esetleg a régiek közül Martinovics Ignácot (1755–1795), akinek fizika (kémia) könyve ránk maradt; sírja a Kerepesi temetőben, emlékműve pedig a Vérmezőn található. Szobra is van, a XII. kerületi Kék Golyó utca 6. udvarán. Mártírtársa, Hajnóczy József (1750–1795) jogtudós volt, akiről utca is van elnevezve, egykori lakóházán pedig emléktábla. Görgy Artúr (1818–1916) kémiai munkásságát is számon tartja a tudománytörténet. Igaz, hogy budapesti szobra a katonai tetteinek szól, mert tudósak ritkán állítanak lovasszobrot. (Prágai emléktábláján az is szerepel, hogy „neves vegyész”). Bolyai Jánost említi a könyv a magyar géniuszok között, de budapesti szobrot nem közöl. Meglepő, hogy a kiváló matematikusnak és hadmérnöknek nincs köztéri szobra a fővárosban. Egy nem túl régi mellszobrot azért lehet találni, az Üllői úti emlékparkban 1992-ben avatták. Az ottani épület-együttest, a Bolyai János Katonai Műszaki Kar beolvasztása után, eladták, a szobor vándorútra indult a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Hungária körúti kampuszára. 2012. január 1-től az intézmény az újonnan létesített Nemzeti Közszolgálati Egyetem része.

A könyvet érdekes történetek színesítik. Én a remélhetőleg megjelenő 2., bővített kiadásból kihagynám a Hevesyre vonatkozó azon anekdotát, hogy a húst, amit másnap a levesben megették, sugárzó izotóppal jelölte meg. Ez ugyanis a közveszély okozás minősített esete lenne, és nem hiszem, hogy Hevesy ilyet tett. A nyomjelzés módszerének felismeréséhez sincs köze, mert annak történetét Hevesy Paneth-hez intézett 1913-as leveléből ismerjük. Inkább jellemezné Hevesyt az, amikor Max von Laue Nobel-díját a koppenhágai laborjában feloldotta, hogy az érem ne kerülhessen a bevonuló német csapatok kezére. Másrészt érdemes lenne egy igaz történetet beleírni, aminek Dr. Krepuska Géza (1861–1949) orvosprofesszor a főszereplője, akinek az emléktábláját bemutatja a könyv. A tudomány sok mindenre képes, még arra is, hogy trianoni békeszerződés keretében elcsatolt területet visszaszerezzen. Krepuska, a Szent Rókus kórház fül-orr-gégész professzora 1905-ben vett egy birtokot Somoskő és So-



moskóújfalu határában, ahol bazaltbányája is volt. 1920-ban az egész terület Csehszlovákiához került. A határrendező bizottság angol tisztje megbetegedett, Krepuska megoperálta és meggyógyította. Krepuska rábeszélte a tisztet, hogy a bizottság utazzon el a területre, és győződjön meg arról, hogy színmagyar részt csatoltak el. Meggyőződtek. Némi huzavona után a Népszövetség Tanácsa a magyarok mellett döntött. Azóta is Magyarországhoz tartozik a terület. Egy könyv terjedelme nem teszi lehetővé, hogy mindent számba vegyen. A Mintagimnázium esetében a sikeres életpályát befutók, világhírű volt hallgatók sorát én kibővíteném az MTA két volt elnökével Erdey-Grúz Tiborral (rőla röviden szó esik) és Kosáry Domonkossal (1913–2002), akinek osztálytársa Ságvári Endre (1913–1944) volt. Nem hagynám ki Kandó Kálmánt sem, aki a fasori gimnáziumban kezdett, de itt érettségizett, vagy Kőnig Dénest, akik szerepelnek a könyvben, de a középiskolájuk nem kerül említésre. Mauthner Nándorról azt írták a szerzők, hogy 1934, levelező taggá választása után 1944-es öngyilkosságáig „nincs információnk róla”. Ez valószínűleg valamilyen félre-

értésen alapul, hiszen a budapesti tudományegyetem c. nyilvános rendkívüli tanáraként dolgozott, és még az 1940-es évek elején is sok publikációja jelent meg a szerves kémia tárgy körében. Az Egyetem Almanachjából azt is megtudhatjuk, hogy a Ferenciek tere 4.-ben lakott.

A szerzők szándéka az volt, hogy az emlékművek értő bemutatásával népszerűsítsék a tudományt, és az is, hogy kifejezzék a tudomány és Budapest iránti szeretetüket. Az előbbi célt kétségkívül sikerült elérniük, az utóbbit érzi az olvasó, aki a könyvet forgatja.

Mindenkinek ajánlom a könyvet, aki szereti a szép és tartalmas könyveket, és értékeli a tudományt és a tudósokat, akiknek a mai, talán nem jobb, de kényelmesebb életünket köszönhetjük. A hallgatóimnak is fogom ajánlani, akik ritkán tudnak arra a kérdésemre válaszolni, hogy hol van Budapesten Watt szobra. Én azt szoktam nekik tanácsolni, és ez a könyv is ezt üzeni: Budapesten felfelé és előre kell nézni.

Inzelt György

Lehet még vulkánkitörés a Kárpát-medencében?

A Kárpát-medence legfiatalabb vulkánja, a Szent Anna-tóról ismert székellyöldi Csomád-hegység alatt még van olvadékok tartalmazó magmás test, tehát nem zárhatjuk ki, hogy az inaktív tekintett tűzhányó felébred. Az MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoportjának sikerült meghatározni a Csomád kitöréseinek idejét, és megállapította, hogy a vulkán jóval fiatalabb, mint eddig gondoltuk.

Az MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoportnak újszerű kormeghatározási módszerrel sikerült pontosan meghatározni, mikor történtek a Csomád kitörései, és milyen hosszú lehet a vulkán alatti magmatározó élettartama. Mindezek alapján újabb tudományos érv szól amellett, hogy megvan az esélye, hogy a látzólag inaktív tűzhányó felébredjen, és újabb vulkánkitörés következzen be. Természetesen ez nem azt jelenti, hogy bizonyosan lesz újabb kitörés, de a lehetősége fennáll. A friss kutatási eredmények alapvetően módosítják a tűzhányó korábbi vulkáni működési idejéről alkotott nézeteket. A kutatók rámutatnak: a Csomád jóval fiatalabb vulkán, mint ahogy eddig gondolták a szakemberek. Erről szóló tanulmányukat a Journal of Volcanology and Geothermal Research augusztusi száma közli.

Különösen nehéz értékelni a vulkáni veszélyt olyan területeken, ahol a történelmi időkben nem volt kitörés, és ahol nincs erre vonatkozó tapasztalat. Európában nem sokan gondolnák, hogy vulkánkitörés fordulhat elő akár Franciaország, akár Németország területén. Pedig mind az Auvergne, mind az Eifel térsége olyan terület, ahol 6–10 ezer éve még volt vulkáni működés, és ahol nincs kizárva, hogy a jövőben újabb ilyen eseményre kerül sor. A kutatócsoport friss tanulmánya rávilágít, hogy a Kárpát-Pannon térségben is hasonló a helyzet. Bár ezen a tájon utoljára 32 ezer éve lépett működésbe vulkán, a Csomád tűzhányó korábbi története azt jelzi, lehet még folytatás.

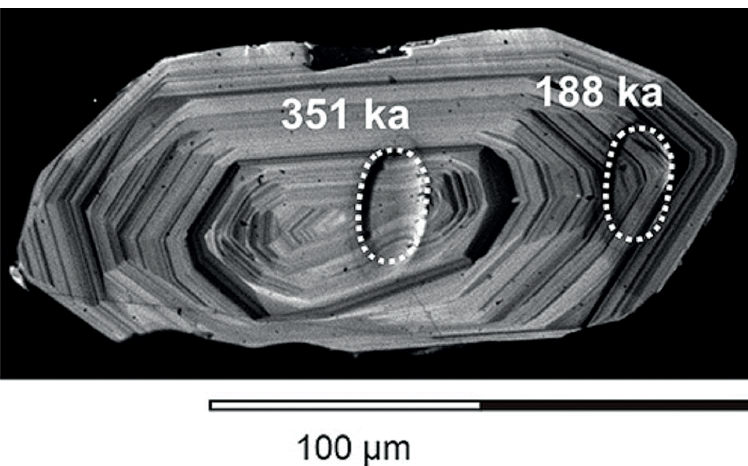
Precíz kormeghatározás

A kutatók a cirkon urán-hélium és urán-tórium kormeghatározása alapján rekonstruálták a Csomád legutolsó intenzív vulkáni működési szakaszában zajlott, jelentősebb kitörések korát. Kiderült, hogy a tűzhányó – vélhetően hosszú, akár 40 ezer éves szunnyadás után – 56 ezer évvel ezelőtt egy igen heves kitörésekkel tarkított aktív periódusba lépett. Ez a szakasz 32 ezer évvel ezelőtt ért véget. Ebben az időszakban alakult ki a Mohos- és a Szent Anna-kráter, mégpedig hatalmas, robbanásos kitörésekkel. Új eredmény, hogy a Szent Anna-tó krátere nem a legutolsó kitörés során jött létre, hanem 39 ezer évvel ezelőtt. (Ez a vulkáni

A Csomád-hegység a Szent Anna-kráterrel, előtérben a Mohos láppal kitöltött krátere



FODOR ISTVÁN FELVÉTELE



A cirkonkristály belseje 350 ezer éve alakult ki, a külső része pedig 188 ezer éve kristályosodott. A magmakamra mindeközben létezett a vulkán alatt

működés talán a chilei Calbuco tűzhányó alig két hónapja, április 22-én történt kitöréséhez hasonlítható.) A Csomád esetében a több mint 10 kilométer magasra emelkedő vulkáni hamufelhőből még 20 km távolságban is több centiméter nagyságú horzsakövek potyogtak, ezt őrizte meg a Kézdivásárhely közelében lévő homokfalban egy 20 centiméter vastag vulkáni réteg. A vulkáni hamuanyag egészen a Fekete-tengerig eljuthatott, és kimutatása izgalmas kihívás a vulkáni üledékek elterjedésével foglalkozó kutatóknak.

Robbanásos kitörések és izzófelhők

Az MTA–ELTE kutatócsoport friss tudományos eredménye azonban arra is rámutat, hogy hasonló nagy robbanásos kitörések többször is előfordultak a Csomádon, a közbeeső időszakokban pedig a lassan kitéremkedő lávadómok összeomlása okozott pusztító izzófelhőket, amelyek felperzselték a vulkán oldalán élő növényzetet. Egy ilyen izzófelhő anyagában elszenesedett növénymaradványok is előfordulnak, ezek szénizotópos vizsgálatával állapították meg 2010-ben, hogy az utolsó kitörés 32 évvel ezelőtt történt. Most ugyanezt a vulkáni képződményt ismét elemezték, és a cirkon-kormeghatározás alapján újra 32 ezer éves kitörési kort kaptak. Mindez nemcsak a vulkáni működés korát erősíti meg, hanem az újszerű vizsgálati módszer alkalmazhatóságát is. *Jorge Vazquez* geokronológus, a tanulmány egyik bírálója megjegyezte, hogy az MTA és az ELTE kutatóinak friss eredményére valószínűleg gyakran fognak hivatkozni a szakirodalomban, mivel a cirkon urán-hélium módszert ilyen fiatal vulkáni működés idejére és ilyen felbontással eddig még nem alkalmazták. „A frissen publikált eredmények nagy jelentőségűek, és fontos, hogy mindkét esetben újszerű vizsgálati módszert alkalmaztunk. A bazaltvulkánok kialakulásának felderítésében a kőzetekben lévő ásványok megjelenésének és kémiai összetételének nagy felbontású elemzése ad új perspektívát. A Csomád esetében a cirkonásványok héliumizotópos kormeghatározásával sikerült megadnunk a kitörési korokat. A kapott eredményeket más kormeghatározási módszerekkel ellenőriztük, és ugyanolyan koradathoz jutottunk. Ez pedig új lehetőséget jelent a tűzhányók működési idejének meghatározásában” – mondta *Harangi Szabolcs*, az MTA–ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport vezető kutatója.



A Csomád-hegység és Bálványos közelében, a mofettákban feláramló szén-dioxid is arról tanúskodik, hogy a mélyben még lehet magmás anyag

Felolvad a magmakása

A tanulmány egy másik fontos eredménye, hogy a cirkonkristályok urán-tórium kormeghatározásával pontosítani lehetett a kristályosodás idejét, azaz a vulkán alatti magmakamra fennállásának idejét. A kutatás meglepő eredményhez vezetett: bár a Csomádon 32–56 ezer évvel ezelőtt történtek a kitörések, a kitörési anyagban lévő cirkonkristályok már jóval korábban kialakultak. A magmatározó már 350 ezer évvel ezelőtt létrejött, a cirkonkristályok nagy többsége pedig 100–200 ezer éve keletkezett. Mi történt a kristályosodás és a kitörések között? A magmatározóban ekkor egy kitörésre nem képes, kristályokban gazdag anyag lehetett, amely feltehetően nem tartalmazott 30 százaléknál több olvadékat. Ez a magmakása akár több tízezer évig is megmaradhatott ebben az állapotában, közel a megszilárdulási hőmérsékletéhez, akár úgy is, hogy közben nem történt vulkánkitörés. Aztán friss bazaltos magma érkezett a földkéropenyből, felhevítette és részben felolvasztotta a magmakását, így akár néhány évtized alatt előállt a kitörésre kész magma, ami többször is heves, robbanásos módon tört a felszínre.

A kutatók rámutattak, hogy a Csomád alatt jelenleg is lehet magmakása. A mostani tanulmány azt hangsúlyozza, hogy egy ilyen anyag több tízezer éven át is megmaradhat, és akár azután is reaktiválódhat, azaz kialakulhat belőle vulkánkitörést tápláló magma. A kutatócsoport eddigi eredményei alapján tehát azt mondhatjuk, hogy a Csomád – bár látszólag inaktív vulkán – joggal tekinthető potenciálisan aktív magmakamrával rendelkező tűzhányónak (ún. PAMS vulkán).

„Ez fontos üzenet nemcsak a tekintetben, hogy esetleg felújulhat-e a Csomád, hanem általában a hosszan szunnyadó, akár látszólag inaktív vulkánok működésének megértésében is. A jövőbeli vulkánkitörések kulcsa a mélyben, a magmakamrában van. Az ott zajló folyamatokat kell jobban jellemezni, megismerni. Mi is ez irányban folytatjuk a kutatásainkat, szeretnénk még pontosabban meghatározni a tűzhányó kitöréseinek, illetve a környezetében zajlott kitörések idejét, a magmakamrában zajló folyamatok körülményeit” – tette hozzá *Harangi Szabolcs*.

A friss kutatási eredmények tehát arra hívják fel a figyelmet, hogy még számos hasonló tűzhányó lehet a Földön. Felújulásuk lehetőségét a vulkán alá pillantással, azaz a korábbi kitörések anyagának nagy felbontású elemzésével lehet értékelni. E módszerek lehetnek a vulkáni veszély előrejelzésének új eszközei. (*mta.hu*)

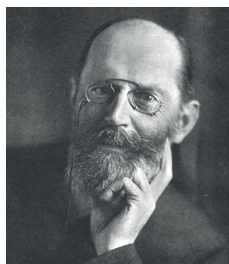


Vegyészkalendárium

Pap József Sándor rovata

HERMANN EMIL FISCHER (1852. OKTÓBER 9.) – A KLASSZICISTA.

A Fischer családban nyolc testvér közül hat éri meg a felnőttkort egy Bonnhoz közeli kisvárosban, Euskirchenben. Köztük egyetlen fiú, a legkisebb, Emil. Az öt nővér cicaharca elöl gyakran menekül a szomszédos August nagybácsihoz, ahol a nemek aránya épp fordított: öt fiúra jut egy lány. Az unokafivérek egyikével, Otto Fischerrel fejtik meg később a rozalinin színezékek szerkezetét. Gyermekkora tehát felhőtlen, szülei gondoskodása fontos szerepet játszik későbbi tudományos fejlődésében, vegyészeti iránti lelkesedésében. Többek között azért is, mert apja, Laurenz Fischer és társai gyapjúfonó vállalkozása felállít egy kis színezék-kísérletező



műhelyt. Abban az időben a természetes színezékek alkalmazása rosszul reprodukálható. A kis Emil közvetlenül láthatja, hogyan hasznosulnak a kísérleti tapasztalatok a gyártásnál. Apja másik vállalkozása egy sörfőző Dortmund közelében, szintén jó gyakorlóterep egy leendő vegyész számára. Az apa tehát egyértelmű példakép, de az anya (határozott politikai nézetei miatt a családban sokszor „Frau Bismarck”-ként emlegetik) is legalább ennyire meghatározó szerepet tölt be Emil nevelésében. Tőle örökli független és átgondolt véleményformáló képességét.

Iskolai tanulmányait alig ötévesen kezdi, hamar kitűnik képességeivel. Kilencéves koráig az apja által alapított magániskolába jár, innen kikerülve semmi gondja nem akad a közép- és főiskolán. Bonnban rendszeres résztvevője a táncmulatságoknak és ivászatoknak (saját maga a féktelen dohányzást és sörivást teszi felelőssé későbbi gyomorbetegségeiért). 1896-ban végzi a legkitűnőbb minősítéssel.

Apai nyomásra egy fűrészmalomban gyakornokoskodik, s mivel nem tiltják, létrehoz egy kis kísérleti laborot a gyár területén. Rövidesen azonban a tulajdonos belátja, hogy jobb, ha a bűdös és tűzveszélyes kísérleteket a kerítésen kívül tudja, s Laurenz is belátja, fiából kémikust kell faragni. Emil 1871-től három félévet tölt a Bonni Egyetemen, a kémiát Kekulé-től tanulhatja. A felszerelés kritikán aluli, más intézet után kutatva jut el Otto társaságában Strasbourgba, Adolf von Baeyer laboratóriumába. Emil újra csak kitűnik analitikai érzékével, rövidesen a szerves kémia tanszéken kezd doktori tanulmányaiba, ahol a melltsav redukcióját vizsgálja. Balesete egy redukciós termékkel és higanyal teli, 25 kilós csiszolt dugós üveggel azonban feladásra kényszeríti (beszakad alatta a labor padlója, így az összes munkája kárba vész). Von Baeyertől másik témát kap, sikeresen azonosítja a fenoltalein szerkezetét, és 1874-ben átveheti doktori diplomáját, egyúttal felveszik asszisztensnek.

Első témájában rögtön sikert ér el: benzidin (később anilin) és salétromsav elegyéhez szulfidot adva szilárd terméket izolál, ebből sikerül benzoészav-klorid és sósav felhasználásával fenil-hidrazint előállítania. 1875-ben követi von Baeyert Münchenbe, a következő évben itt habilitál. Fél évet Strasbourgan tölt (Roséval sörélesztőgombák mikroszkópos vizsgálatát végzi), 1879-től kinevezik a Münchener Egyetem analitika tanszékének vezetésére. Kollégái és barátai között van Gabriel, Koenigs és Otto Fischer. A rozalinin színezékekkel ismertté válik, hiszen a szerkezet kérdésében a nagy öreggel, von Hofmann-nal szemben nyer csatát.

Életének fontos állomása, hogy 30 évesen az Erlangeni Egyetem kémiaprofesszora lesz, egy egész intézet vezetését látva el. Lorenz Knorr-ral az oldalán lehetősége van korábbi fenil-hidrazinos kísérleteit kiterjeszteni, s eljut egészen az indol szintéziséig (ebben a munkában Knoevenagel-

lel dolgozik együtt). Ezzel a heterociklusos kémia új távlatai nyílnak meg. (Egy alkalommal szkatolt állítanak elő propionaldehid és fenil-hidrazin reakciójában. Felszerelésük és ruházatuk átveszi a szagot. A vegyészek számára ismerős élmény, hogy ilyenkor nem kell helyért küzdeni a buszon. Nos, Fischer professzor rosszabbul jár: a szag miatt nem engedik át a francia határon...) A vizsgálatokba cukrokat is bevonnak, így állnak elő az első oszazonok. Innen indul a cukrok sztereokémiai azonosítása, de ez a történet már a würzburgi időszakhoz tartozik.

1883-ban meghívást kap a BASF-hez, ahol megkísérli a koffein szintézisét N-metilezett hűgysavból foszfor-pentakloriddal. A munka során súlyos légzőszervi gyulladást szenved össze; Svájcba, Korzikára és a Fekete-erdőbe utazik kikúrálni magát. Ekkor kap meghívást Würzburgba, ahol 1885-től hét boldog és termékeny évet tölt, megnősül és három fia születik (felesége agyhártyagyulladásban hal meg 1895-ben). Mindközben megvalósítja egyik legnagyobb horderűjű munkáját: különböző cukrok szintézisét, elkülönítését és konfigurációjuk azonosítását (itt Julius Tafel a munkatársa). Érdekeség, hogy elsőként alkalmaz szelektív mikrobiológiai módszert poliszacharidok bontására, s ilyen módon munkája az enantioselektív enzimkatalízis előfutárának tekinthető. Eredményeit egy előadásban foglalta össze, amelyet 1890-ben a Chemische Berichtsban is közölt. Itt vezeti be a D- és L-konfiguráció jelölést, a cukrok ma ismert, szénatomszám szerinti elnevezését és a Fischer-projekciót. Nem csoda, hogy 1892-ben a Berlieni Egyetemre hívják, mégpedig úgy, hogy egy teljesen új intézet építését is megígérik. Családja nyomására elfogadja a felkérést.

Berlinben többek között megvalósítja a koffein és a veronál totálszintézisét, s valószínű, hogy az izopropilidén-csoport általa alkalmazott bevitele glükózba a védőcsoportok szintetikus alkalmazásának egyik első példája. További munkái közé tartozik az első nukleozid előállítása, az enzimek aktivitásának kulcs-zár modellje, aminosavak és peptidok szintézise (módszerével sikerül oktadekapeptidet előállítania!) és egyes taninok vizsgálata. 1902-ben kémiai Nobel-díjjal tüntetik ki. Aktívan részt vesz a Kaiser Wilhelm Gesellschaft létrehozásában, s 1912-ben a német császár társaságában megnyitja a Kaiser Wilhelm Institut für Chemie modern épületét. Olyan kutatók fordulnak meg iskolájában, mint Hans Fischer, Otto Warburg, Adolf Windaus, Otto Diels, Karl Landsteiner (mindannyian Nobel-díjasok) és Zemplén Géza.

A kutatásban páratlanul sikeres Fischertől a sors kegyetlen vámot szed. Sorban érik a magánéleti csapások: felesége fiatalon meghal, egyik fia a kemény katonai kiképzés miatt lesz öngyilkos 1915-ben, a másik 1917-ben veszti életét tifuszban (egyedül legidősebb fia éli túl, s lesz professzor a Berkeleyben). Fájdalmaktól gyötörve 1919-ben feladja; ciánál vet véget életének. (Források: H. Kunz, *Angew. Chem. Int. Ed.* 41 (2002) 4439–4451; F. W. Lichtenthaler, *Eur. J. Org. Chem.* (2002) 4095–4122.) ●●●

Fiatalon, nagy borkedvelő lévén, jelentős készletekkel rendelkezett müncheni lakásában, közöttük nem egy kiváló palackkal. 1882-ben az Erlangeni Egyetemre hívták. A költözés során a borok átszállítását kollégájára és kóstoló címborájára, Wilhelm Koenigsre bízta. A makacs palackok azonban sehogy sem akartak utánaköltözködni, erre Fischer egy udvarias érdeklődő levelet küldött barátjának. Koenigs bevallotta, hogy a készletek elfogytak, mire postázhatta volna őket. Hogy a dologból nem lett sértődés, az valószínűleg a bocsánatkérő levél mellé küldött nagy hordó München Hofbräu „helyettesítőnek” köszönhető. Fischer így csak jót mulatott barátja viccén, hiszen ilyen baleset bárkivel megeshet.



Zsigmondy Richárd Adolf 1865–1929

Zsigmondy Richárd magyar származású Nobel-díjas kémikus, egyetemi tanár. Tudományos tevékenysége a kolloidkémia területére esett. A kolloidkémia egyik megalapítója. Nevéhez fűződik az ultramikroszkóp, a membrán- és az ultraszűrők feltalálása és kifejlesztése.

Zsigmondy Richárd 150 éve, 1865. április 1-jén született egy nagy múltú és neves magyar család Bécsbe szakadt ágának sarjaként. Szülei mindketten magyarok voltak. Apja, Zsigmondy Adolf, Pesten és Bécsben végzett orvosi tanulmányokat. Magyar fogorvosként települt át Bécsbe. Számos fogászati műszer és sebészeti eszköz feltalálója, a tudományok támogatója. Gyermekeit igyekezett megismertetni a természettudományokkal.



Anyja, a híres-neves Szakmáry Irma költőnő, aki több Arany- és Petőfi-művet fordított német nyelvre. Gyermekeit ő is

a természet és a művészet, a szépirodalom tisztelője és szeretetével nevelte. Zsigmondy Richárd jól beszélt magyarul. A magyarországi rokonokkal, elődeihez hasonlóan, ő is szívélyes és rendszeres kapcsolatot tartott.

Zsigmondy Richárd már diákévei alatt otthon, a szülői házból laboratóriumot rendezett be, ahol kutató-, kísérletezőkedve csak nőtt. Egyetemi tanulmányait a bécsi orvosi egyetemen kezdte, majd a bécsi műszaki főiskolán folytatta. 1887-ben Münchenbe ment, és az ottani műegyetemen, W. Miller professzornál szerves kémiát tanult. 1889-ben fejezte be az egyetemet. Mivel szerves kémiával foglalkozott, doktori értekezését is e témakörből készítette (*Beitrag zur Synthese von Indenderivaten*), és 1890-ben védte meg. 1891-től 1893-ig Berlinben August Kundt német fizikus irányítása alatt fizikát tanult. Ott kezdte tanulmányozni az aranyszolok sajátosságait és alkalmazásukat a porcelánok és az üvegek színezésére. Innen a gráci műegyetemre került, ahol 1893-ban habilitált. Aztán, mint magántanár, ott tanított 1893-tól 1897-ig. Ezt követően, tíz éven át, ugyancsak ma gántanárként, de már a jénai egyetemen oktatott. Egyidejűleg a világhírű Schott üvegyár tudományos munkatársaként is dolgozott. 1908-ban lett a híres göttingeni egyetem tanára, ahol aztán haláláig volt a szerves kémia professzora és a kémiai intézet igazgatója.

1898-ban, amikor kidolgozta a kolloidoldatok előállításának és szűrésének technológiáját, hatalmas siker koronázta tudományos tevékenységét. 1903-ban pedig a Henri Siedentopf német fizikussal közösen megalkotott és 1911-ben általa továbbfejlesztett ultramikroszkóppal már döntő fontosságú megállapításokat tehetett a kolloidoldatok természetével kapcsolatban. A továbbfejlesztett ultramikroszkóppal ugyanis a duplájára tudta növelni a felbontóképességet, így vizsgálhatta például a kolloidoldatokban a részecskék Brown-mozgását. Az ultramikroszkóppal végérvényesen tisztázni lehetett, hogy a kolloidok nem valódi oldatok, hanem heterogének. Az ultramikroszkóppal a fénymikroszkóppal nem látható részecskéket is észlelni tudta. Bátran mondhatjuk,

hogy az ultramikroszkóp felfedezésével és továbbfejlesztett változatának megalkotásával Zsigmondy sokban elősegítette a tudomány fejlődését.

Az ultramikroszkóp sötét háttérű megvilágítással működő olyan eszköz, amelyben a szubmikroszkopikus kicsiny szemcséket oldalról erős fénysugárral világítják meg. A mikroszkóp tárgylenecskéje a szemcsékről kiinduló szórt fényből diffrakciós gyűrűket hoz létre. Ilyen elrendezéssel a szubmikroszkopikus szemcsék mozgása (pl. a Brown-mozgás) megfigyelhető.

Zsigmondy Richárd ultramikroszkópos vizsgálataival nemcsak azt bizonyította be, hogy a kolloid aranyoldatokban különálló aranyrészecskék vannak, hanem hogy egyes kolloidoldatok optikailag heterogén rendszerek. 1913-ban megalkotott részultramikroszkópjával a többszörösére tudta növelni a felbontóképességet, ez viszont a kolloidtartományba eső részecskék megszámlálását, mozgásuk megfigyelését is lehetővé tette. Magyarozatát adta annak is, hogy a vörös aranyszol színe neutrális sók hatására miért válik kékké. Elsőként állapította meg, hogy a fehérjék védőhatására az aranyszol koagulációja (megalvadása, kicsapódása) bármely szakaszban megállítható. Úttörő jelentőségű eredményeket tárt fel a kolloid állapotváltozások törvényszerűségeire vonatkozólag is. 1914-ben számos kémikus figyelmét terelte a gélek állapotváltozásainak és szerkezetének vizsgálatára.

Fényanalizátort készített. Kolloidkémiai és biológiai vizsgálataiban eredményesen alkalmazta az általa feltalált membrán- (1918) és az ultraszűrőket (1922). A membránok és az ultraszűrők használata nagyon hamar elterjedt az orvosi biológiában, ugyanis segítségükkel a különböző méretű kicsiny részecskéket, a baktériumokat és vírusokat is el lehetett választani egymástól és közegüktől. A membrán- és az ultraszűrők alkalmazásával úttörő jelentőségű eredményeket értek el.

Elsőként dolgozta ki a színes üvegek gyártásának technológiáját.

Igen termékeny tudós volt. Publikációi között több vegyes témájú dolgozat található, de tanulmányainak zömét a kolloidkémiai vonatkozású írások adják. Több tankönyv és szakkönyv szerzője. Tanulmányai és könyvei nemcsak a kollégák között, hanem a hallgatóság körében is igen népszerűek voltak. *Kolloidchemie* (Lipcse, 1925) című könyvét néhány nyelvre lefordították, több egyetemen tanították.

Tudományos eredményeinek elismerését mi sem igazolja jobban, mint az, hogy 1924-ben a bécsi Akadémia tagjai sorába választotta, és 1925-ben ő vehette át a kémiai Nobel-díjat, amelynek indoklása így szól: „A kolloidoldatok heterogén természetének magyarázatáért és a kutatásai során alkalmazott módszerekért, amelyek alapvetőkké váltak a modern kolloidkémiaiban.”

Zsigmondy Richárd Nobel-díjának teljes összegét az I. világháború alatt tönkrement és leromlott göttingeni tanszéke felszerelésének, tanítási eszközeinek a felújítására, bővítésére fordította.

Tudományos eredményei, újszerű kutatási módszerei, gazdag életműve, munkastílusa az egész egyetem emberi kultúra közkinccse. Zsigmondy Richárd nevét az utókor számára a tudomány egy Holdon lévő kráter elnevezésével örökítette meg.

Zsigmondy Richárd Adolf Nobel-díjas kolloidkémikus 1929. szeptember 23-án hajtotta örök nyugalomra fejét, Göttingenben.

Szabó Árpád



TÚL A KÉMIAÁN

Nemtelen hüllők

Ahogy arra esetleg a Jurassic Park című film figyelmes nézői is emlékezhetnek, egyes kétlábúak és hüllők külső hatásokra képesek akár megváltoztatni a nemüket. Egy közelmúltban megjelent tanulmány szerint az állatkertekben is gyakori lakónak számító, ausztráliai eredetű szakállas sárkány (*Pogona vitticeps*) hím egyedei eredeti életkörüzetükben az átlagosnál magasabb hőmérséklet hatására gyakran nősténnyé alakulnak. Az ilyen átalakult nőstényeknek normális hímekkel utódjaik is lehetnek. Ezek neme viszont genetikailag értelmetlen: a külső nemi jegyeket nem is a kromoszómák, hanem kizárólag a külső körülmények szabják meg.

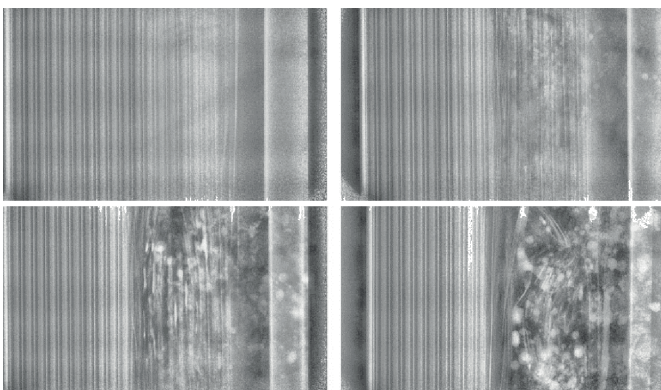
Nature 523, 79. (2015)



Robbanó lítiumelemek

A ma elterjedten használt lítiumakkumulátorok biztonságos működtetésének egyik lényeges eleme a hőmérséklet gyorsuló növekedésével járó folyamatoknak (vagyis a termikus robbanásoknak) a megakadályozása. Ehhez járul hozzá az a kísérlet, melyben nagy sebességű, szinkrotronsugárzást felhasználó tomográfiaival sikerült igen részletesen, robbanás közben is tanulmányozni az ilyen reakciókat egy, a kereskedelemben is kapható lítiumelemenben. Az eredmények szerint a szerkezeti károk egyik fő oka, hogy a szilárd anyagban gázbuborékok jelennek meg, amelyek az elektródfelületek megváltoztatásával jelentősen rontják az elem belsejének elektromos vezetését.

Nature Comm. 6, 6924. (2015)



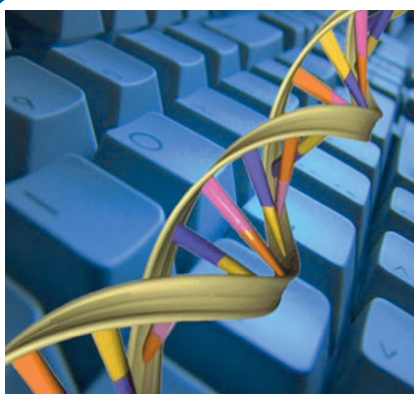
BICENTENÁRIUM



Sir H. Davy: Über die Ursache der Farben, mit welchen der Stahl in der Hitze anläuft *Annalen der Physik*, Vol. 51, pp. 206–208 (1815. október)

Sir Humphry Davy (1778–1829) brit kémikus és feltaláló volt. Az elektrolízis módszerének kifejlesztőjeként és használatának út-

törőjeként felfedezte a nátrium, kálium és kalcium elemeket, elsőként állította elő a magnéziumot, stronciumot, báriumot és bórt. A Carl Wilhelm Scheele által felfedezett klórról pedig bebizonyította, hogy elem.



DNS-számítógép

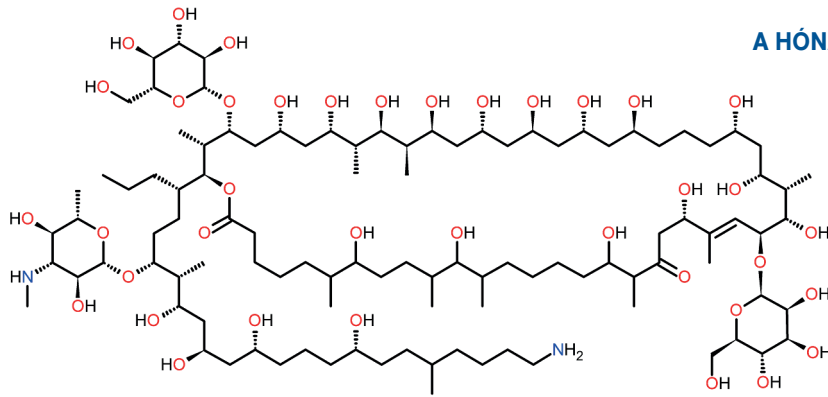
A közelmúltban DNS-molekulák egy új sajátosságára mutattak rá: tulajdonságaik célszerű felhasználásával akár molekuláris számítógépek is készíthetők. A módszer alapjában véve DNS-szállak szelektív összekapcsolását és hasítását, vagyis kémiai reakciókat használ fel. Ezek lassabbak, mint a félvezetőkben az elektronvezetés, de nagyon széles körű lehetőség van párhuzamos számítások végzésére, amely jelentősen megnöveli a teljesítményt. Egyetlen liter vízben oldott 6 grammnyi DNS elméletileg 3 zettabyte (3×10^{21} byte) információt lenne képes tárolni, sebessége pedig elérhetné az 1 exaflopot (10^{18} flop), amely harmincszorosa a jelenleg létező leggyorsabb szuperszámítógépekének. Egy ilyen elveken működő számítógép programozási lehetőségeit útvonalhálózaton való tájékozódási problémák párhuzamos megoldásával mutatták be.

J. Phys. Chem. B 119, 5639. (2015)



APRÓSÁG

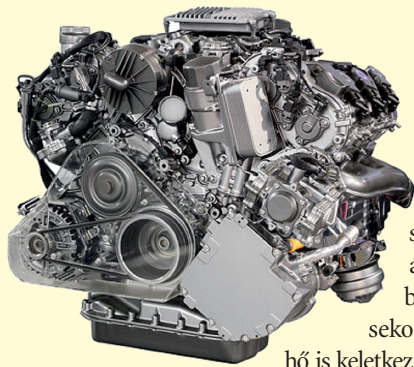
Az OPCW (Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons) szervezet szerint a világ egykori vegyifegyverkészletének 90%-át már megsemmisítették.



A HÓNAP MOLEKULÁJA

A Gargantulide-A ($C_{105}H_{200}N_2O_{38}$) molekulájában van egy 52-tagú makrolakton-gyűrű, s összesen 49 királis szénatom, amelyből mára csupán nyolcnak a konfigurációja maradt ismeretlen. A szerkezet-meghatározáshoz gyakorlatilag minden lényeges NMR-módszer bevetésére szükség volt. A vegyületet egy *Streptomyces* baktériumfajból izolálták, és igen hatékony antibiotikumnak bizonyult *Clostridium difficile* kórokozók ellen.

Org. Lett. 17, 1377. (2015)



Energia hulladék-hőből

A járművek hatékonyságnövelésének egyik akadálya az, hogy a robbanómotorok működésekor jelentős mennyiségű hő is keletkezik, amelyet elvileg hasznítani is lehetne, de a gyakorlatban ez igen nehéz feladat. A Seebeck-hatáson alapuló termoelemek léteznek ugyan, de eddig ezek hatékony működéséhez több száz Celsius-fok hőmérséklet-különbség volt szükséges. Ezen a helyzeten változtathat az újonnan előállított, mintegy 0,6% grafénnel adalékolt lantan-stroncium-titán-oxid, aminek a termoelektromos sajátosságai annyira kedvezőek, hogy az anyagnak a jövőben nagy szerepe lehet a hulladék hő hasznosításában. A jelenség kulcsa az, hogy míg a legtöbb ma ismert termoelektromos anyag Seebeck-együtthatója nem haladja meg az $1000 \mu V/K$ -t, addig az újonnan előállított kompozit már szobahőmérsékleten is $1500 \mu V/K$.

ACS Appl. Mater. Interfaces 7, 16898. (2015)

Koktéلكromatográfia

A nagy nyomású folyadékkromatográfiai (HPLC) módszerek igen jelentős szerepet töltenek be a kutatásban és az iparban, de speciális oldószerigényük igen drágává és környezetvédelmi szempontból is előnytelené teszi őket; ez a technika terepen való közvetlen alkalmazásának az egyik fő gátja. Egy új tanulmány

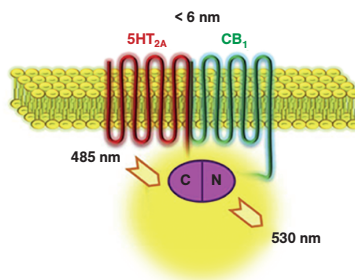


ezeket a problémákat szeretne volna megoldani úgy, hogy speciális tisztaságú oldószer helyett tömény alkoholos italokat (rum, vodka), illetve a háztartásban is használatos anyagokat (ammónia, ecet) használtak eluensként. A kromatográfiai szakemberek számára valószínűleg meglepő, hogy a legtöbb analitika

célra nagy teljesítőképességű módszereket sikerült kifejleszteni ezen anyagokkal is, tehát a speciális oldószerminőség egyáltalán nem szükségszerű velejárója a HPLC alkalmazásának.

ACS Sustainable Chem. Eng. 3, 1000. (2015)

Hallucinációmentes marihuánahasználat



A marihuána terápiás tulajdonságai annyira értékesek, hogy a kábítószerként is nyilvántartott anyag korlátozott használatát egyre több országban engedélyezik. A legtöbb hatásért a D-9-tetrahidrokannabinol (THC) felelős, amely első-

sorban a THC-receptorhoz kötődik a szervezetben. A közelmúltban speciális, 5-HT_{2A}-val jelölt szerotoninreceptorokat nélkülöző, genetikailag módosított egereken végzett kísérletekkel igazolták, hogy a THC többféle hatása függetleníthető egymástól. További kutatások azt mutatták, hogy a marihuána negatív élettani hatásaiban fontos szerepe van az 5-HT_{2A}- és a THC-receptorok közötti fizikai kölcsönhatásnak. Így remény van rá, hogy a THC-t más, megfelelően kiválasztott szerrel kombinációban alkalmazva a nem kívánt mellékhatások majdnem teljesen visszaszoríthatók lesznek.

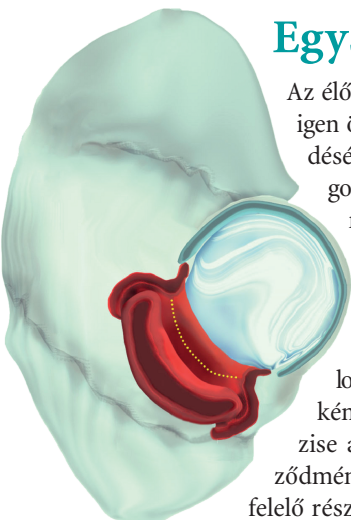
PLoS Biol. 13, e1002194 (2015)

Egysejtlátás

Az élőlényekben a látás folyamata többnyire igen összetett; többféle szövet együttműködését és idegeken történő ingerület-feldolgozást igényel. Ezért igen meglepő, hogy néhány eukarióta egysejtű szintén képes látáshoz hasonló fényérzékelésre.

Az *Erythrospidinium*, *Nematodinium* és *Warnowia* fajok a fitoplanktonok közé tartoznak, s van bennük egy ocelloid nevű sejtrész, amely lényegében szemként működik. A sejtrész evolúciós analízise azt mutatta, hogy a lencseszerű képződmény külsején lévő, szaruhártyának megfelelő rész (cornea) mitokondriumokból alakulhatott ki, míg a látóideggel analóg funkciót betöltő réteg egykor a gazdaszervezetekkel szimbiózisban élő vörös alga lehetett.

Nature 523, 204. (2015)





Vámos Éva emlékezete

VÁMOS ÉVA (1950–2015)



2015. augusztus 10-én kísértük utolsó útjára Vámos Évát, az Egyesület Kémia- és Vegyipar-történeti Szakosztályának elnökét. Túlságosan korán ment el és túlságosan sok tervet, ötletet, reményt és vágyat vitt magával! Szerette az életet és a mozgást, még felévi bénultságában is.

Dr. Vámos Éva igen népszerű és tehetséges szervező volt. Sokan szerették, sokak tudományos és szakmai előmenetelét

segítette. Igazi közéleti ember volt. Ezért is búcsúztak tőle személyesen oly sokan, és kísérték utolsó útjára egy forró augusztusi napon a Farkasréti temetőben.

A korai, tragikus vég egyik oka a mostanában gyakran hallható mellőzöttség érzete is lehetett. Az őt tétlenségre segítő döntéshozó(k), akik akár ott voltak a szomorú „társasági eseményen”, akár nem, valószínűleg érezték saját méltatlanságukat és nem akartak búcsúbeszédet tartani. Ezért a Temetkezési Intézet polgári búcsúztatója mondott megrendítő és tárgyyszerű szavakat Vámos Éva, az Országos Műszaki Múzeum egykori főigazgatója elhunytá alkalmából.

A múzeumi világ feltűnő hallgatása mellett ezért is különösen meghatározó volt a Pulszky Társaság választmányi tagja, *Deme Péter* sír melletti, Évához méltó búcsúja.

A Magyar Kémikusok Egyesülete tiszteletbeli vegyésznek tekintette Vámos Évát azért is, mert tudta, hogy szülei kiváló kémikusok. Édesapja, Vámos Endre professzor (1921–1987) nagy hírnév olajmérnök volt, édesanyja, Vigyázó Lilly pedig élelmiszervegyész. Vámos Éva a múzeumalapító *Szabadvány Ferenc* (1926–2006) és *Szökefalvy-Nagy Zoltán* (1916–1980) kémiaörténészek legjobb tanítványa volt. A vegyipartörténeti gyűjteménnyel is bíró Országos Műszaki Múzeumba 1973-ban lépett be muzeológusnak. 1978-tól 1986-ig a múzeum tudományos munkatársa és az önálló tudománytörténeti csoport vezetője lett, majd 1986-tól a közönségkapcsolatokért is felelős tudományos titkár.

1987–1989-ben tudományos főmunkatárs, 1989-től osztályvezető, 1991-től 1993-ig főigazgató-helyettes volt, végül 1994 januárjától a múzeum főigazgatója. A múzeumok nagy átszervezésekor, 2004-ben, a jogutód Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum (MMKM) mint főtanácsost, később mint tudományos titkárt alkalmazta, majd nyugdíjazta.

Vámos Éva angol-történelem szakos bölcsészként már pályakezdésekor a kémia és a vegyipar történetével (is) foglalkozott. Tudományos minősítése és habilitálása a Műegyetemhez kötötte. Kémiaörténészként legismertebb munkája Justus von Liebig (1803–1873) magyarországi kapcsolatainak megismertetése volt, amihez kiváló német és angol nyelvismerete is segítette. Nyelvismeretének köszönhetően (szabadidejében angol nyelvet oktatott, németül és oroszul is megtanult) számos külföldi tudományos társaság tagja lett. Közvetlen, szeretetteljes személyiségével pedig nagyszámú külföldi barátot szerzett a nemzetközi múzeumi társaságokban. Fontos élettere volt a műszaki/természettudományos tudománytörténeti konferenciák világa. Sok előadást (2012-ig 307-et) tartott, kiállításokat nyitott meg, és többször szervezett nagy sikerű konferenciákat. Tudományt népszerűsítő tevékenysége során ragyogó előadásokat tartott a rádióban és a televízióban is. Nőként a könnyűipari és háztartás-történeti témákban je-

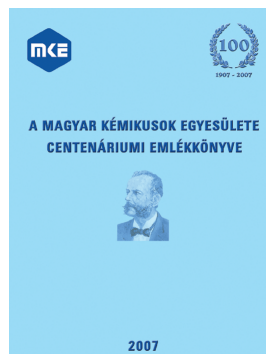
leskedett, és korunk legjobb tanulmányát írta meg a magyarhon-i tudós nők élettörténetéről.

Igazgatási, szervezési munkája mellett Vámos Éva komoly kutatási eredményeket ért el a következő témákban: A magyar tudományos műszaki kutatás nemzetközi kapcsolatai a dualizmustól napjainkig, Iparkiállítások Magyarországon – Magyarországon a világkiállításokon, Nők szerepe a természettudományok és technika történetében, A természettudományok és a technika fejlődése a dualista monarchiában, A kémia és vegyipar története a dualista monarchiában, A technika fejlődése Európában, a 20. században, különös tekintettel Dél- és Kelet-Európára, A magyar textilipar a kiegyezéstől a II. világháborúig, Műszaki muzeológia a 21. század elején és A háztartástechnika története.

Vámos Éva bölcsészként és tanárként szívesen és sokat oktatott, nemcsak angol nyelvet, hanem tudománytörténeti ismereteket is. A Műegyetem Társadalom- és Természettudományi Karán és a Mérnökto vábbképző Intézetben „Fordulópontok a tudomány és technika történetében” címen tartott rendszeres kurzusokat. Muzeológus technikus kollégáinak a „műszaki muzeológia” tudományát oktatta. 2000-tól a Kaposvári Egyetem magántanára, majd címzetes egyetemi tanára volt.

Vámos Éva munkásságát humánuma és rendkívül jó szervező-készsége jellemezte leginkább. Ezt mindenki érezte, aki kapcsolatba került vele. Feljebbvalói is, amikor számos kitüntetéssel jutalmazták (elnyerte, többek között, a giesseni Justus von Liebig Társaság” emlékérmét és a Magyar Kémikusok Egyesülete díját).

Vámos Éva részt vett a húsznyelvű muzeológiai szótár szerkesztésében (1986), 1993 óta társszerkesztője volt a MTESZ nagy-



rendezvénye, az „Újabb eredmények a természettudomány, a technika és az orvoslás köréből” című anekdoták készült kiadványoknak. 1987-től társszerzője (majd a szerkesztőbizottság elnöke) volt a Technikatörténeti Szemlének, ami az Országos Műszaki Múzeum évkönyve is volt. Szerkesztőbizottsági tagja volt az Orvostörténeti Közleményeknek, majd a 2011-ben meginduló Archives Internationales d’Histoire des Sciences angol-francia

nyelvű folyóiratnak. Ugyancsak szerkesztőbizottsági tagja volt a Varsóban megjelenő nemzetközi folyóiratnak, az *Analekta Z. Dzejijow Nauki* tudománytörténeti lapnak. Szerkesztőbizottsági tagja volt az MKE centenáriumai emlékkönyvének és a rendszeresen megjelenő „Tanulmányok a természettudományok, a technika és orvoslás történetéből” című kiadványnak, amely minden évben egy-egy kiváló tudósunkat is köszöntötte.

Nehéz szívvel, sok emlékekkel búcsúztunk Évától, akinek utolsó hónapjait méltatlan állapotban kellett töltenie, melyben csak kilencvenkét éves édesanyja és néhány közeli rokona, barátja tudott némi enyhét adni. Ép és szabad elmével, csendesen búcsúzható az élettől, és átaludt egy olyan világba, amiről mi semmit sem tudunk. Mi most csak emlékét őrizhetjük és oly szeretett édesanyjára vigyázhatunk.

Tömpe Péter

a Kémia- és Vegyipartörténeti Szakcsoport titkára



OKTATÁS

Konferencia a Vegyészeti Múzeumban

Húsz év múzeumpedagógia, 1995–2015

Az 1963-ban alapított Vegyészeti Múzeum a gyűjtemények gyarapításán, a tárgyak és dokumentumok bemutatásán túl múzeumpedagógiai foglalkozásokat is tart, melyekhez nyári kémiatáborok, környezet- és természetvédelmi vetélkedők is tartoznak. A tizenötödik alkalommal szervezett nyári „Alkimista tábor” 2015. június 29-én konferencia nyitotta meg, amelyen a kémiaoktatásban és múzeumpedagógiában részt vevő tanintézetek, intézmények képviselői – kutatók, pedagógusok, muzeológusok – tartottak előadásokat.

A konferencia házigazdjaként Vargáné Nyári Katalin múzeumvezető köszöntötte a résztvevőket: vegyipari vállalatokat, szponzorokat, a helyi önkormányzat, a média képviselőit, az előadókat és mindenekelőtt a jubileumi táborba jelentkezett 12–18 éves diákokat. Megköszönte a támogatásokat, a közreműködők munkáját, amellyel lehetővé vált a húsz év alatt, a mostanival együtt, tizenöt „Alkimista tábor” és nyolc „Környezetvédelmi vetélkedő” megszervezése.

Próder István, a múzeum nyugalmazott igazgatója előadásában elmondta, hogy a múzeum fél évszázados történetéből az elmúlt két évtizedben fordultak hangsúlyosabban a múzeumpedagógia felé. A húsz év történéseiből kiemelte, hogy az 1995-ben előkészített, majd a millecentenáriumra megnyitott „Kémiaoktatás története” kiállításukat az Iskolatörténeti Emlékbizottság az „1000 Éves a Magyar Iskola” emlékplakettel ismerte el.



Vegyészeti Múzeum, Várpalota

Sikerrel valósították meg „Az értől az óceánig” című országos diákpályázatukat, melynek díjait 2001. október 18-án Jókai Anna író adta át. 2004-ben Kapocsi Margit Katalin kémia tanár, aki az „Alkimista tábor” ötletét felvetette és a tábor kezdettől fogva vezeti, a Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémia Oktatásért díját vette át. A Kémia Nemzetközi Éve alatt, külső helyszínen, 2011. február–december között 28 iskolában több mint 1300 diáknak tartott kémiaórárt a múzeum.

Az első előadás után Kapocsi Margit Katalin és Próder István díszokleveleket adtak át mindazoknak, akik programjaikat támogatásukkal, közreműködésükkel segítették. Az okleveleket Török Adél Firenzében alkotó képzőművész készítette.

Dr. Böddiné Dr. Schróth Ágnes, az ELTE TTK Környezettudományi Intézete környezettan szak módszertani oktatója átfogó áttekintést adott az múzeumpedagógia közoktatásban betöltött szerepéről. Képekkel és szemléletes ábrákkal mutatta be az 1970-es évektől napjainkig tartó folyamat alakulását. Foglalkozott múzeumlátogatási adatokkal, a nemzeti alaptanterv adta keretekkel. Felmérések eredményei alapján mutatta be az iskolák múzeumlátogatási gyakorlatát. Kitért a múzeumpedagógiai foglalkozások formáira, módszereire, az élménynyújtás és ismeretbővítés, mint közös cél, elvárásaira, az anyagi feltételek biztosításának követelményeire. Fontos szempontként említette, hogy a felnőtteket is be kell kapcsolni a múzeumi programokba. Így a szülő és a gyermek együttes érdeklődéssel fordulnak a múzeumok felé.

Dr. Szigeti Tamás, a Wessling Hungary Kft. üzletfejlesztési igazgatója először röviden ismertette a vállalat alapítását, a Wessling Ltd. fiókállalatait, majd fő tevékenységi területeit (a magyarországi részleg 1992-ben alakult, jelenleg 200 munkatársa van). A vállalat környezetvédelmi, élelmiszer-, takarmány- és gyógyszervizsgálatokat végez.

Oktató-kutató részlege a Szunyogh Gábor által kidolgozott program szerint évente két alkalommal „Labor Kaland” néven egész napos foglalkozást tart iskolásoknak. A résztvevők előadásokat hallgatnak, balesetvédelmi oktatást kapnak, majd önálló kísérleteket végeznek. A programon való részvételhez egy rövid esszé megírása szükséges. Útmutatást nyújt a Content Marketing Award 2015. aranyéremmel kitüntetett www.laboratorium.hu honlapjuk.

Szórád Endre, a vajdasági Zentán alapított Bolyai Tehetség-gondozó Gimnázium és Kollégium kémia tanára a Kárpát-mendencei Kémia Tábor kiállításához folytatott anyaggyűjtés során került kapcsolatba a várpalotai Vegyészeti Múzeummal. A 2015-ös év a Fény Nemzetközi Éve, ezért a kémia és a fény kapcsolatait választotta előadása fő témájául. A természetben megjelenő fényjelenségek (pl. hideg fény) után a természetes fotokatalizátorokkal, a színváltozással járó kémiai reakciókkal, majd a klaszikus fényképezés kémiai folyamataival foglalkozott. Előadásának második részében a fényt használó analitikai módszerekre, mérőberendezésekre tért át. Befejezésül a festőművészek által használt fém-oxidokról és szerves színezékekről mint a művészi kifejezés fontos eszközeiről beszélt.

Dr. Szabóné dr. Bárdos Erzsébet, a Pannon Egyetem Általános és Szervetlen Kémiai Intézeti Tanszékének docense több éve tart foglalkozásokat az „Alkimista tábor” résztvevőinek. „A vegyész kobold egy napja” címen tartott ismertetőket, illetve az interaktív játszótérre évente új elemekkel bővülve a legkedveltebb tábori programok közé tartoznak. Előadásában elmondta, hogy kémiai folyamatokkal hogyan lehet szinte életszerűen, ugyanakkor játékosan bemutatni a vegyész egy napját. A játékos keretek között a diák élményeket gyűjtve sokkal jobban tanul. A számtalan érdekes kísérlet során a fényt a luminol oxidációjával állította elő bemutatva a kemilumineszcencia jelenségét. A különféle reggeli és esti ital fajták színét, formáit ezüstsók, illetve a kálium-permanganát reakcióival idézte fel. Lángfestéssel a közlekedési lámpák színváltozásaira utalt. A fenoltaleines víz-hexán rendszerben a hidrogénfejlődés miatt fel és le mozgó nátriumdarabka a lift mozgását utánozta. Az alkoholszonda működése, a színváltó festék, a vízüveggel és izopropil-alkohollal készített labda, a fáraó kígyója, az alumínium és jód reakciójával előállított lila köd az élményen túl a kémia népszerűsítéséhez is hozzájárul. Az előadó elmondta, hogy otthon, ártalmatlan anyagokkal is lehet tanulságos kísérleteket végezni, de a megszerzett tudás azt is megmondja például, hogy mit mivel nem szabad összeönteni.



Dr. Domokos Endre docens, a Pannon Egyetem Környezet-mérnöki Intézet igazgatója az oktatás és a környezetvédelem kapcsolatáról tartott előadást. Az egyetemi hallgatók, de a középiskolások is részt vehetnek az illegális hulladéklerakók felderítésében, illetve állapotuk felmérésében. Ez a munka később megtérül, mert aki ezekben a vizsgálatokban részt vesz, az sokkal jobban és több felelősséggel ügyel a környezetére. A vizsgálatok légi felderítéssel kezdődnek, majd az illegálisnak tartott lerakó környezetének bejárása következik, ahol már szerepe lehet a hallgatóknak és a diákoknak is. A bejárás során talált illegális lerakóknál talajvíz jelenléte esetén vízvizsgálatokat is végeznek, illetve ellenőrzik a növényzet állapotát. Az elmúlt években Veszprém közgazgatási területén 200 illegális hulladéklerakót derítettek fel, ebből 45-öt szüntettek meg, és 71 teherautónyi hulladékot szállítottak el.

Kapocsi Margit Katalin korábbi táborozókat, így Makk Évát, Csankó Krisztiánt és Fábri Csabát is meghívta a konferenciára, akik jelenleg felelős munkakörökben dolgoznak, kutatnak.

Makk Éva e-mailt küldött, megköszönve a meghívást és köszöntve a résztvevőket. A világ legtávolabbi helyein is dolgozott (pl. Borneó szigetén) környezetvédőként, vagy az ENSZ szervezeteiben politikai ökológusként. Írásában hangsúlyozta, hogy gondolkodásmódjára nagy hatással volt a tábor, amely ráirányította figyelmét a valóság megismerésének fontosságára.

Dr. Csankó Krisztián szegedi kutatásairól számolt be: többek között fahéjsav és fahéjsav-származékok szintéziséről, heterociklikus vegyületek előállításáról, a molekulák önszerveződéséről, monomolekuláris rétegek létrehozásának és vizsgálatának technikáiról. Beszélt a Szegeden Extreme Light Infrastructure (ELI) nevű lézeres kutatóközpontban megvalósítható kutatási lehetőségekről is.

Dr. Fábri Csaba elmondta, hogy a székesfehérvári Ciszterci Gimnáziumban hogyan került kapcsolatba a kémiával, majd vegyészmérnöként az ELTE doktori fokozatát szerezte meg. Kezdetben a szerves kémia vonzotta, aztán az elméleti kémiai kutatások felé fordult. Két évig a Chemaxon Kutató Fejlesztő Kft.-nél folytatott elméleti kutatásokat. Jelenleg a zürichi egyetemen dolgozik.

Kapocsi Margit Katalin úgy köszöntötte Dr. Szigeti Tamást, mint „régí alkímistát”, aki eddig minden egyes táborban szerepelt előadóként. Második előadása a konferencia befejező programpontja volt, melyben a Föld jelenlegi állapotával foglalkozott. Veszélyforrásként jelölte meg a klímaváltozást, az energiaforrások, a nyersanyagok, az ivóvíz mennyiségének alakulását, a túlnépesedést, egyesek túlgazdagodását, az urbanizációt, az élelmiszer-biztonságot, az ökológiai rendszer sérülékenységét, az erdőirtásokat. A veszélyeket szemléletes példákkal illusztrálta, majd a fogyasztás visszafogásának szükségességére figyelmeztetett.

A konferenciát Vargáné Nyári Katalin múzeumvezető zárta be, mindenkinek megköszönte a részvételt, külön köszönve az előadók munkáját.

P. I.

KITÜNTETÉS

Állami kitüntetések

Kutatók is magas állami kitüntetésben részesültek Szent István napja, augusztus 20. alkalmából. A Magyar Érdemrend közép-, tisztii és lovagkeresztjével, valamint a Magyar Arany Érdemke-

reszttel kitüntetettek többek között *Lovász László*, az MTA elnöke tett indítványt.

A Magyar Érdemrend középkeresztjét négy akadémikus, valamint két egyetemi tanár kapta meg, közöttük:

Kálmán Alajos, az MTA rendes tagja, Széchenyi-díjas kémikus, a Magyar Tudományos Akadémia Természettudományi Kutatóközpont Szerves Kémiai Intézetének nyugalmazott tudományos osztályvezetője, kimagasló szakmai munkája elismeréseként.

A Magyar Érdemrend lovagkeresztje kitüntetést tizenhárom vezető kutató, egyetemi tanár kapta meg a nemzeti ünnep alkalmából, közöttük:

Szabóné Révész Piroška, az MTA doktora, a Szegedi Tudományegyetem Gyógyszerésztudományi Kar Gyógyszertechnológiai Intézetének vezetője, egyetemi tanár nemzetközileg is elismert tudományos eredményei, valamint az egyetemi oktatás, kutatás és a gyógyszeripar közötti kapcsolatok elmélyítése érdekében végzett tevékenysége elismeréseként;

Tóth Imre, az MTA doktora, a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kar Kémiai Intézet Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékének egyetemi tanára, a modern szervetlen kémia területén elért jelentős, nemzetközi szinten is elismert kutatási eredményei, kimagasló oktatói munkája, valamint példaértékű tudományos közéleti tevékenysége elismeréseként; valamint

Tóth Gábor, a kémiai tudomány doktora, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem nyugalmazott egyetemi tanára, a Semmelweis Egyetem és a Szegedi Tudományegyetem címzetes egyetemi tanára.

A kitüntetetteknek gratulálunk, és további sikereket kívánunk!

HÍREK AZ IPARBÓL

Vegyipari mozaik

A Richter és a STADA licensz-megállapodást kötött a bioszimiláris pegfilgrastim forgalmazására. A szerződés értelmében az aláíráskor történt kifizetésen túl, a projekt előrehaladtával a STADA további kifizetéseket teljesít. Az értékesítés megkezdésétől számítva a STADA a Richter felé beszámol az árbevétel mértékéről és ahhoz kapcsolódóan további licensz-kifizetéseket teljesít. „A bioszimiláris termékek fejlesztését mindig is stratégiaileg kiemelt célkitűzésnek tartottuk, amely elősegíti, hogy a Richter specialty pharma vállalattá váljon. A pegfilgrastim eredményeink szerint sikeres fejlesztési folyamatának befejezése az első lépés abban az irányban, hogy elismert szereplőjévé váljunk a korszerű biológiai termékek piacának” – mondta Bogsch Erik, a Richter Gedeon Nyrt. vezérigazgatója. „A megállapodással képesek leszünk alacsony költségintenzitű magas színvonalú alternatívát kínálni a piacon a termék 2017-es szabadalmi lejárata követően. Együttal tovább erősítjük helyzetünket az ígéretes, magas fedezetű bioszimiláris piacon, és költségkímélő, valamint kockázatmentes módon bővítjük termékportfóliónkat egy újabb bioszimiláris készítménnyel” – mondta el Hartmut Retzlaff, a STADA Arzneimittel AG ügyvezetőjének elnöke, az együttműködés előnyeit értékelve. (*Richter*)



MOL Petrolkémia Zrt. néven folytatja működését a TVK. Magyarország egyik legfontosabb petrolkémiai vállalata augusz-



tus 1-től MOL Petrolkémia Zrt. néven folytatja működését. A tiszaujvárosi petrokkémiai működést a MOL Magyarország összevonja a társaság feldolgozás és kereskedelem üzletágával, mellyel tovább bővül a termelési értéklánc és növekszik a hatékonyság is. A lépés illeszkedik a MOL Magyarország stratégiájába, melynek többek között célja, hogy a társaság feldolgozás-kereskedelmi üzletága a régió legjobbjává váljon. Ennek részeként a MOL két erős hazai termelési központot fejleszt: egyet Százhalombattán, egyet pedig Tiszaujvárosban.

A két központban költi el a MOL-csoport a magyarországi, mintegy 100 milliárd forintos beruházási keretének jelentős részét. Ezek közül is kiemelkednek a vállalatcsoport tiszaujvárosi beruházásai, melyek első eleme a mintegy 130 000 tonna/év kapacitású, idén elkészülő butadién üzem. A műgumi gyártásához szükséges alapanyagot előállító gyár mintegy 35 milliárd forintból épül meg, és tartósan mintegy 40 embernek ad majd munkát. Északkelet-Magyarország ipari központjában, a tiszaujvárosi ipartelepen mintegy háromezer ember dolgozik, ezek közül minden harmadik a MOL Petrolkémia Zrt. munkavállalója. A MOL tavasszal jelentette be, hogy a TVK százszázalékos tulajdonosa lett. Az integrációval a társaság egyúttal fejleszti a feldolgozás-kereskedelmi üzletág hatékonyságát és új petrokkémiai terméket fejleszt ki és vezet be nemzetközi piacokra. (MOL)



A Pétisó bekerült a Veszprém Megyei Értéktárba. 2015. augusztus 25-én ünnepélyes keretek között Dr. Blazsek István, a Nitrogénművek Zrt. vezérigazgatója átvette a Pétisó termék Veszprém Megyei Értéktárba kerülésének oklevelét a Veszprém Megyei Önkormányzat Értéktár Bizottságától.

A Parlament 2012 áprilisában fogadta el a magyar nemzeti értékről és hungarikumokról szóló törvényt, amelynek legfontosabb célja azonosítani, számba venni és minél szélesebb körben megismertetni nemzeti értékeinket, egyúttal gondoskodni fennmaradásukról.

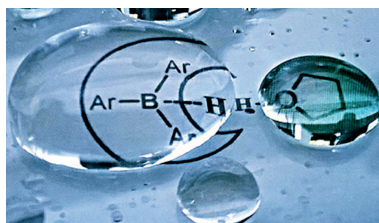
A Pétisó a Nitrogénművek Zrt., azaz a magyar vegyipar meghatározó tagjának fő terméke, védjegye, amelyet 1932-ben szabadalmaztattak. Évtizedek óta változatlanul kiváló minőségű, sikeres termék. A Pétisó fő előnye, hogy bármilyen növényre, alap- és fejtrágyaként is felhasználható, könnyen szállítható, tárolható és alkalmazható. A nitrogén mellett jelen lévő dolomitartalomnak köszönhetően csökkenti a talaj savasságát, ezért különösen ajánlott savanyú talajok kezelésére. Az elmúlt évtizedek folyamán a termék rendkívüli népszerűsége tette szert, és napjainkra a Pétisó fogalomává vált a magyar és a környező országok gazdálkodói körében. (Nitrogénművek)



Olcsóbb és tisztább hidrogénezési eljárás született a magyar kutatók felfedezése nyomán. A frusztrált Lewis-párok kémiaiájával merőben új aktiválási elv, új paradigma jelent meg a kémiai kutatások területén.

A frusztrált Lewis-párok (FLP) olyan különleges sav-bázis párok, amelyek sztérikus okok miatt nem képesek stabil datív kötést kialakítani, azaz olyan kötést, amelynek esetében a kötő elektronpár mindkét elektronját a Lewis-bázis nemkötő elektronpárja szolgáltatja. Ennek következményeképpen a kémiai reakciókban egyszerűen érvényesül a savas és bázisos funkcionalitás.

A koncepció 2006-os megjelenését követően a frusztrált Lewis-



A katalitikus ciklus első lépése, a hidrogén aktiválása víz jelenlétében

párok iránt fokozott érdeklődés mutatkozott a kémia szinte valamennyi meghatározó területéről. A kutatók figyelmét elsősorban a koncepció kiterjeszhetőségének, általánosíthatóságának lehetősége keltette fel, azonban a terület népszerűségében vélhetően az aktiválási elv elegáns egyszerűsége, minimalizmusa is szerepet játszik.

Különösen nagy figyelemmel kísérték és kísérik az FLP-k által kiváltott katalitikus hidrogénezést, mely átalakítás a terület egyik emblematikus reakciójává vált. Ettől az új katalitikus módszertől azt remélik, hogy képes lesz kiváltani az ipari gyakorlatban eddig katalizátorként használt nemesfémeket.

Az eddig elért eredmények azonban rávilágítottak a módszer korlátaira. Ezek közül a legnagyobb kihívást jelentő probléma az, hogy a frusztrált Lewis-párok fokozottan vízzérékenyek. Ez gyakorlatilag lehetetlenné teszi a folyamat ipari alkalmazását. Erre a kihívásra fókuszálva az MTA Természettudományi Kutatóközpontban működő Lendület FLP Kutatócsoportnak sikerült kifejlesztenie egy új katalizátort, amely már víz jelenlétében is működőképes. A katalizátor alkalmazhatósági körének feltérképezése mellett egy intézeti együttműködés keretében magyarázatot tudtak adni arra is, hogy a katalizátor pontosan miért rendelkezik ezzel a különleges képességgel. A kutatócsoport munkatársainak közleménye, amelyben az első nedvességtűrő frusztrált Lewis-pár katalizátor kifejlesztéséről és katalitikus működéséről számolnak be, az ACS Catalysis szaklapban jelent meg. Gyömöre Ádám, Bakos Mária, Földes Tamás, Pápai Imre, Domján Attila és Soós Tibor cikke újdonságtartalma és várható tudományos hatása miatt bekerült az Amerikai Kémiai Társaság (ACS) ún. ACS Editors' Choice programjába. Ezáltal nyíltan és széles körben hozzáférhetővé vált. A kutatók közleményük zárómondataként megjegyzik: folytatják a katalizátor fejlesztésével kapcsolatos kutatásokat, és azt is vizsgálják, hogy a nem vízzérékeny katalizátort miként lehet felhasználni más katalitikus eljárások során is. (MTA)



Magyarországon a GDP 1,38 százalékát fordították kutatás-fejlesztésre. Kutatás-fejlesztésre (k+f) tavaly nemzetgazdasági szinten közel 440 milliárd forintot, a bruttó hazai termék (GDP) 1,38 százalékát fordították, így 2013-hoz viszonyítva a folyó áron számított növekedés 4,6 százalékos volt – olvasható a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) honlapján közzétett előzetes tájékoztatóban. A vállalati kutatás-fejlesztési ráfordításai tavaly 7,6 százalékkal emelkedtek, ezzel szemben az állami szektor 3,1, a felsőoktatási kutatóhelyek pedig 1,5 százalékkal kisebb össz-



gel járultak hozzá a k+f tevékenységek finanszírozásához 2014-ben. A KSH adatai szerint tavaly a kutatás-fejlesztés ráfordításainak 48,4 százalékát a vállalkozások finanszírozták, 17,3 százalékra emelkedett a külföldi források részaránya is. Az állami költségvetés azonban csupán 147,5 milliárd forintot költött k+f tevékenységre, összegében és arányában is kevesebbet a 2013-asnál. Jelenleg 2988 kutatóhelyen több mint 57 ezren végeznek k+f tevékenységet, közülük 26 200-an kutatóként dolgoznak, számuk 4,5 százalékkal több 2013-hoz képest. (MTI) **Banai Andre összeállítása**

MKE-HÍREK

Konferenciák, rendezvények

XII. Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Napok

2015. október 7–9.

SDG Családi és Konferencia Központ

Balatonszárszó, Csárda utca 39–41.

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.

Online jelentkezés: <http://www.kat2015.mke.org.hu/>

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK:

Körispataky Panna, korispataky@mke.org.hu

Őszi Radiokémiai Napok

2015. október 19–21.

SDG Családi és Konferencia Központ

Balatonszárszó, Csárda utca 39–41.

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.

Online jelentkezés: www.radiokemia.mke.org.hu

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK:

Schenker Beatrix, beatrix.schenker@mke.org.hu

5th European Drying Conference

2015. október 21–23.

Hotel Flamenco, Budapest, Tas vezér u. 1–3.

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.

Online jelentkezés: <http://www.eurodrying2015.mke.org.hu>

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK:

Körispataky Panna, eurodrying2015@mke.org.hu

Kozmetikai Szimpózium – 2015

2015. november 19.

Hotel Bara, Budapest, Hegyalja u. 34.

Online jelentkezés:

<https://www.mke.org.hu/conferences/kozmetika2015/registration/>

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK:

Schenker Beatrix, beatrix.schenker@mke.org.hu

Jelölés a Náray-Szabó István Tudományos Díjra

2015. október 31-ig lehet jelölést benyújtani a 2015-ben odaítélhető Náray-Szabó István Tudományos Díjra. Jelölést nyújthat be: a szakosztály (ezen belül szakcsoport), a területi szervezet és/vagy a munkahelyi csoport vezetője a szervezet vezetőségének javaslatára alapján. Továbbá javasolhat az Egyesület vezető tisztségviselője: elnök, alelnök, főtitkár, főtitkárhelyettes, IB-tag, a Fel-

ügyelőbizottság elnöke és tagja, az Etikai Bizottság elnöke és tagja, az MKE ügyvezető igazgatója.

A díj alapításának éve: 1994.

A díj a kémia tudományában kifejtett kiemelkedő munkássáért adományozható.

A javaslati lap elérhető a www.mke.org.hu honlapon, „Az Egyesületről > Egyéb szabályzatok” almenüjében található „MKE Díj-szabályzat 2. melléklet”-ben, Word dokumentumként is. Aki előzetesen már tett javaslatot, kérjük, erősítse meg azt, vagy a javaslati lapon ismételtlen nyújtsa be az MKE Titkársághoz: androsits@mke.org.hu.

Helyesbítés

A lap július–augusztusi számának hátsó borítóján, „A Középszkolai Kémiai Lapok versenyei” című közleményben tévesen szerepelt a német fordítási verseny második helyezettjének neve. Helyesen: a második Gasztonyi Fanni lett. **A szerkesztőség**

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXX. No. 10. October 2015

CONTENTS

<i>Intuition – the unbearable imperativeness of barriers</i>	306
GYÖRGY MIKLÓS KESERŰ, TIBOR SOÓS	
<i>Determining nanostructures with CREDO, a unique Hungarian small-angle X-ray scattering instrument</i>	307
ATTILA BÓTA, ZOLTÁN VARGA, AND ANDRÁS WACHA	
Bruckner Room Lectures	
<i>Microwave-assisted organophosphorus syntheses</i>	312
ERIKA BÁLINT	
<i>Application of additive water treatment methods for the elimination of phenyl-urea type pesticides with endocrin disrupting effect</i>	315
TÜNDE ALAPI, GERGŐ SIMON, AND KRISZTINA KOVÁCS	
<i>20th anniversary of the HAS Pharmaceutical Chemistry and Technology Working Committee</i>	319
KRISZTINA TAKÁCS-NOVÁK	
<i>Meeting the challenges, regardless of age. An interview with Professor Emeritus Elemér Fogassy</i>	323
GYÖRGY KEGLEVICH	
<i>High-tech – a step by step approach. An interview with Professor György Marosi</i>	325
VERA SILBERER	
<i>Scientists and memorials (Budapest scientific. A guidebook by István Hargittai and Magdolna Hargittai; a bookreview)</i>	329
GYÖRGY INZELT	
<i>Could a volcano reawaken in the Carpathian Basin?</i>	330
<i>Chemistry calendar</i>	332
<i>(Edited by JÓZSEF SÁNDOR PAP)</i>	
<i>Richard Adolf Zsigmondy (1865–1929)</i>	333
ÁRPÁD SZABÓ	
<i>Chembits (Edited by GÁBOR LENTE)</i>	334
<i>In memory of Éva Vámos</i>	336
PÉTER TÖMPE	
<i>News of the Month</i>	337

Kémia iránti rajongás

A britek szerint a tudomány és az ipar előnyei felülmúlják a káros hatásokat

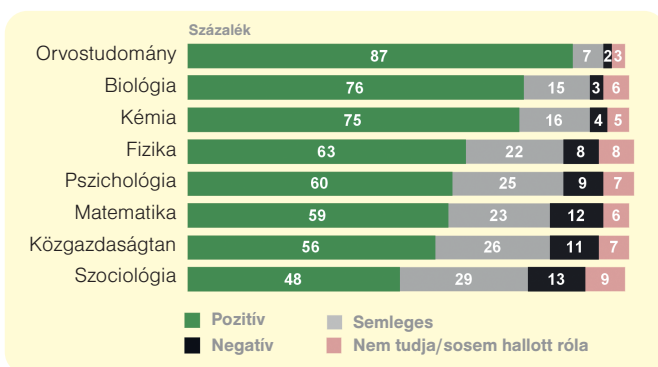
A Royal Society of Chemistry (RSC) egy felmérése a brit lakosság kémiához való viszonyát vizsgálva azt mutatta, hogy a többség pozitív véleménnyel van a kémiáról, különösen a vegyipar eredményeiről. Ez a fejlemény meglepte a brit vegyészeket, akiknek több mint fele úgy gondolta, hogy a válaszadók döntő többsége minden vegyszert veszélyesnek tart.

A megkérdezett vegyészeknek csupán harmada feltételezte, hogy a lakosság pozitív véleménnyel lehet a tudományukat illetően. Ezzel szemben a felmérésben a megkérdezettek 59%-a úgy vélte, hogy a kémia előnyei felülmúlják annak káros hatásait. Továbbá a válaszadók 79%-a hisz a kémia társadalmi hasznában. Az összehasonlítás kedvéért: az *American Chemical Society* (ACS) 2000-es felmérése szerint az ottani válaszadók egyharmada kedvezőtlen véleménnyel volt a vegyipari vállalatokról.

A brit kérdőív egyik kérdése ez volt: ki okolható, ha kiderül, hogy egy képzeletbeli vegyi anyag veszélyezteti a vásárlók egészségét és biztonságát. A válaszadók 54%-a szerint az állami szabályozás lenne a hibás; 39% gondolta, hogy az anyagot árusító cégek lennének felelősek, és csupán 14% vélte úgy, hogy az anyagot felfedező vegyészek volnának a leginkább elmarasztalandók.

Egy – az RSC által összehívott – bizottság felhívta a figyelmet arra, hogy az egyesült államokbeli felmérés eredménye azért is különbözhet az egyesült királyságbelítől, mivel a patikában dolgozó gyógyszerészeket az angol köznyelv „vegyészekként” (*chemists*) tartja számon, míg Amerikában ez nem így van. Így a vegyipari vállalatokat sokkal inkább a gyógyszerkutatással és a gyógyászattal társítják Nagy-Britanniában, nem pedig az anyagtudománnyal vagy az energiatermeléssel.

Az egyesült államokbeli hozzáállást vizsgáló ACS-felmérés szerint a vegyipar utolsóként szerepel az emellett gyógyászatot, mezőgazdaságot, számítástechnikát, környezettudományt, gyógyszergyártást, autógyártást, telekommunikációt, biotechnológiát és genetikát felsorakoztató listán. Ezzel szemben a sokkal frissebb brit felmérésben a kémia – a gyógyászatot és a biológiát követően – a harmadik volt a pozitív megítélésű területek sorában. Ez utóbbi felmérés nyolc különböző fókusz-csoportot is vizsgált, és ezek alapján megerősítést nyert, hogy a kémia iránti alacsony érdeklődés az iskolapadban elszenvedett kellemetlen kémiaórai tapasztalatokból eredhet. Az emberek szerint az ilyen élmények az érdeklődés hiányát idézhetik elő, ami esetenként félelmet és bizonytalanságot is ébreszthet a kémiával szemben.



Hol áll a kémia? Összesen 2104 brit felnőttnek tették fel a kérdést: Mit gondol, milyen fontos az adott tudományterület a jóléte szempontjából? (Forrás: Public Attitudes to Chemistry, RSC) Megjegyzés: a százalékos értékek kerekítettek, összegük nem feltétlenül 100%

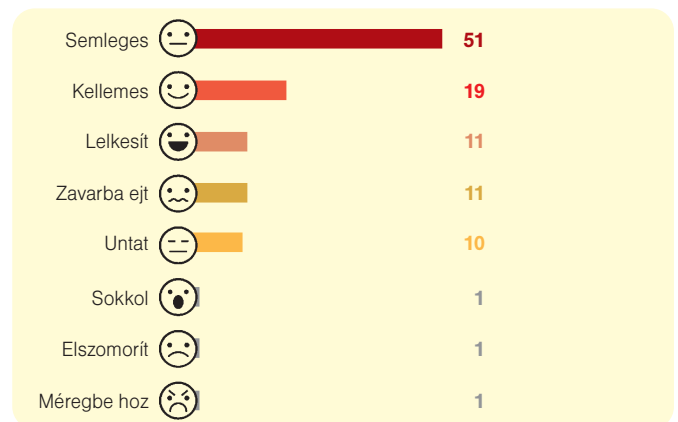
A kémia iránti aktuális érdeklődést firtató kérdésre a megkérdezett britek 43%-a alacsony pontszámot adott. A résztvevők személyüket illetően nem találták fontosnak a kémiát, és konkrét felhasználási példákat sem tudtak említeni. Mindez megkönnyíti a negatív hozzáállás és a sztereotípiák kialakulását; így például a tv-hírekben elhangzó negatív történetek is gyakran befolyásolják a lakosság kémiáról kialakított véleményét.

Az RSC kémiai kommunikációs bizottságának szakemberei arra buzdították a vegyészeket, hogy mintegy nagykövetekként szélesítsék a tudományos műveltséget, osszák meg a szakma iránti lelkesedésüket, és mozdítsák előre a kémiai kutatások közfinanszírozását. Véleményük szerint ahhoz, hogy a lakosság bizalmát megtartsák, a vegyészeknek is a nyilvánosság elé kell lépniük egy-egy kémiához kapcsolható tüzeset vagy robbanás bekövetkezte, illetve egészségügyi probléma felvetődése esetén. Ugyanis az iparban foglalkoztatott vegyészek iránti bizalom alacsonyabb volt (60%), mint a más szektorban dolgozóké.

Végezetül a bizottság megjegyezte, hogy hozzáállása alapján a brit lakosság kifejezetten nyitottnak látzik a kémia érdekességét és hasznosságát megismertető párbeszédre.

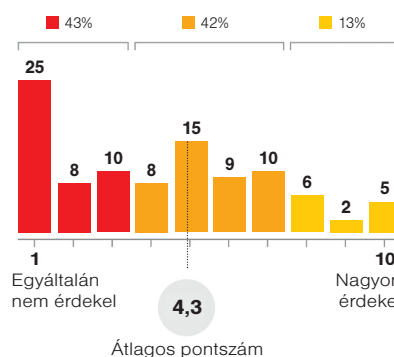
Steven Gibb: U. K. Has Positive View Of Chemistry
Chemical & Engineering News, 2015. június 8.

Dömötör Orsolya fordította



Attitűd (%). Kérdés: Milyen érzéseket vált ki önből a kémia?

(Forrás: Public Attitudes to Chemistry, RSC) Megjegyzés: a százalékos értékek kerekítettek, összegük nem feltétlenül 100%



Érdeklődés. Kérdés: Mennyire érdeklí önt a kémia? A válaszadók az érdeklődés fokát 1 és 10 közötti skálán adhatták meg. (Forrás: Public Attitudes to Chemistry, RSC) Megjegyzés: a százalékos értékek kerekítettek, összegük nem feltétlenül 100%

Raman mikroszkópia gyorsan, vizuálisan

A Raman képalkotás korábban specialisták működési területe volt. Mára azonban számos olyan alkalmazási területen is fontos eszközzé vált, ahol a felhasználók nem spektroszkópiai szakértők. A **Thermo Scientific DXR™xi képalkotó Raman mikroszkópokban** alkalmazott új műszaki és szoftveres képalkotó megoldások teljesen vizuálissá tették a készülékek használatát, így a technika helyett elsősorban a kérdésekre és a kapott válaszokra lehet fókuszálni.

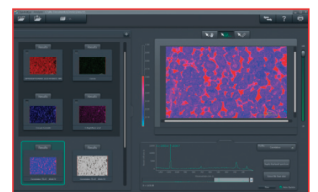
... kompromisszumok nélkül.

thermoscientific.com/DXRxi



**DXR™xi Raman képalkotó
mikroszkóp**

Nagyteljesítményű, integrált Raman
képalkotó rendszer



**Thermo Scientific OMNIC™xi
Raman képfeldolgozó szoftver**

Teljesen vizuálisan kezelhető, gyors,
Raman spektroszkópián alapuló
képalkotás

20 éves

UNICAM

Magyarország Kft.

Kizárólagos képviselet:

UNICAM Magyarország Kft., 1144 Budapest, Kőszeg utca 27.

Telefon: +36 1 221 5536 • Fax: +36 1 221 5543

E-mail: unicam@unicam.hu • Web: www.unicam.hu