

A TARTALOMBÓL:

Kémia és társadalom

Egy katalizátor legyen  
aktív és szelektív

Az ACS Magyar  
Szekciójának éves  
közgyűlése

AKI kíváncsi kémikus



# MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA LXV. ÉVFOLYAM 3. SZÁM 2010. MÁRCIUS ÁRA: 800 FT

1 H																	2 He
3 Li	4 Be											5 B	6 C	7 N	8 O	9 F	10 Ne
11 Na	12 Mg											13 Al	14 Si	15 P	16 S	17 Cl	18 Ar
19 K	20 Ca	21 Sc	22 Ti	23 V	24 Cr	25 Mn	26 Fe	27 Co	28 Ni	29 Cu	30 Zn	31 Ga	32 Ge	33 As	34 Se	35 Br	36 Kr
37 Rb	38 Sr	39 Y	40 Zr	41 Nb	42 Mo	43 Tc	44 Ru	45 Rh	46 Pd	47 Ag	48 Cd	49 In	50 Sn	51 Sb	52 Te	53 I	54 Xe
55 Cs	56 Ba	*	72 Hf	73 Ta	74 W	75 Re	76 Os	77 Ir	78 Pt	79 Au	80 Hg	81 Tl	82 Pb	83 Bi	84 Po	85 At	86 Rn
87 Fr	88 Ra	**	104 Rf	105 Db	106 Sg	107 Bh	108 Hs	109 Mt	110 Ds	111 Rg	112 Uub	113 Uuq	114 Uup	115 Uuh	(117)	118 Uuo	
57 La	58 Ce	59 Pr	60 Nd	61 Pm	62 Sm	63 Eu	64 Gd	65 Tb	66 Dy	67 Ho	68 Er	69 Tm	70 Yb	71 Lu			
89 Ac	90 Th	91 Pa	92 U	93 Np	94 Pu	95 Am	96 Cm	97 Bk	98 Cf	99 Es	100 Fm	101 Md	102 No	103 Lr			

## Nanocsövek, hálózatok, mintázatok

$$R_f \frac{\partial c_A}{\partial t} = D_{A(\text{eff})} \frac{\partial^2 c_A}{\partial z^2}$$
$$c_A(z, t) = \frac{2}{L} \sum_{i=1}^{\infty} \left\{ \exp\left(-\frac{D_{A(\text{eff})}}{R_f} \beta_n^2 t\right) \cdot \cos(\beta_n z) \cdot \int_0^L c_{A0}(z') \cdot \cos(\beta_n z') dz' \right\}$$
$$\beta_n \tan(\beta_n L) = \left(\frac{k_a}{D_{A(\text{eff})}}\right)$$



GC

•

GC/MS<sup>n</sup>

•

HPLC

•

UHPLC

•

LC/MS<sup>n</sup>

## **LTQ Velos lineáris ioncsapda MS**

### ***A legérzékenyebb és a leggyorsabb***

- Egyedülálló kettősnyomású technológia, amely kiváló csapdázási hatékonyságot, pásztázási sebességet és felbontást biztosít
- Egyidejű azonosítás és mennyiségi meghatározás komplex mintákból, alacsony koncentrációk esetén is
- 25,000 FWHM felbontású Ultra ZoomScan
- Ideális proteomikai, metabolomikai alkalmazásokra

### ***Kizárólagos képviselő:***

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

Telefon: 1-221-5536 • Fax: 1-221-5543

E-mail: [unicam@unicam.hu](mailto:unicam@unicam.hu) • Web: [www.unicam.hu](http://www.unicam.hu)



Szerkesztőség:

Felelős szerkesztő: KISS TAMÁS  
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA  
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE  
Szerkesztők:  
ANDROSITS BEÁTA, BANAI ENDRE,  
CHLADEK ISTVÁN, GÁL MIKLÓS,  
JANÁKY CSABA, KOVÁCS LAJOS,  
LENTE GÁBOR, ZÉKÁNY ANDRÁS  
Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:

SZÉPVÖLGYI JÁNOS,  
a szerkesztőbizottság elnöke,  
SZEKERES GÁBOR örökös főszerkesztő,  
ANTUS SÁNDOR, BECK MIHÁLY,  
BIACS PÉTER, BUZÁS ILONA,  
GÁL MIKLÓS, HANCSÓK JENŐ,  
HERMECZ ISTVÁN, 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,  
SZEBÉNYI IMRE, TÖMPE PÉTER,  
ZÉKÁNY ANDRÁS

Kapják az egyesület tagjai és a megrendelők

A szerkesztésért felel: KISS TAMÁS  
Szerkesztőség: 1027 Budapest, Fő u. 68.  
Tel.: 225-8777, 201-6883, fax: 201-8056  
E-mail: 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: 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 9600 Ft

Egy szám ára: 800 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,  
1027 Budapest, Fő u. 68. Tel.: 201-6883,  
fax: 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)

Apponyi Albert program

A projekt a Nemzeti Kutatási  
és Technológiai Hivatal támogatásával valósult meg



**K**érjük, engedjék meg, hogy abban a reményben üdvözöljük Önöket, hogy ismét találkozunk az immár 12. alkalommal megrendezésre kerülő **Labortechnika Kiállításon!**

A célunk az elmúlt évek alatt mit sem változott: a szakma különböző területein dolgozó szakemberek között élő, szakmai fejlődésre ösztönző, a legfrissebb eredmények bemutatására és megvitatására alkalmas tér megteremtése.

Ebben az évben úgy döntöttünk, hogy a rendezvény inspiráló hatását azzal is támogatjuk, hogy az első tavaszi napsugarak megjelenésére időzítjük, remélhetőleg elkerülve ezzel a kiállítás idején menetrendszerűen megjelenő hófellegeteket. Ennek megfelelően a megszokottól eltérően a **Labortechnika Kiállítást** idén március közepén rendezzük meg.

Az időpont kiválasztásában természetesen a kellemesebbnek ígérkező időjárási körülményeken túl szakmai érvek is szerepet játszottak. Ezúttal a legrangosabb nemzetközi konferencia, a **Pittcon 2010** után kerül sor a **Labortechnika Kiállítástra**, ami a történetünk során először kínál lehetőséget arra, hogy szinte azonnal a premier után a hazai szakemberek is megismerkedhessenek a legújabb fejlesztésekkel, trendekkel, műszerekkel.

Kiállítóink, ahogy korábban már megszokhatták, ebben az évben is felölelik a teljes palettát a laboratóriumi, analitikai mérőműszerektől a laborszakmunkák, berendezéseken, bútorokon és vegyszereken át a gázokig. A széles spektrum biztosan kielégíti a tisztelt kollégák szerteágazó érdeklődését.

A korábbi gyakorlatnak megfelelően igyekeztünk ezúttal is színes szakmai programoknak helyet biztosítani. Kedden termékművelő és tudományos cégelőadásokra, szerdán a **Tömegspektrometriás Társaság** tudományos szekcióüléseire, csütörtökön pedig a **Magyar Elválasztástudományi Társaság** királis elválasztással kapcsolatos tematikus előadásaira várjuk a kedves érdeklődőket.

A részletes programról bővebb tájékoztatást nyújtunk a honlapunkon, amelyet a [www.labortechnika.hu](http://www.labortechnika.hu) címen találunk.

Labortechnika Kiállítás  
SYMA Sport- és Rendezvényközpont „C” csarnoka  
(1146 Budapest, XIV. Dózsa György út 1.)  
2010. március 16–19.

A közeli találkozásig üdvözlözi Önöket:  
Káldor Márton, Müller Tibor, Tolnay Gusztáv

## TARTALOM

### VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

**Pálinkó István:** Egy katalizátor legyen aktív és szelektív – tovább is van, mondjam még? 70

Nanocsövek, hálózatok, mintázatok. Beszélgetés **Kukovecz Ákossal** 73

### Bruckner-termi előadások

**Bokor Éva:** Heterociklusos glükózszármazékok – mint lehetséges antidiabetikumok 77

**Ondré Dóra:** Nitrogén- és oxigéntartalmú heterociklusos szteroidok előállítása és biológiai hatásvizsgálata 79

### FÓRUM A KÖZ- ÉS FELSŐOKTATÁSRÓL

**Papp Sándor:** Kémia és társadalom 81

### OKTATÁS

#### AKI kíváncsi kémikus

**Fridrich Bálint, Najbauer Eszter:** Fullerének előállítása rádiófrekvenciás plazmában átmenetifém-katalízissal 83

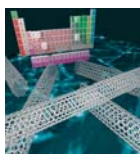
**Varga Bence:** Polisztirol előállítása környezetileg előnyös kvázielő atomátadásos gyökös polimerizációval 86

### VEGYÉSZLELETEK

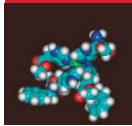
Lente Gábor rovata 90

### EGYESÜLETI ÉLET

**A HÓNAP HÍREI** 96



**Címlap:**  
Kukovecz Ákos  
montázs



Pálinkó István

Szegedi Tudományegyetem Szerves Kémiai Tanszék | palinko@chem.u-szeged.hu

# Egy katalizátor legyen aktív és szelektív – tovább is van, mondjam még?

## Hogyan csináljunk jó homogén katalizátorból jó heterogént?

**M**inden, kémiában valamennyire művelt ember számára világos, hogy mindennapi életünkben használt anyagaink döntő többségének előállításához valamilyen katalizátort használnak. A katalizátorról egy laikus is körülbelül tudja a Berzelius-féle definíciót [1], miszerint a katalizátor úgy gyorsít meg egy kémiai reakciót, hogy közben ő maga változatlan marad. Nyilván a tudomány már túllépett ezen a definíción, és egyetemi oktatóként minimum csóválnánk a fejünket, ha hallgatóink a fogalmat így határoznák meg. Ma már azt mondjuk, hogy a katalizátor kisebb aktiválási energiájú reakcióuta(ka)t nyit meg a nem katalizált folyamathoz képest, és persze azt is, hogy a katalizátor részt vesz a kémiai folyamatban, csak a reakció lejátszódása után többé-kevésbé az eredeti állapotát visszanyeri. A jó katalizátorok többé, a rosszabbak kevésbé.

Előbb-utóbb persze minden katalizátor tönkremegy, ha szerencsénk van, akkor regenerálható, így élettartama meghosszabbítható, ez pedig növeli a folyamat gazdaságosságát. Ahhoz, hogy esélyünk legyen a regenerálásra, először ki kell tudnunk nyerni a katalizátort a reakcióelegyből. Ez sok esetben nem is olyan egyszerű. A leghatékonyabb katalizátorok ugyanis ugyanabban a fázisban vannak, mint a reaktánsok vagy azok egy része, és főleg, mint a termékek vagy azok egy része (a hatékonyság fokmérője a katalizátor aktivitása és – elsősorban – szelektivitása; némileg pongyolán fogalmazva, mennyire képes a katalizátor egy vagy kevés irányba terelni az átalakulást).

Ezeket az anyagokat homogén katalizátoroknak nevezzük és ezek többnyire fémkomplexek, fémorganikus vegyületek és újabban többé-kevésbé összetett szerves vegyületek. Ne feledkezzünk meg azért az „ősi” homogén katalizátorokról, a protonról (nyilván hidratált változatról) és a lúgokról, de ezeket csak megemlítem a teljes kedvéért, általában a katalizátor-viszszanyerési hadműveletek nem ezekről az olcsó anyagokról szólnak.

A fémkomplexek, fémorganikus vegyületek sokszor szuper katalizátorok, aktivitásuk, de még inkább szelektivitásuk kiemelkedő, csak hát nagyon drágák, és visszanyerésük sokszor egyáltalán nem oldható meg. Ugyancsak homogén fázisban dolgoznak a legszelektívebb és legenyhébb körülmények között működő katalizátorok, az enzimek. Itt a közeg sótartalmú vizes fázis (fiziológiás oldat), a sokszor meglehetősen összetett reakciók a 36–42 °C hőmérséklet-tartományban és atmoszférikus nyomáson játszódnak le.

Ami az élő szervezetben előny, az lehet hátrány is, ha az enzimeket ipari körülmények között szeretnénk különféle vegyületek előállítására felhasználni. Ehhez alkalmassá kell tennünk őket arra, hogy szerves oldószerben, szélesebb hőmérséklet-tartományban és atmoszférikust meghaladó nyomáson is működni tudjanak, azaz bírják a „kiképzést”, és persze visszanyerésüket és regenerálásukat is meg kell oldani. Ha homogén katalizátorainkat valamilyen módon heterogenizálni tudjuk, akkor a megoldás kapujában vagyunk, mert a katalizátor az elegyből kiszűrhető és regenerálás után újra

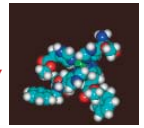
felhasználható, valamint egészében véve a heterogén katalizátor általában jól bírja a „durvább” reakciókörülményeket.

És miért vagyunk csupán a megoldás kapujában? Hát azért, mert a heterogenizálás során leronthatjuk a homogén komplex, enzim stb. aktivitását és/vagy szelektivitását. Ha a romlás nem nagymérvű, akkor nincs nagy baj, amit veszítünk itt, visszajöhet a többszöri felhasználhatóságon. Mindenképpen érdemes próbálkozni a heterogenizálással, még az is lehet, hogy nem csupán kismértékű aktivitás- és szelektivásromlás történik, hanem még aktívabb és/vagy szelektívebb katalizátorhoz jutunk. Nem csoda, hogy az utóbbi mintegy két évtizedben a homogén katalizátorok heterogenizálása, az így kapott anyagok jellemzése és kipróbálása különféle kémiai reakciókban jelentős kutatói érdeklődést váltott ki.

### Milyen anyagokat és miért heterogenizáljunk?

Bár az előbbiekben ezt a témakört már érintettem, érdekes lehet egy kissé részletesebb kifejtés.

Majdnem minden kémiai folyamathoz találunk már olyan komplexet vagy fémorganikus vegyületet (kettőjük között a határvonal legalábbis nem éles), amely nagy aktivitással és nagy szelektivitással katalizálja. Olyan komplex/fémorganikus vegyület is sok van, amely segítségével nagy, sőt akár 100%-os optikai tisztaságot tudunk elérni, amikor terméként sztereoizomerek képződhetnek. Kell ennél jobb? Első ránézésre nem, kételyeink azonban támadhat-



nak, amikor megtudjuk, hogy e vegyületek jelentős része érzékeny a levegő nedvességtartalmára, nem kevesen pedig még a levegő oxigéntartalmára is. Persze megint mondhatjuk, hogy olyan komplexek/fémorganikus vegyületek is szép számmal vannak, amelyek nemcsak hogy nem érzékenyek a levegő nedvességtartalmára, hanem egyenesen vízes közegben működnek, és nyilván olyanok is vannak, amelyek levegőn sem veszítik el stabilitásukat, sőt olyanok is, amelyek sem erre, sem arra nem érzékenyek.

Csak hogy ezek a homogén katalizátorok általában drágák, a reakció végén lehetőleg teljesen vissza kellene őket nyerni. Na, ez az esetek nagy részében nehéz, ha nem lehetetlen. Vannak azért technikák, például az [2], amikor a nagy fluortartalmú, „szénhidrogénfarokkal” ellátott ligandumú komplex „kézmeleg” hatására elegyedik a nagy fluortartalmú oldószerrel, amelyben a reaktánsok vannak, és ekkor a reakció lejátszódik. Hőmérséklet-csökkenés hatására szét elegyedés megy végbe, és a komplex más fázisba kerül, mint az át nem alakult reaktánsok és a termékek, így könnyen visszanyerhető. A technika nagyon ötletes, sok esetben kiválóan működik, de alkalmazhatósága messze nem általános. Ennél szélesebb körben látszik alkalmazhatónak az, amikor a komplexet/fémorganikus vegyületet valamilyen technikával szilárd hordozón rögzítjük, vagy szilárd hordozóba zárjuk. A szilárd katalizátor egyszerű szűréssel kinyerhető a reakcióelegyből, és általában regenerálása sem problematikus.

A szilárd hordozón/hordozóban történő immobilizálás hasznos lehet kisebb-nagyobb bonyolultságú szerves vegyületek (organokatalizátorok) [3], enzimek rögzítésére [4] is. Ekkor is a reakcióelegy feldolgozását tesszük könnyebbé, és a kinyert katalizátor újrafelhasználhatóságát segíthetjük elő. Ezzel nemcsak a folyamat gazdaságosságát növelhetjük, hanem csökkentjük a környezeti terhelést is, hiszen jóval nagyobb az atomhasznosítás.

Sok esetben az enzimekéhez hasonló aktivitás érhető el, ha csupán az enzimek aktív helyét utánzó katalizátorokat készítünk: az enzimek aktív helyét funkcionálisan vagy szerkezetileg modellezzük [5]. Erre gyakran fémion kofaktor(oka)t tartalmazó enzimek esetén kerül sor. Funkcionális modelleknél nem másoljuk egy az egyben a fémion környezetét, hanem olyan ligandumokat keresünk, amilyenekkel a modellkomplex hasonlóan funkcionál, mint az enzim. Szerkezeti modellezéskor arra törekszünk, hogy az enzimben található ligandumkörnyezetet valamilyen fokon megte-

remtsük. Ha elég nagy oligomerekkel dolgozunk, akkor a szerkezeti hasonlóság nagy, és emiatt az enzimfunkció is elég jól megmaradhat. Ha csupán a fémion közvetlen környezetében lévő aminosavakat másoljuk a fémkomplexben, akkor a hasonlóság kisebb, de sokszor még ez a minimális szerkezeti modell is jól mutatja a másolni kívánt enzimfunkciót. E modellkomplexek heterogénizálása az előbbiekben leírt okok miatt lehet kívánatos, feltéve, hogy a heterogénizált komplex aktivitása és szelektivitása nem romlik le nagyon.

### Mi legyen a szilárd fázis?

Alapvető, hogy olyan anyag legyen, amelynek összetételét, szerkezetét ismerjük. Ha homogén katalizátorunkat a felületre akarjuk rögzíteni, akkor előnyös a nagy felület; a rögzítésmódtól függően jó lehet, ha vannak felületi funkció csoportok és azok jól manipulálhatók. Ha sztérikus gátakat akarunk a rögzítéshez használni, akkor katalizátorunkat bezárhatjuk valamilyen üreges szerkezetű anyag pórusaiba. Az előbbire példa lehet a szilikagél, ennek felülete nagy, és a felületi OH-csoportok jól alakíthatók különböző kémiai reakciókkal. Az utóbbira pedig szolgáljanak például a zeolitok és zeolitszerű anyagok, amelyek igen változatos pórusátmérővel, pórustérfogattal és pórusalakokkal rendelkeznek. Pórusos anyagokként szóba jöhetnek rétegszerkezetű anyagok is, úgymint a kationcserélő rétegszilikátok vagy az anioncserélő réteges kettős hidroxidok.

Ha arra is gondot akarunk fordítani, hogy a hordozó legyen flexibilis, emlékeztessen például az enzimek fehérjéjévé, akkor választhatunk sokféle gyantát, amelyek felületére ráköthetők a katalitikus hatású molekuláink, és reménykedhetünk abban, hogy a hordozó flexibilitása segíthet enzimszerű aktív hely kialakításában.

Lehet követelmény az is, hogy a hordozó legyen inaktív, de ez inkább csak alapkutatási szempontból érdekes. Ha például azt akarjuk megtudni, hogy a felületre kötött molekulánk milyen reaktivitásbeli változást szenved az immobilizálás hatására, akkor a hordozó kémiai aktivitása zavaró lehet. Egyébként meg jól jöhet, megtörténhet, hogy az immobilizált molekula és a kémiailag aktív hordozó együtt alakít ki nagy hatékonyságú katalizátort.

Sokszor növeli a szelektivitást, ha a katalitikus hatású molekulánkat zeolitokba, zeolitszerű anyagokba zárjuk. Ekkor a pórus mérete és/vagy alakja korlátozhatja az átalakulási lehetőségeket. Gyakran választható olyan pórusokkal rendelkező hordozó,

amely a számunkra kedvező irányokba történő átalakulásokat segíti elő.

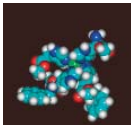
### Hogyan immobilizáljuk katalitikus hatású molekuláinkat?

Amint említettem, az immobilizálás történhet a katalitikus hatású molekulánk felületre kötésével, illetve üregekbe zárásával. A két módszer kombinálása is előfordulhat.

A felületen való rögzítésre elvileg használhatjuk az összes kötésfajtát. Például a molekula a felületre adszorbeálható. Ekkor másodlagos kötések segítségével valósul meg az immobilizálás. Ha szerencsénk van, akkor erős hidrogénkötések rögzítenek. Így a reakciókörülmények között a katalitikus hatású molekula lemosódása kisebb mértékű. Ha a kötőerők gyenge hidrogénhidak vagy van der Waals-erők, könnyen előfordulhat, hogy a katalitikus hatású molekula gyorsan lemosódik a felületről, és elveszítjük a heterogén katalizátor minden előnyét (de legalább kínlódtunk megcsinálásával).

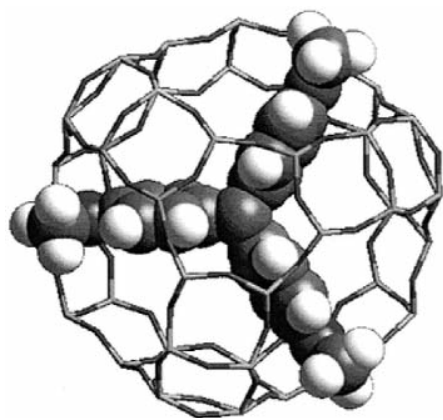
A lemosódás veszélye kicsivé válik, ha a felületi rögzítéshez elsődleges kötések használunk. Ezek egyike az ionos kötés. Az erős elektrosztatikus kölcsönhatás stabilizálja molekulánkat a hordozó felületén, és jó eséllyel nyerhetünk aktív és többször is felhasználható katalizátort. Anyagunk nagy valószínűséggel bírni fogja a durvább reakciókörülményeket és az időnkénti regenerálás viszontagságait is. Ennek a megkötési módnak nyilvánvaló feltétele, hogy legyen töltés a hordozó felületén, azaz a hordozó ioncserélő tulajdonságú legyen, és rögzítendő molekulánkat a hordozó töltésével ellenkező polaritású ionos formába hozhassuk. Szerencsére e kettős feltétel igen gyakran teljesíthető. Szép számmal vannak kationcserélő tulajdonságú hordozók, ilyenek például a zeolitok és zeolitszerű anyagok nagy része, a réteges szerkezetű agyagásványok és a kationcserélő gyanták. Anioncserélő tulajdonságú hordozóként is használható anyagaink száma kisebb ugyan, de azért vannak, ilyenek például a réteges kettős hidroxidok és az anioncserélő gyanták. Katalitikus hatású molekuláink gyakran tartalmaznak ionizálható funkció csoportot, vagy építhetünk rájuk ilyeneket a katalitikus hatás elrontása nélkül (ami persze nem megjósolható – ki kell próbálni).

A másik alkalmazható technika szerint a katalitikus hatású molekulát kovalens kötéssel rögzítjük a felületre. Ennél az immobilizálási módnál még eléggé szélsőségesen durva reakciókörülmények között sincs lemosódás. Ez a rögzítésmód csak akkor működik, ha mind a hordozó, mind a rögzí-



1. ábra. Hajó üvegbe zárva (ship-in-a-bottle)

tendő molekula tartalmaz olyan funkcióscsoportokat, amelyek – némi közbenjárás hatására – hajlandók egymással reagálni. Ilyen funkcióscsoportoknak már vagy lenniük kell a hordozón, vagy nekünk kell kialakítani azokat, már ha ezt meg lehet csinálni. Szerencsére a szokásosan használt hordozók többsége tartalmaz OH-csoportokat, amelyek eléggé reakcióképesek lehetnek önmagukban is, de ha nem, akkor viszonylag könnyen jó reakcióképségsű csoportokká alakíthatók. A rögzítendő molekulákon is lehetnek vagy kialakíthatók



2. ábra. Komplex az Y zeolit nagyüregébe zárva (ship-in-a-bottle katalizátor)

olyan reakcióképes csoportok, amelyek nem rontják el a molekula katalitikus aktivitását. A kovalens kötésű rögzítésmódnak lehet olyan előnye, hogy homogén körülmények között fantasztikus aktivitású és szelektivitású fémkomplexünk/fémorganikus vegyületünk, szerves molekulánk katalitikus hatékonyságát teljes mértékben meg tudjuk őrizni, ha azt mintegy „kipányvázuk” a hordozóhoz, valamilyen hosszú „linker” molekularészlet segítségével. Ekkor a hordozó nem akadályozza a reaktánsok hozzáférést az aktív centrumhoz, a szerepe mindössze az, hogy az ilyen módon hete-

rogenizált katalizátor „kihalászását” segítse a reakció végén. Azt is gondolhatnánk, hogy EZ A MEGOLDÁS (csupa nagybetűvel), hiszen minden más esetben a hordozó gátolja a reakciócentrumhoz való hozzáférést, azaz rontja a katalitikus hatékonyságot. Hamarosan látni fogjuk, hogy bármilyen meglepő is, ez nincs mindig így, előfordulhat, hogy akár az adszorpció, akár az ionos, akár a „rövid pórázú” kovalens rögzítésmód vezet nagyobb hatékonyságú katalizátorhoz, mint a homogén

megfelelő volt.

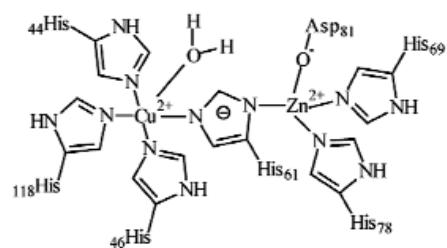
Még egy rögzítésmódot említenék, amely már a katalitikus hatású molekula üregbe zárását jelenti, ez pedig az úgynevezett „ship-in-a-bottle” szintézismód [6] (1. és 2. ábra). Ekkor az immobilizálandó molekulánkat vagy a pórusos hordozó üregben készítjük el alkotórészeiből, vagy a molekulát templátként használva „körészintetizáljuk” a hordozót. Mindkét módszer eredménye az, hogy a nagy térkitöltésű katalitikus hatású molekulánk nem fér ki az üreg bejáratán. A jó vagy legalább elfogadható katalitikus viselkedéshez azért az is kell, hogy a reaktánsok még beférjenek az üregbe, a termékek pedig ki tudjanak jönni onnan.

**Mit nyerünk a katalitikus hatású molekulák immobilizálásával?**

A heterogenizált katalizátornak, amint láthattuk, egy előnye mindenképpen van a homogén katalizátorral szemben. A reakcióelegy feldolgozása sokkal könnyebb, a katalizátor egyszerűen kiszűrhető, és vagy azonnal, vagy regenerálás után újra felhasználható. Ez még akkor is előnyös lehet, ha a heterogenizált katalizátor veszít aktivitásából és szelektivitásából a homogén katalizátorhoz képest. Első ránézésre az aktivitás- és szelektivitásvesztés triviális, hiszen a megkötési módok többségénél a szilárd hordozó akadályozza a reakciócentrumhoz történő hozzáférést. Ez alól a hosszú linker keresztül, kovalens kötéssel a felülethez kötött katalitikus hatású molekulák lehetnek kivételek: itt várhatóan megmarad a homogén katalizátor aktivitása és szelektivitása.

Érdekes módon nem mindig jár a katalitikus hatékonyság csökkenésével az immobilizálás, sok esetben egyenesen megnő a heterogenizált molekula katalitikus aktivitása. Erre saját gyakorlatunkból mutatok

be két példát. A szuperoxid dizmutáz (SOD) enzimet akartuk modellezni fémkomplexek segítségével. A SOD enzim, amelyből sokfajta van, de mindegyik tartalmaz fémiont vagy fémionokat kofaktorként, az élő szervezetek egyik védelmi vonalának fontos képviselője. Az enzim a rendkívül reaktív szuperoxid-gyökianiont alakítja tovább oxigénné és a kevésbé reaktív (de még mindig káros) hidrogén-peroxiddá (ez utóbbit a kataláz enzim alakítja tovább). Azt gondoltuk, hogy az aktív centrum funkcionális [7] (3. ábra), illetve szerkezeti [8] modelljei jó oxigéntranszfer-katalizátorok lehetnek. Elkészítettük a modellkomplexeket homogén és heterogenizált formában is (4. ábra).

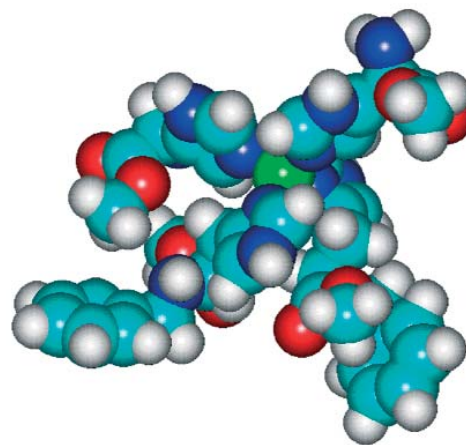


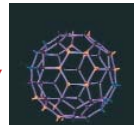
3. ábra. A Cu,Zn-SOD enzim funkcionális modellje

Mindkét esetben azt tapasztaltuk, hogy a heterogenizált formák SOD-aktivitása jelentősen meghaladta a homogén komplexek aktivitását. Meg tudtuk mutatni, hogy a felületre kötés eredményeként megváltozott, torzultabb lett a komplexek geometriája. A feszültebb geometria pedig megnövelte a rögzített komplexek aktivitását.

További előnyként könyvelhető el, hogy a heterogenizált katalitikus hatású molekulák jobban bírják a hő- és mechanikai ter-

4. ábra. Polisztirol gyantára kovalensen rögzített Cu(II)-L-hisztidin-metilészter komplex optimalizált szerkezete – a SOD enzim szerkezeti modellje (zöld – Cu(II), kék – C, piros – O, szürkésfehér – H)





helést, és működőképesek maradnak sokféle oldószerben.

A fentiek alapján megállapíthatjuk, hogy a katalizátorfejlesztés egyik ígéretes útja a katalitikus hatású molekulák immobilizálása. Az így nyert heterogén katalizátorok sokszor összemérhető vagy nagyobb hatékonysággal képesek működni, mint heterogénizálás előtt. A heterogén katalizátorok előnyös műveleti tulajdonságai (könnyű visszanyerhetőség, nagyobb hő- és mechanikai terhelhetőség, sokféle oldószer alkalmazhatósága) miatt felhasználásuk még akkor is preferált, ha az immobilizálás következtében a katalitikus hatékonyság némileg romlik is. ●●●

#### IRODALOM

- [1] J. Berzelius, Jahre-Bericht über die Fortschritte der Physischen Wissenschaften, Vol. 15, Tübingen, 1836.
- [2] I. T. Horváth, J. Rábai, Facile catalyst separation without water: Fluorous biphasic hydroformylation of olefins, *Science* (1994) 266, 73–75.
- [3] M. Gruttadauria, F. Giacalone, R. Noto, Supported proline and proline-derivatives as recyclable organocatalysts, *Chem. Soc. Rev.* (2008) 1666–1688.
- [4] U. Hanefeld, L. Gardossi, E. Magner, *Chem. Soc. Rev.* (2009) 38, 453–468.
- [5] I. Pálinkó, Functional and structural mimics of superoxide dismutase enzymes, *Inorganic Biochemistry: Research Progress* (J. G. Hughes, A. J. Robinson, eds.), Nova Science Publishers, Inc., Ch. 10, pp. 281–303, 2008.
- [6] K. J. Balkus, A. G. Gabrielov, Zeolite encapsulated metal-complexes, *J. Incl. Phenom. Mol. Recognit. Chem.* (1995) 21 159–184.
- [7] I. Szilágyi, I. Labádi, K. Hernadi, I. Pálinkó, I. Fekete, L. Korecz, A. Rockenbauer, T. Kiss, Superoxide dismutase activity of a Cu-Zn complex – bare and immobilised, *New J. Chem.* (2005) 29, 740–745.
- [8] I. Szilágyi, O. Berkesi, M. Sipiczki, L. Korecz, A. Rockenbauer, I. Pálinkó, Preparation, characterization and catalytic activities of immobilized enzyme mimics, *Catal. Lett.* (2009) 127, 239–247.

#### ÖSSZEFOGLALÁS

**Pálinkó István: Egy katalizátor legyen aktív és szelektív – tovább is van, mondjam még? Hogyan csináljunk jó homogén katalizátorból jó heterogént?**

A cikk a nagy aktivitású és szelektív heterogén katalizátorok készítésének egy módját, a különféle, már ilyen tulajdonságokkal rendelkező molekulák immobilizálási lehetőségeit mutatja be. Sorra veszi a lehetséges hordozókat, a felületi kölcsönhatások kialakításának lehetőségeit, és tárgyalja a kapott heterogén katalizátorok előnyös és hátrányos tulajdonságait. Megállapítja, hogy a homogén katalizátorok heterogénizálása ígéretes katalizátorfejlesztési út még akkor is, ha a kapott katalizátorok aktivitása és szelektivitása sokszor nem éri el a megfelelő homogén katalizátorok aktivitását és szelektivitását. Ez a hátrány igen gyakran kompenzálható a reakcióelegy könnyebb feldolgozhatóságával, a katalizátor visszanyerhetőségével és regenerálhatóságával, valamint jobb műveleti tulajdonságaival.

# Nanocsövek, hálózatok, mintázatok

## Beszélgetés Kukovecz Ákossal

*Kukovecz Ákos a Szegedi Tudományegyetem Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszékének docense. Anyagtudományi, nanotechnológiai, katalitikus kutatásokat folytat, kémiai technológiai és matematikai tantárgyakat oktat. Annak a harminchárom kutatónak az egyike, aki eredményesen szerepelt a Norvég Alap és az OTKA „Nemzetközi ismertséggel rendelkező fiatal kutatók tudományos életpályájának elősegítése” című pályázatán.\**



■ Egy-két éve „Szénnanocsövek. Lesz-e valóság az ígéretből?” címmel jelent meg cikke az *Élet és Tudományban*. Milyen válasz adható ma a kérdésre?

– Úgy gondolom, indokolt volt a kételkedés. Néhány alkalmazás, amelyet a 90-es évek második felében „vizionáltak”, és még a 2000-es évek elején is emlegettek, egyelőre biztosan nem valósul meg. Részben azért nem, mert az a tudományos közösség, amelyik a szénnanocsövekkel foglalkozott, néhány évvel ezelőtt megtalálta az új sikereanyagot, a grafént. A szénnanocsöveket fel akarták például használni molekuláris tranzisztorok előállítására. Egyelőre úgy tűnik, hogy ezek a kutatások nem jártak a várt sikerrel, ezért sokan váltottak át a grafénra. Persze ez nem baj, hiszen a grafén önmagáért is nagyon érdekes anyag

Máshol azonban igenis van előrelépés a szénnanocső-kutatásban, például a korábban alig vizsgált, nagy, de rendezett strukturák tanulmányozása terén. Ezzel el is érkezünk a pályázatunkhoz, amelynek az „Egydimenziós nanostruktúrák szabályozott

morfológiájú, nagy hálózatainak előállítása és vizsgálata” címet adtam. Ezeket a hálózatokat más anyagokból is el lehet készíteni, de a nanocső könnyű, erős, hajlékony és ma már viszonylag olcsón előállítható, ha nem mi akarjuk megszabni, milyen nanocsövek nőjenek egy felületen. A világ nanocsőtermelő ipari kapacitása szépen fut fölfelé annak ellenére, hogy az első nanocső-kutatók figyelme esetleg már elfordult ezektől a szerkezetektől.

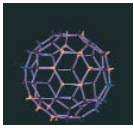
Azt azért hadd mondjam el, hogy az utóbbi években áttörés is bekövetkezett: sikerült megoldani az egyfalú szénnanocsövek szétválogatását kiralitás szerint. Ugyanis az az egyik legnagyobb probléma, hogy a félvezető és a fémes nanocsövek egyszerre képződnek az előállítás során.

■ *Kiralitáson azt értik, hogy félvezető vagy fém keletkezik a cső feltekerésétől függően?*

– Igen, ez a nanocsöves irodalom zsongója: amikor kiralitást mondunk, tulajdonképpen helicitásra gondolunk, amit az egyfalú nanocső föltekerési vektora jelöl ki. Az egyfalú szénnanocsövek a föltekerési vektorukban különböznek egymástól.

■ *Ettől függ tehát, hogy fémes-e a szénnanocső?*

\* Az interjú részleteket tartalmaz az OTKA honlapján megjelenő beszélgetésből.



– Igen: ha az ember elképzeli egy szabályos hatszögekből álló síkot (azaz egy grafénréteget), és azt összehajítja úgy, hogy két előre kijelölt pontját összeilleszti, akkor nanocső keletkezik. Az összeillesztendő két pontot összekötő vektor szabja meg a palást feltekeredését, ez pedig eldönti, hogy fémes vagy félvezető lesz-e a cső. A csövek egyharmada fémes vezető, a többi félvezető.

A vezetőképesség szerinti szétválogatásra korábban volt olyan elképzelés, hogy a fémes csöveket ki lehet égetni a félvezetők mellől egyfajta FET- (field effect transistor, térvezérelt tranzisztor) elrendezésben. A véletlenszerűen elhelyezett nanocsövek közül a félvezetők elektromos vezetését a kapuelektrodára kapcsolt megfelelő feszültséggel kikapcsoljuk, kiürítve a Fermi-szint közelében a vegyértéksávot. Ezután a mintára nagy feszültséget adunk, aminek hatására a kikapcsolt félvezető csöveken nem folyik áram, de a fémes vezetőkön igen. Utóbbiak így felmelegsznek és előbb-utóbb elégnak. Ez a módszer azonban nem túl szerencsés, mert drága és nem termelékeny. Egy új, szellemes elképzelés szerint elektroforetikus módszerrel is el lehet választani egymástól a fémes és a félvezető csövecskéket úgy, hogy egyiket sem kell megsemmisíteni. A nanocsőelegyet megfelelő felületaktív anyagok társaságában egy elektroforézis-géllal megtöltött oszlopra viszik fel, kis feszültséget adnak a rendszerre, és egy idő után a fémes és a félvezető csövek különböző helyeken kötnek ki. Nyilván a részletekben bújik meg az ördög: milyen oszlopot kell használni és

pontosan mit kell még hozzátenni a nanocsőkeverékhez azért, hogy az elvárásaink szerint viselkedjen. Ígéretes módszer a szaporító szintézis is. Ekkor spektroszkópiai módszerek segítségével egy heterogén mintából kiválasztanak egy bizonyos kiralitású nanocsőből néhányat, majd ezeket magként használják ugyanilyen kiralitású csövek növesztésére. A kapott csöveket szétdarabolják, a darabokat újra magként használják és így tovább. Az utóbbi két eljárás a nanocső kutatásnak új lendületet adhat. Mi azonban úgy gondoljuk, hogy a hagyományos struktúrák gyakorlati közeli alkalmazásainak kell inkább dolgoznunk.

■ *A szaporításról jut eszembe: hogyan lesz a szénnanocsőből nanoszál?*

– Borzasztó hosszú szénnanocsöveket is lehet készíteni, de

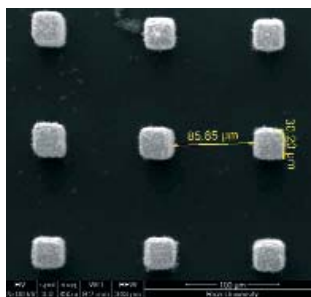
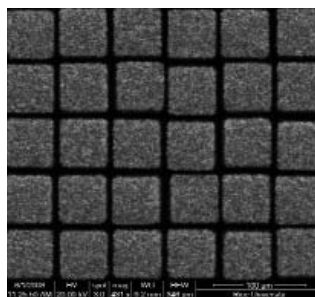
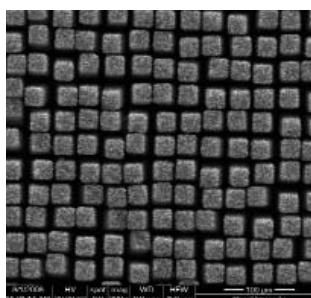
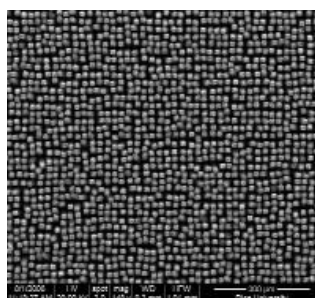
itt a „borzasztó hosszú” néhány centimétert jelent. Ne becsüljük le ezt a méretet: a  $10^{-2}$  méteres hossz tízmilliószorosa a  $10^{-9}$  méteres átmérőnek; hasonló hossz/átmérő aránya lenne annak a kétsávos országútnak, amelyik a Földről a Holdig ér! A szál készítéséhez a nanocsöveket össze lehet sodorni, ezt néhány éve Ray Baughman publikálta a Science c. folyóiratban. Egy poszt-doktorának elég finom ujjai voltak ahhoz, hogy a nanocsőhalmazból kötelet sodorjon. Több méter hosszú szálat sodort, amelyre aztán csomókat kötöttek, és a csomókat elektronmikroszkóppal „lefényképezték”. Nagyon látványosak – de azért tudni kell, hogy a nanocső elsődlegesen érdekes tulajdonságai addig maradnak meg, amíg a nanocső egyetlen molekula.

■ *Ezért választották kísérleteik tárgyaként a szabályozott morfológiájú hálózatokat?*

– A szabályozott morfológián elsősorban azt értjük, hogy a hálózat olyan lesz, amelyet szeretnénk. Elképzelhető, hogy bár a hálózat rendezetlen – azaz nem egy előre rögzített geometria szerint rendeződnek benne a nanocsövek –, a pórusmérete mégis csak szűk tartományban mozog. Tehát ha akarom, tudok olyan nanocsőhálózatot csinálni, amiben a nanocsövek által kijelölt pórusok húsz nanométeresek, és egy másikat, amiben harminc. Mi elsősorban így szabályozzuk a morfológiát, de szabályozott hálózat az is, amit a nanocsöveket megfelelő felületen egymás mellé, adott minta szerinti növesztésével kapunk.

**Szabályos mintájú szénnanocső-hálózatok pásztázó elektronmikroszkópos felvétele különböző nagyításban.**

**Főnt: vizes etilénés, lent: xilol-ferrocénes kémiai gőzlecsapással előállított szerkezetek**



Amerikai és finn kollégákkal szilíciummembrán pórusaiba is növesztettünk nanocsöveket, ami például a katalízis szempontjából nagyon fontos lehet. Ez ismét másfajta szabályozása a nanocsövekből álló hálózat morfológiájának, ráadásul gyakorlati alkalmazásokhoz is elvezethet még. A nanocsövek kiváló katalizátorhordozók, nagy a fajlagos felületük és könnyű fölvenni rájuk különböző fémmnanorészecskéket. Kísérletképpen készítettünk egy nanocsőmembrános hidrogénező katalizátort, átfüjtük rajta a reakcióelegyet, és remekül működött.

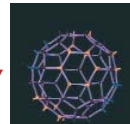
■ *Milyen anyagokkal dolgoznak?*

– Alapvetően szénnanocsövekkel, ezenkívül félvezető-oxid- és fémnanocsövekkel és -nanoszálakkal. Az utóbbi hét évben titán-oxid-nanoszálakkal és -nanocsövekkel is folyamatosan foglalkoztunk. A titán-oxid ma népszerű anyag. Nanoméretű titán-oxidot használnak például az öntisztuló fal-festékekben és üvegbevonatokban, de szenzorokban és katalizátorhordozóként is előfordulnak.

Mi a titánrétegekből spirálisan „feltekert” nanocsöveket állítunk elő és vizsgálunk. Ezek nemcsak anyagukban különböznek a szénnanocsövektől, hanem szerkezetükben is. A szénnanocsövek mindig zártan nőnek (bár a tudományos irodalom illusztrációiban általában nyitva ábrázolják őket), ezért a végüket le kell vágni, mielőtt a belsőjüket használhatnánk valamire. A titánnanocsövek ezzel szemben mindig nyitottak. Ennél is fontosabb morfológiai különbség, hogy a szénnanocsövekből van egyfalú és többfalú, a titánnanocső keresztmetszete viszont csigavonal. Magát a csövet pedig úgy kell elképzelnünk, mint egy feltekert szőnyeget vagy palacsintát. Ez egyrészt önmagában is érdekes anyag, másrészt olyan egydimenziós nanoszerkezet, amelynek többféle gyakorlati alkalmazása is lehet. Működhet ioncserélőként vagy – megfelelően módosítva – jól szabályozható heterogén katalizátorként, de kiindulási anyaga lehet a titánnanoszálak előállításának is.

Ezeknek a közepén nincs lyuk és hosszabbak is, laboratóriumunkban pedig ki tudtuk mutatni a polimererősítő hatásukat. Sokat vizsgáltunk ezen a területen, két doktori disszertáció is született már belőle. A nanocsővé tekeredés mechanizmusának és a nanoszálá váló átalakulásnak a





vizsgálata tudományos szempontból is érdekes volt, és alkalmazási távlatot is adott a kutatásoknak.

Tanulmányozzuk még a kvázi egydimenziós vanádium-oxid- és volfrám-oxid-nanostruktúrákat (csövek, szálak) is. Egyelőre még azt próbáljuk megfejteni, miért úgy nőnek, ahogy, és hogyan lehetne szabályozni a képződésüket. Remélem, öt év múlva már arról tudok majd beszélni, miként tereltük ezeket a kutatásokat is a gyakorlati alkalmazás felé.

Nagyon izgalmasak a fémnanoszálak is. Az egyik ügyes doktorandusz kollégánk fém-ből növeszt nanoszálakat, aztán a fémet kicseréli egy másikra úgy, hogy a szálak morfológia megmarad. Olyan, mint egy bűvésztrükk: itt egy fehér nyúl, ráütünk, és fekete lesz!

#### ■ *Mitől marad meg a szál?*

– Ezt vizsgáljuk most. Mindenesetre nagyon érdekes, hogy megmarad, miközben a szálon száz százalékban végigmegy a cserereakció.

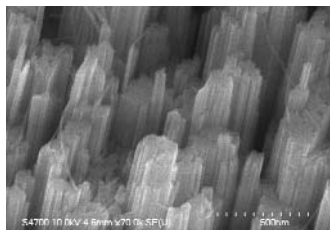
Hasonló morfológia-megőrző cserét egy másik anyaggal már korábban is találtunk. Cink-oxid-nanoszálakat készítettünk, majd ezeket cink-glicerolát-mikrorudakká alakítottuk át úgy, hogy a hosszúkas forma megmaradt. A cink-glicerolát régóta ismert komplex vegyület, ám azt mi írtuk le először, hogyan lehet úgy növesztetni, hogy örökölje a kiindulási cink-oxid morfológiáját.

#### ■ *Milyen fémeket tudnak „cserélni”?*

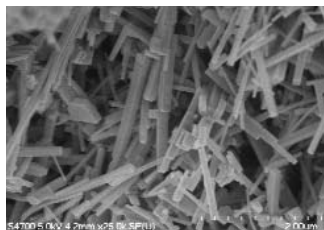
– Például átmenetifémet nemesfémre: nikkelt platinára vagy palládiumra, rezet aranyra stb. Különösen szeretnénk a cserekinetikáját megérteni, olyan állapotokat dokumentálni, amikor a szál egyik fele még nikkelt, a másik már platina.

■ *Az a kísérletük is trükkösnek tűnik, amelyben szénnanocsövekre választottak le a teflont.*

– Képzeljünk el, hogy több szabályozatlan nanocsőréteget építünk egymásra és ezek mindegyike valami másra jó – mondjuk azért, mert mindegyiket más-más pórus-átmérőjűre készítettük, mint egy nanoméretű szitasorozatot. Vagy lehet, hogy rétegenként különböző funkció csoportokat, katalitikus hatású fémnanorészecskéket helyeztünk el, és kompakt kis vegyi üzem állt így elő. A megtisztítandó anyag bemegy az egyik oldalán, sorban áthalad az egy-egy nanocsőmembránból álló technológiai lépéscsőkön, és valami egészen más jön ki a másik oldalán. Ez a rendszer a gáztisztításban és a folyadéktisztításban is hasznos lehet. Mindenhol előkerül azonban az a kérdés,



**Volfrám-oxid- (balra) és kálium-niobát-nanoszálak pásztázó elektronmikroszkópos felvétele**



hogy el lehet-e választani a nanocsőrétegeket úgy, hogy az anyagáramlás megmaradjon, de a nanocsövek egymással ne érintkezzenek. Egy szitasorozat esetében ugyan ennek nincs jelentősége, de ha például az egyik nanocsőréteget érzékelőként kell viselkednie, akkor már elektromos szigetelésre is szükség van, miközben a fluidumnak áramolnia kell. Hopp Béla fizikuskollégánkkal együttműködve pórusos teflonbevonatokat készítettünk nanocsőfilmeken. A teflon jó szigetelő, méréseinkkel pedig igazolni tudtuk, hogy a leválasztott bevonat nem változtatta meg az eredeti nanocsőmembrán permeabilitását.

Egy hároméves FP6-os projektben szabályozott morfológiájú szénnanocső-hálózatokból építettünk gázérezkeket.

■ *Úgy emlékszem, „önszabályozó szenzorokat” terveztek. Mit jelent ez a kifejezés?*

– A szenzorok esetében a szelektivitást a legnehezebb elérni. A legjobb szenzorokat a természet állítja elő az élő szervezetben, ennek egyelőre a nyomába sem érhetünk. Félvezető oxidokból nagyon olcsó, nagyon jól működő szenzorokat gyártanak, de a szelektivitásuk sokszor nem megfelelő. Gyakran folyamodnak ahhoz a cselhez, hogy nem magát a szenzort készítik szelektívra, hanem szelektív membránt tesznek elé. Ha egy ilyen membrán kilyukad, megszűnik a szenzor szelektivitása.

Mi eredetileg arra gondoltunk, hogy olyan szenzort készítsünk szénnanocsővekből, amelyben a nanocsőhálózatba kis szabályozóelemeket építünk be, és ezekkel lokálisan megváltoztatva az elektromos tulajdonságokat szabályozható lesz a szelektivitás. Megfelelő számítógépes programozással elérhetnénk, hogy amikor a szenzor nem érzékel semmi kritikusat, akkor minden kapacitását arra használja föl, hogy figyeljen (azaz nagy legyen az érzékenysége). Ha pedig bármi változást érzékel a monitorozandó gáztérben, akkor a számítógép átprogramozza ugyanezt az eszközt úgy, hogy az egyik része érzékennyé váljék például a szén-monoxidra, a másik a kén-hidrogénre, a harmadik az ammóniára, a negyedik

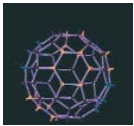
a metánra (ilyenkor a szenzor szelektivitásának kell nagynak lennie). A terveink szerint így dolgozott volna az önszabályozó szenzorunk, de viszonylag gyorsan kiderült, hogy ebben a formában nem működőképes.

A kísérletek azonban nagyon érdekes eredményre vezettek, amikor zajanalízishez folytattunk. Hadd mondjam el –

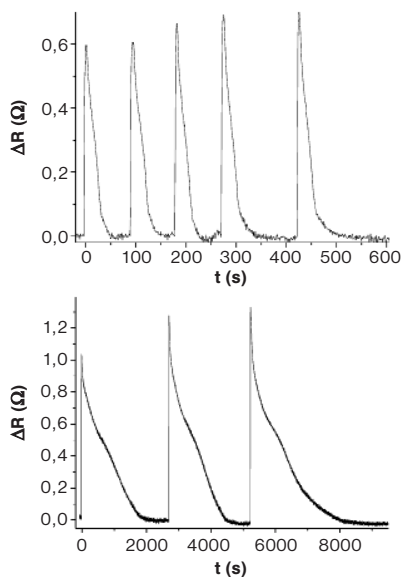
mert talán nem mindenki tudja –, hogy a zajban lévő információ tartalom kihámozásának az egyik élvonalbeli kutatója egy volt szegedi fizikus, aki ma Texasban él: Kish B. Lászlónak hívják. Szegeden Gingl Zoltán vezetésével most is komoly zajkutató csoport működik, velük és Kish Lászlóval is együtt dolgoztunk az említett FP6 projektben. A legtöbb természettudós igyekszik kerülni a zajos méréseket: sokszor megmérjük ugyanazt, így a véletlenszerű zajok kiátlagolhatók. A szenzorika szempontjából alapvető felismerés, hogy a zaj bizonyos komponensei valójában fontos mintázatok, csak nem tudjuk őket egyesével kiolvasni. Ha például egy szén-monoxidot is tartalmazó gázelegyet átvezetünk egy szenzoron, akkor a szén-monoxid valahol megkötődik a nanocsőhálózaton – pontosan az történik vele, amit eredetileg akartunk: lokálisan megváltoztatja a hálózat viselkedését, az elektromos tulajdonságait. Bizonyos csöveken ráadásul jobban megkötődik, mint másokon, de ezt egyesével képtelenség kimérni, így az egész hálózaton mért bruttó ellenállás-változás nem lesz jellemző a szén-monoxidra. Viszont a szén-monoxid-adszorpció miatt megváltozik a szenzor elektromos jelének zaja is: megjelenik egy mintázat benne, ami korábban nem volt ott. Ha ezután eltakarítom a szén-monoxidot, és például ammóniát vezetek ugyanarra a nanocsőhálózatra, akkor az ammónia máshol kötődik meg, mert más az elektronszerkezete. Ezért mikroszkopikusan más kölcsönhatások alakulnak ki a gáz és a nanocsövek között – kicsit megint megváltozik a zajmintázat. A szén-monoxid és az ammónia zajmintázatát pedig jól meg lehet különböztetni egymástól. Ezzel a módszerrel végül sikerült a projekt céljait elérnünk és nagyon szelektív szenzort előállítanunk.

■ *A szelektivitásra helyezi a hangsúlyt a hálózatokon mért „párolgási profil” is.*

– Arról van szó, hogy készítettünk egy szénnanocső-filmet: nagyjából száz mikron vastag, olyan, mint a papír, és van valamekkora elektromos ellenállása. Amint egy csepp szerves oldószert cseppentek rá, miközben a filmet alulról fűtöm kicsit, az oldószer hatá-



sára nagyon jellegzetes ellenállás-változást fogok kimérni.



Párolgási profilok

Első közelítésben persze minden oldószerezrel ugyanaz történik: amikor a folyadék behatol a nanocsövek közé, akkor a film ellenállása megnő, majd az oldószer elpárolgásával az ellenállás visszaáll az alapértékre. A különböző oldószerek esetén azonban a profil más és más. Az ábrán az egyik profil több mint fél óra alatt fut le, a másiból pedig tíz perc alatt fölvevünk ötöt. Az egyik jól párolgó, a másik lassan párolgó oldószertől származik. Ez triviális különbség, de a gyorsan párolgó oldószerek közt is van kimutatható eltérés. Ma már 17 különböző oldószert tudunk párolgási profilja alapján azonosítani. Megjelent tehát a szelektivitás, a különböző molekulák kimutatásának lehetősége, és ha van alkalmas módszerünk is a profilok „finomszerkezetének” elemzésére, akkor nagyon olcsó és egyszerű analitikai eszközt fejleszthetünk ki.

Természetesen tele van a világ gázkromatográfokkal, amelyek pompásan elvégzik az oldószerek azonosítását. Csakhogy a gázkromatográf egy nagy doboz, sokba kerül, gázok kellene hozzá és számos kiszolgáló eszköz is. Mi pedig egy apró és olcsó szénnanocső-filmről beszélünk – de itt is bonyolult rendszerrel állunk szemben. Ez adja a kutatás szépségét. A folyadékcseppek szétterül a pórusos filmen, elindul befelé, közben folyamatosan párolog, különböző erőhatások lépnek fel a pórusokban, és megjelennek az elektromos kölcsönhatások is. A nanocsőfilm ellenállását meghatározza, hogy a vezető (fém) és a félvezető csövek hogyan állnak-feksznek egymáson, milyen kontaktusok alakulnak ki közöttük. A be-

diffundáló anyag ezeknek a kontaktusoknak az ellenállását is módosítja. Tehát a profil kimérése nagyon egyszerű, de a leírása, a korrekt fizikai-kémiai modell megalkotása roppant bonyolult. Ebben a munkában az SZTE TTIK Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszékéről Tóth Ágota és Horváth Dezső nyújtanak nekünk segítséget. A görbék finomszerkezetének elemzéséhez – az oldószerek azonosításához – pedig mintázathelyismerő eszközt, például mesterséges neuronhálózatot használunk. Az ilyen munka valódi szórakozásszámba megy.

■ *Azt hiszem, nem ez az egyetlen „szórakozásuk”, hiszen a honlapján azt írja, „vannak olyan témáink is, amelyek nem kapnak célzott kutatástámogatást, de érdekelnek minket, ezért foglalkozunk velük”. A felsorolásban az első a mechanokémiai reakciók kinetikájának követése. Eddig úgy gondoltam, inkább a gélek kutatásakor kerülnek előtérbe ezek a reakciók.*

– Már az is mechanokémia, hogy fog az ember egy nagy malmot, beletesz mindenféle reaktánst és elkezd őrölni. A malom triviális használata persze az aprítás. Előfordulhat azonban, hogy a malom falán éppen akkor találkozik két reakcióképes anyag, amikor odacsapódik egy őrlőgolyó. Ennek nagyon kicsi a valószínűsége, de ha elég ideig jár a malom, mégis sokszor megtörténik. Amikor egy acél őrlőgolyó eltalálja a falat egy nagy energiájú malomban, akkor az ott levő kicsi anyagmennyiség óriási energialeketet kap, hirtelen több ezer kelvin hőmérséklet és sok megapascal nyomás hat arra a kis térfogatra. Ez a hatás egy pillanatig tart csak, utána gyors lehűlés és nyomásesés történik, így a rendszer olyan állapotokba „ragadhat” be, amelyekbe hagyományos kémiai módszerekkel egyébként nagyon nehezen juttathatnánk csak el. Ez a jelenség nagyon érdekes eszközt ad a kezünkbe új nanostruktúrák előállításához.

■ *Lézerrel is gerjeszthetnék a részecskéket.*

– Akkor lézer kellene hozzá, de mi csak malommal dolgozunk, amivel, mondjuk, homogén, nanoméretű ón-oxid-részecskéket készíthetünk nátrium-karbonát és ónklorid reakciójával. Ez önmagában persze még mindig nem érdemelné meg, hogy fölírja az ember a honlapjára, de a mi malmunk őrlőedényébe bele van építve egy nyomásmérő meg egy hőmérsékletmérő, és ezek egy rádiós jeladóval folyamatosan küldik a hőmérséklet- és nyomásadatokat a számítógépbe. Így valós időben, rutinszerűen tudjuk követni a mechanokémiai reakciót. Ha olyan reakciót választunk, amely gázfejlődéssel jár, akkor emelkedni fog a nyomás.

Tehát a gáztér nyomásának időbeli változásával online követhetjük a reakció kinetikáját – ez ma még újdonságnak számít.

■ *A beszélgetésünk elején említett projektre öt fős csoportot hozott létre: egy PhD-hallgató és három egyetemista a munkatársa...*

– Igen, alkalmazunk hallgatókat is. Viszszatéró probléma, hogy a tanév végén a jól képzett, betanított diákok is kénytelenek nyári munkát vállalni – az egyik legtermékenyebb időszakban eltűnnek a laboratóriumból. Ezért már jó ideje működő gyakorlatunk, hogy akiben fantáziát látunk, azt nyáron mi alkalmazzuk, ebben is segít az OTKA és a Norvég Alap támogatása. Teljes kutatócsoportunkat Kiricsi Imre vezeti, benne Kónya Zoltán barátomon és rajtam kívül most éppen hat doktorandusz és tíznél több diplomamunkás hallgató dolgozik.

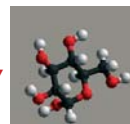
Csoportunk erőssége, hogy a nagyobb nemzetközi kooperációt igénylő uniós keretprogramokban talán az átlagosnál is sikeresebbek vagyunk: projektpartnerként részt vettünk az FP5-ben, az FP6-os konzorciumunk munkáját mi koordináltunk, jelenleg pedig egy FP7 projekt szerződés-kötését készítjük elő.

Silberer Vera

## Feltárul a Világegyetem

2011 A Kémia Nemzetközi Éve lesz – 2009 a csillagászaté volt. Ez utóbbit ünnepelték meg a Fasori Evangélikus Gimnáziumban 2009 decemberében, a Természet Világa folyóirat csillagászati különszámának bemutatóján. A vendégeket Roncz Béla igazgató köszöntötte, a beszélgetést Zombori Ottó vezette.

A Természet Világa korábban két kémiai különszámot is kiadott. A csillagászati összeállítást, a „Feltárul a Világegyetem”-et Szabados László, az MTA Konkoly Thege Miklós Csillagászati Kutatóintézet tudományos tanácsadója mutatta be. Both Előd, a Magyar Űrkutatási Iroda igazgatója „Magyarok a csillagászatban és az űrkutatásban” címmel tartott előadást. A Természet Világa főszerkesztője, Staa Gyula elmesélte, hogy a 140 éves folyóirat tiszteletére 140 olyan rendezvényt kezdeményeztek, amelyen a lapra emlékezve „a tudomány lángja világít”. Ilyen találkozó volt a Fasori Gimnázium is.



# Bruckner-termi előadások

Bokor Éva

Debreceni Egyetem Szerves Kémiai Tanszék

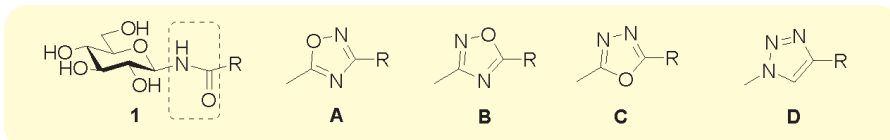
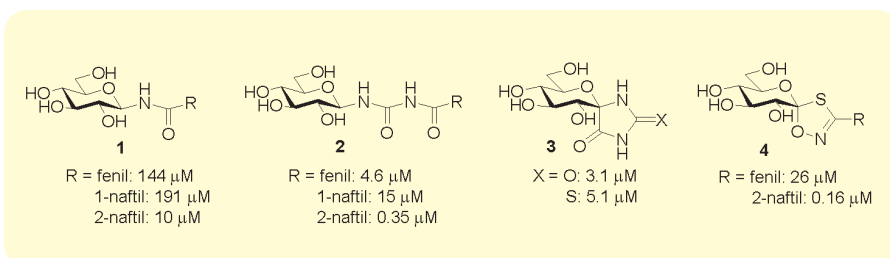
## Heterociklusos glükózszármazékok – mint lehetséges antidiabetikumok

**A** II. típusú diabetesz a világ népességének mintegy 5%-át sújtja, és egyes becslések szerint 2025-re a megbetegedések száma akár a 300 millió főt is meghaladhatja [1]. A cukorbetegség ezen formáját jelenleg fokozott fizikai megterheléssel, orális antidiabetikumokkal vagy ezek kombinációjával, végső esetben inzulinterápiával kezelik [2]. Ezek a gyógymódok azonban csupán tüneti kezelést jelentenek, és számos esetben hatástalanok, ezért mind ipari, mind akadémiai körökben jelentős erőfeszítéseket tesznek a diabetesz új terápiás eljárásainak kidolgozására [3].

Az egyik fontos kutatási terület a máj vércukorszintet szabályozó enzimjének, a glükogén foszforiláznak (GP) a gátlása [4–7]. A GP-gátlószerek egyik nagy csoportját glükózszármazékok alkotják. Kutatócsoportunkban több éve folynak kutatások glükózanalóg GP-inhibitorok előállítására, aminek eredményeként számos hatásos gátlószert szintetizáltak (1–4) [7].

A vegyületek enzimkinetikai vizsgálatát a Debreceni Egyetem Orvosi Vegytani Intézetében végzik, az első tájékoztató jellegű kísérletekben nyúl vázizomból származó glükogén foszforilázt (RMGPb) alkalmazva. A fehérjekrisztallográfiai területen a National Hellenic Research Foundation, Institute of Organic and Pharmaceutical Chemistry (Athén, Görögország) munkatársaival állunk intenzív kapcsolatban. Az enzim-inhibitor komplexek általuk meghatározott szerkezete alapvető információt szolgáltat újabb inhibitorok tervezéséhez és előállításához.

Az *N*-acil- $\beta$ -D-glükopiranozil-karbamidok (2) szintézise során gyakran nehézséget okozott, hogy az acilrész – pl. a védőcsoportok eltávolításakor – könnyen lehasad [8–9]. Stabilisabb aglikonok keresése érdekében az NHC=O-egységek helyettesítésére nem klasszikus heterociklusos bioisozterek

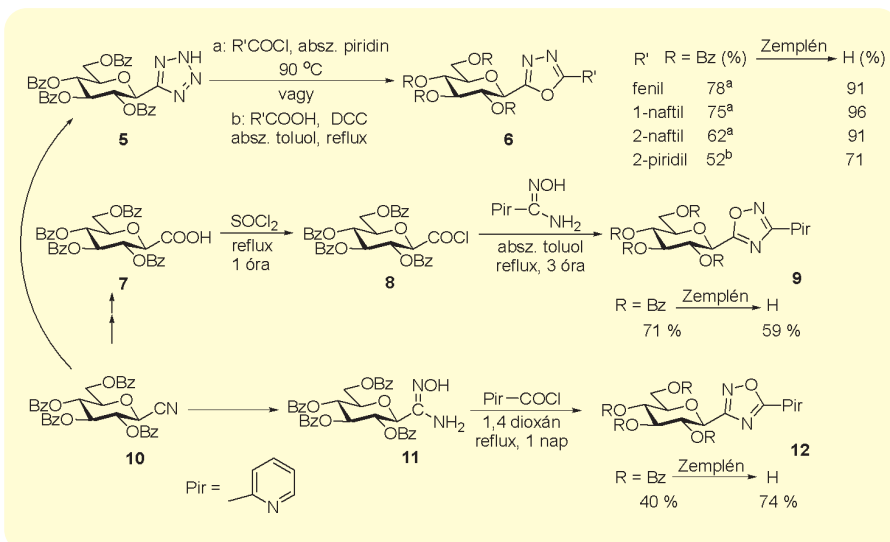


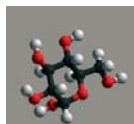
[10, 11] alkalmazását kezdtük vizsgálni. Előszörként az *N*-acil- $\beta$ -D-glükopiranozilaminok (1) esetén végeztük el ezeket az átalakításokat 1,2,4-oxadiazol (A, B), 1,3,4-oxadiazol (C) és 1,2,3-triazol (D) beillesztésével.

### $\beta$ -D-Glükopiranozil-oxadiazolok szintézise

Az 5-*aril*-2- $\beta$ -D-glükopiranozil-1,3,4-oxadiazolokat (6) 5-(2',3',4',6'-tetra-*O*-benzoil- $\beta$ -

D-glükopiranozil)-tetrazolból (5) és savkloridokból (a), illetve karbonsavból DCC jelenlétében (b) *N*-acil-nitrilimin köztitermeken keresztül állítottuk elő [12]. Az 1,2,4-oxadiazolokat (9, 12) a Praly és munkatársai által kidolgozott eljárás alapján [13] acilamidrazon intermedieren át szintetizáltuk. Az enzimkinetikai vizsgálatokhoz a benzoilvédőcsoportokat Zemplén-körülmények között távolítottuk el.





### 1-D-Glikopiranozil-4-szubstituíált-1*H*-1,2,3-triazolok előállítása

Az 1,4-diszubstituíált-1,2,3-triazol-szárma-  
zékókat (**14**, **16**, **18**) az irodalomból ismert  
Cu(I)-katalizált azid-acetilén cikloaddí-  
cióval állítottuk elő [14]. Peracetilezett β-D-  
glükopiranozil-azid (**13**) és terminális ace-  
tilének reakcióiban CuSO<sub>4</sub>-ot és L-aszkor-  
binsavat alkalmaztunk, mely *in situ* szolgál-  
tatta a Cu(I)-et. Oldószerként vizet alkalmaz-  
tunk, és 70 °C-on 8 óra alatt teljes konver-  
zió mellett jó hozammal izoláltuk a meg-  
felelő **14** triazolokat (i. a). A Novák és mun-  
katársai által kifejlesztett új Cu(I)-komple-  
xet [15] (CuO(CO)C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>(PPh<sub>3</sub>)<sub>2</sub>) alkalmaz-  
va CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>-ban már szobahőmérsékleten is  
kiváló hozamokkal kaptuk a **14** triazolokat  
(i. b).

A „click”-reakcióban védett α-D-glükopi-  
ranozil-azid (**15**) esetében 1,5 mol% CuSO<sub>4</sub>  
jelenlétében nem tapasztaltunk átalaku-  
lást, ezért növeltük a katalizátor mennyiségét  
(7,5 mol%, **16**.i.). Ilyen körülmények között  
is csupán alacsony hozammal tudtuk a meg-  
felelő triazolokat előállítani, amit az α-azid  
esetében fellépő nagyobb sztérikus zsú-  
foltságnak tulajdonítottunk.

A [(3,4,5,7-tetra-*O*-benzoil-β-D-glüko-  
hept-2-ulopiranozilazid)onamiddal (**17**) vi-  
zes közegben elvégzett kísérletek során csu-  
pán az etil-propiolát (R = COOEt) esetében  
tapasztaltunk átalakulást (**18**.i.a), ami töb-  
bek között a kiindulási benzoilezett cukor  
gyenge vízoldhatóságával értelmezhető. Így  
a reakciót elvégeztük víz-nitrometán elegyén-  
ben (**18**.i.b), valamint DMSO oldószerben is  
(**18**.i.c). Ilyen körülmények között tapaszt-  
altunk ugyan termékképződést, de a kon-  
verzió egyik esetben sem volt teljes. A leg-

R	K <sub>i</sub> [μM], RMGPb				
	-CH <sub>2</sub> OH				
	18	144	191	10	124
	14	151	136	16	-
	-	64	19	2,4	IC <sub>50</sub> 850 μM
	-	842	Nem gátol	38	Nem gátol
	-	10% (625 μM)	10% (625 μM)	10% (625 μM)	Nem gátol

jobbnak az új Cu(I)-komplex alkalmazása  
bizonyult, amivel teljes konverzió mellett ki-  
váló hozamokat értünk el (**18**.i.d).

Az enzimkinetikai vizsgálatok céljából a  
triazolszárma-*O*-acil-védőcsoportjait  
Zemplén-módszer szerint távolítottuk el (ii,  
**14**, **16**, **18**).

### Az enzimkinetikai vizsgálatok eredményei

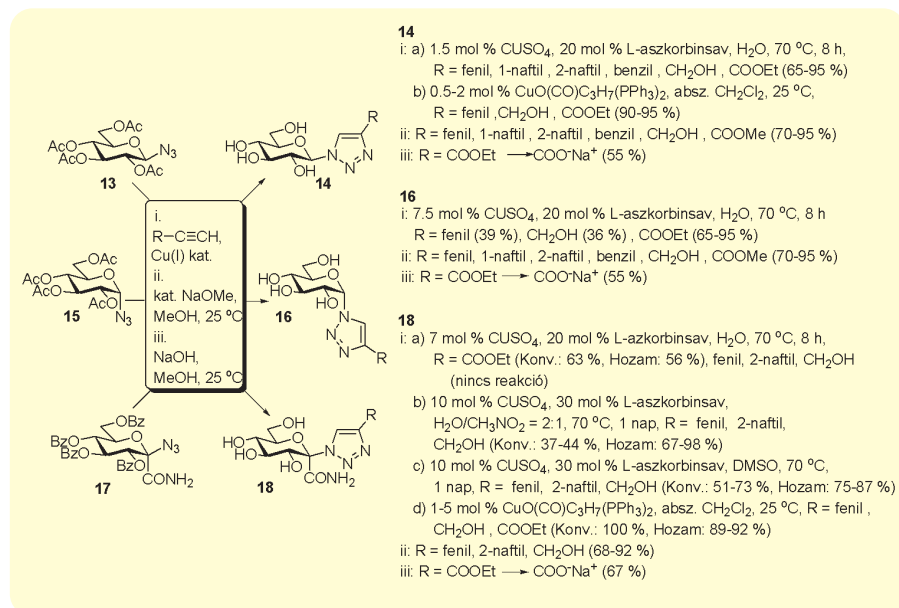
A szintetizált C-glükozil-oxadiazolok közül  
a 3-aryl-5-β-D-glükopiranozil-1,2,4-oxadia-  
zolok bizonyultak a leghatásosabb GP-gát-  
lószernek.

Az 1,2,3-triazolok körében a **16** és **18** szár-  
mazékok gyakorlatilag inaktívak az RMGPb  
enzimmel szemben. Számottevő, a megfe-  
lelő *N*-acil-β-D-glükopiranozil-aminokéval  
összevethető gátlást csak a **13** sorozatba tar-  
tozó 1,2,3-triazolok mutattak. E vegyületek

RMGPb enzimmel alkotott komplexeinek  
röntgenkristallográfiai vizsgálata alapján  
megállapítható, hogy a kötődés több eset-  
ben igen nagyfokú szerkezeti analógiát, sőt  
azonosságot is mutat a megfelelő amid-tria-  
zol pároknál, ami megalapozza az amid-  
1,2,3-triazol bioizosztería érvényességét a GP  
esetében [16].

### IRODALOM

[1] P. Zimmet, K. G. M. M. Alberti, J. Shaw, Nature (2001) 414, 782–861.  
[2] E. J. Hengesh, in Principles of Medicinal Chemistry, eds. W. O. Foye, T. L. Lemke and D. A. Williams, Williams & Wilkins, Baltimore, 1995, 581–600.  
[3] N. Morral, Trends Endocrin. Metab. (2003) 14, 169–175.  
[4] J. L. Treadway, P. Mendys, D. J. Hoover, Expert Opin. Invest. Drugs (2001) 10, 439–454.  
[5] J. G. McCormack, N. Westergaard, M. Kristiansen, C. L. Brand, J. Lau, Curr. Pharma. Design (2001) 7, 1451–1474.  
[6] N. G. Oikonomakos, Curr. Protein Pept. Sci. (2002) 3, 561–586.  
[7] L. Somsák, K. Czifrák, M. Tóth, É. Bokor, E. D. Chrykina, K. M. Alexacou, J. M. Hayes, C. Tiraidis, E. Lazoura, D. D. Leonidas, S. E. Zographos, N. G. Oikonomakos, Curr. Med. Chem. (2008) 15, 2933–2983.  
[8] L. Somsák, V. Nagy, Z. Hadady, N. Felföldi, T. Docsa and P. Gergely, in Frontiers in Medicinal Chemistry, eds. A. B. Reitz, C. P. Kordik, M. I. Choudhary, A. u. Rahman, Bentham, 2005, 253–272.  
[9] L. Somsák, N. Felföldi, B. Kónya, C. Hüse, K. Telepő, É. Bokor, K. Czifrák, Carbohydr. Res. (2008) 343, 2083–2093.  
[10] G. A. Patani, E. J. LaVoie, Chem. Rev. (1996) 96, 3147–3176.  
[11] L. M. A. Lima, E. J. Barreiro, Curr. Med. Chem. (2005) 12, 23–49.  
[12] M. Tóth, S. Kun, É. Bokor, M. Bentlifa, G. Tallec, S. Vidal, T. Docsa, P. Gergely, L. Somsák, J.-P. Praly, Bioorg. Med. Chem. (2009) 17, 4773–4785.  
[13] M. Bentlifa, S. Vidal, B. Fenet, M. Msaddek, P. G. Goekjian, J.-P. Praly, A. Brunyánszki, T. Docsa, P. Gergely, Eur. J. Org. Chem. (2006) 4242–4256.  
[14] É. Bokor, T. Docsa, P. Gergely, L. Somsák, Bioorg. Med. Chem. (2010) 18, 1171–1180.  
[15] Z. Gonda, Z. Novák, Dalton Trans. (2010) 39, 726–729.  
[16] E. D. Chrykina, É. Bokor, K.-M. Alexacou, M.-D. Charvagi, G. N. Oikonomakos, S. E. Zographos, D. D. Leonidas, N. G. Oikonomakos, L. Somsák, Tetrahedron Asymmetry (2009) 20, 733–740.





Ondré Dóra

Szegedi Tudományegyetem Szerves Kémiai Tanszék

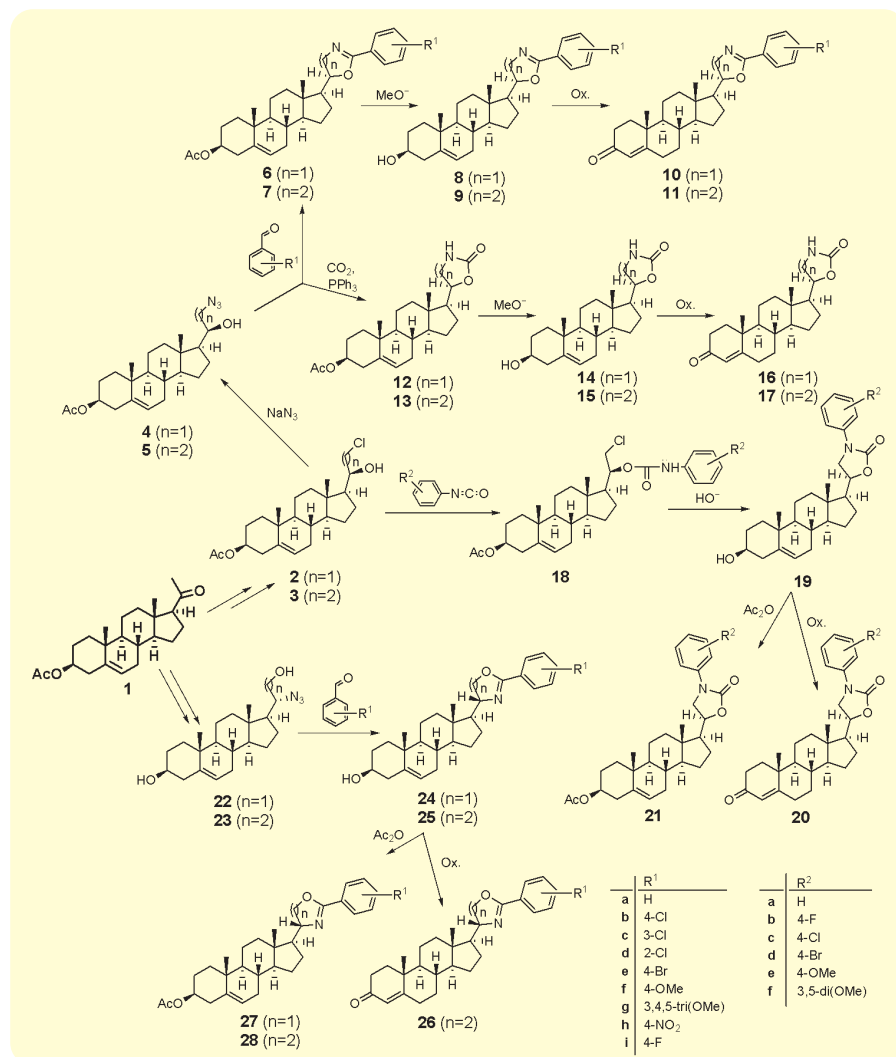
# Nitrogén- és oxigéntartalmú heterociklusos szteroidok előállítása és biológiai hatásvizsgálata

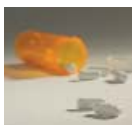
**A** 17β-*exo*-heterociklusos szteroidok számos képviselője fontos biológiai hatással rendelkezik. A természetben előforduló származékaik a szívre ható glikozidok családja. A heterogyűrű módosításával nyert vegyületek már csak kismértékben rendelkeznek kardiotioniás hatással, azonban kitűnt, hogy egyes képviselőik az androgén anyagcserében részt vevő P450<sub>17α</sub> és az 5α-reduktáz enzimek gátlására képesek, így terápiás lehetőséget nyújtanak az androgénfüggő rendellenességek kezelésére. Ezek ismeretében a 3β-acetoxipregn-5-én-20-onból (1) kiinduló lineáris szintézisút kidolgozásával a szteránváz 17-es szénatomján különbözően szubsztituált öt- és hattagú heterogyűrű, illetve 3-as helyzetben hidroxiz és Δ<sup>4</sup>-3-ketofunkció kialakítását terveztük.

Az 1-ből kiindulva Pb(OAc)<sub>4</sub>-tal, BF<sub>3</sub>·OEt<sub>2</sub> jelenlétében acetoxilezést, illetve etilformiáttal NaOMe jelenlétében végzett Claisen-kondenzációval lánchosszabbítást hajtottunk végre, majd a keletkezett terméket KBH<sub>4</sub>-del redukáltuk. A redukció eredményeként a C-20-as helyzetben kialakult új kiralitáscentrum triol-epimerek keverékét eredményezte. A 3β-OH észteresítésére az oldalláncbéli OH-csoportok acetonid formájában történő védése után került sor. Az így nyert acetonidot savas körülmények között elbontottuk, majd a láncvégi hidroxilcsoportot az Appel-reakció kísérleti körülményei között széntetrakloridban trifenilfoszfán jelenlétében klórra cseréltük. A láncvégi monoklórszármazékok (2, ill. 3) NaN<sub>3</sub>-dal dimetilformamidban végrehajtott cserélődési reakciójával azidoszármazékokat (4, ill. 5) kaptunk. A Schmidt-reakció kísérleti körülményei között a 4-et, illetve az 5-öt különbözően szubsztituált aromás aldehidekkel reagáltatva a vártak megfelelő *exo*-heterociklusos szteroidokhoz (6a-i, ill. 7a-h) jutottunk. Katalizátorként BF<sub>3</sub>·OEt<sub>2</sub>-ot alkalmaztunk. A kapott 3-as helyzetben acetilezett származékok Zemplén szerinti dezacetilezésével a 3β-hidroxiszteroidok (8a-i, ill. 9a-h) képződtek anélkül, hogy a heterociklusos gyűrű felnyílt volna. A 3β-hidroxiszármazékok (8a-i, ill. 9a-h) Oppenauer-oxidációja a megfelelő D<sup>4</sup>-3-ketoszteroidokat (10, ill. 11) eredményezte [1, 2, 4]. Munkánk következő szakaszában a szteroid oldalláncot úgy módosítottuk, hogy a keletkező α,β- és α,γ-helyzetű azidoalkoholok az előzőek (4, ill. 5) regioizomerei legyenek. Egy közvetett módszer szerint a 20-as helyzetben először jól távozó tozilcsoportot építettünk ki, majd azt NaN<sub>3</sub>-dal dimetilformamidban végrehajtott S<sub>N</sub>2 reakcióban azidofunkcióra (22, ill. 23) cseréltük. A 20-azidoszármazékok (22, 23) a Mitsunobu-reakcióval is előállíthatók voltak; nukleofilként a HN<sub>3</sub> toluolos oldata szolgált. A ka-

pott azidoalkoholokat a Schmidt-reakció kísérleti körülményei között reagáltatva építettük ki az *exo*-heterociklust (24a-i, 25a-h). Ezek Oppenauer-oxidációjával D<sup>4</sup>-3-ketoszteroidokat (26a-f) nyertünk [1, 2].

A nitrogéne szubsztituálatlan *exo*-heterociklusos szteroidok (12, ill. 13) az azidoalkoholokból (4, ill. 5) trifenilfoszfán jelenlétében, szén-dioxid atmoszférában végzett Staudinger-reakció során képződtek. A 3β-hidroxilfunkció (14, ill. 15) kialakítását a Zemplén szerinti átészteresítéssel végeztük, majd ezek Oppenauer-oxidációja a megfelelő Δ<sup>4</sup>-3-ketoszteroidokat (16, ill. 17) szolgáltatta.





Az *N*-aril-oxazolidonok (**19a–f**) előállítására a szteránváz oldalláncában kialakított  $\alpha,\beta$ -halohidrint (**2**) használtuk. A halohidrin C-20 hidroxilcsoportja fenilzocianáttal és annak szubsztituált származékaival trietil-amin jelenlétében az *N*-fenil- és *N*-(szubsztituált-fenil)-karbamidsav-észterekké (**18a–f**) alakult. Ezek alkalis közegű szolvólízise jó hozammal szolgáltatta a kívánt gyűrűs célvegyületeket (**19a–f**). Az intramolekuláris gyűrűzáródás szomszédcsoport-részvétellel volt értelmezhető. A keletkezett vegyületek Oppenauer-oxidációja a megfelelő  $\Delta^4$ -3-ketoszteroidokhoz (**20a–f**) vezetett [3, 5].

Az újonnan szintetizált szteroidszármazékok feltételezett enzimgátló hatásának vizsgálatát *in vitro* radioinkubációs módszerrel végeztük. Ehhez enzimmorraszként egyrészt kifejlett Wistar patkányok hereszövet homogenizátumát (P450<sub>17 $\alpha$</sub> ), másrészt pat-

kány máj mikroszóma preparátumot (5 $\alpha$ R1) [5], harmadrészt pedig *benignus prostaticus hyperplasiában* szenvedő betegek prosztata-szövetének teljes homogenizátumát (5 $\alpha$ R2) használtuk. Az inkubációt az 1000  $\mu$ l végtér fogatban 1  $\mu$ M [<sup>3</sup>H]-mal, illetve [<sup>14</sup>C]-gyel jelzett szubsztrátum, 0–50  $\mu$ M inhibitor (3 $\beta$ -hidroxil-, ill.  $\Delta^4$ -3-ketoszteroidok) jelenlétében, valamint 1 mM NADPH koenzim-koncentráció mellett végeztük. Az enzimreakciót az alsó vizes fázis kifagyasztásával állítottuk le, dietil-éterrel való extrakció után a szerves fázist bepároltuk, és az extraktumhoz carrierként – az enzimreakcióknak megfelelően – 50–50  $\mu$ g jelzetlen szubsztrátumot és produktumot adtunk, majd azokat vékonyréteg-kromatográfiával izoláltuk. Az UV-fényben aktív foltokat kivágtuk, radioaktivitásukat folyadékszcintillációs mérőműszerben megmértük, és a visszanyeréssel korrigálva meghatároztuk

az enzimreakcióban képződő termék és a visszamaradt szubsztrátum mennyiségét. A vizsgálatokat 0–50  $\mu$ M-os inhibitor-koncentrációval végeztük, és meghatároztuk a relatív konverziókat. Vegyületeink többsége közepes, illetve gyenge inhibitorhatást mutatott a vizsgált enzimekre nézve, emellett néhány öttagú *exo*-heterociklusos származék (**8c**, **8h**, **10a–e**, **10i**, **11**) hatékony C<sub>17,20</sub>-liáz-inhibitornak bizonyult. ●●●

## IRODALOM

- J. Wölfling, E. Mernyák, M. Sebők, Gy. Schneider, Collect. Czech. Chem. Commun. (2001) 66, 1831.  
 J. Wölfling, É. Oravec, A. Ondré, D. Mernyák, E. Schneider, Gy. Tóth, I. Szécsi, M. Julesz, J. Steroids (2006) 71, 809.  
 Ondré, D. Wölfling, J. Iványi, Z. Schneider, Gy. Tóth, I. Szécsi, M. Julesz, J. Steroids (2008) 73, 1375.  
 D. Ondré, J. Wölfling, Gy. Schneider, I. Tóth, M. Szécsi, J. Julesz, Steroids (2009) 74, 1025.  
 M. Szécsi, D. Ondré, I. Tóth, S. Magony, J. Wölfling, Gy. Schneider, J. Julesz, Acta Biol. Hung. (2009), közlésre benyújtva.

## MEGHÍVÓ

A Magyar Tudományos Akadémia Kémiai Osztálya tisztelettel meghívja Önt az ez év március 19-én rendezendő „Csaba Horváth Lectureship” előadásra.

### Program:

**I. Megemlékezés Horváth Csaba professzorról, a nagy magyar tudós-ról, az MTA külső tagjáról, a nagynyomású folyadékkromatográfia feltalálójáról, aki idén ünnepelné 80. születésnapját.**

**II. Az American Chemical Society Hungary Chapter „Csaba Horváth Lectureship” díjának átadása Barry L. Karger** (James A. Waters Professor of Analytical Chemistry, Barnett Institute, Boston, MA, USA) részére. A díjat átadja: **Darvas Ferenc**, az American Chemical Society Hungary Chapter díjkiosztó bizottságának elnöke.

**III. Barry L. Karger előadása „New Approaches to Protein Structure – Analysis for the Life Sciences and Biotechnology”** címmel. Üléselnök: Medzihradsky Kálmán akadémikus, a Kémiai Osztály elnöke és Guttman András, az MTA külső tagja, az American Chemical Society Hungary Chapter elnöke.

**Időpont: 2010. március 19., 11 óra**

**Helyszín: a Magyar Tudományos Akadémia Kisterme**

Megjelenésére feltétlenül számítunk!

Medzihradsky Kálmán  
az MTA Kémiai Osztály  
elnöke

Darvas Ferenc  
az American Chemical  
Society Hungary  
Chapter díjkiosztó  
bizottság elnöke

Guttman András  
az American Chemical  
Society Hungary  
Chapter elnöke



**Barry L. Karger** a bostoni Northeastern Egyetem professzora és a Barnett Intézet igazgatója. Tudományterülete a műszeres analitika, ezen belül elsősorban az elválasztástechnikai tudományok. Ennek a tudományterületnek jelentősége ma, a genom, proteom és metabolom korszakában hallatlanul nagy: az elmúlt évek látványos eredményei (humán genom program sikere) nem születhettek volna meg a megfelelő analitikai háttér nélkül.

Barry L. Karger ennek a nagy fontosságú területnek nemzetközileg is a legmagasabb szinten elismert, kiemelkedő képviselője, vezető személyisége. Vezetése alatt több mint 150 PhD-kutató kezdte meg saját tudományos karrierjét. Magyarországgal való jó kapcsolatát jellemzi, hogy a 80-as évektől folyamatosan számos fiatal magyar kutatónak adott lehetőséget laboratóriumában az elválasztástudományokban való elmélyülésre. Az elmúlt évtizedben évente vett részt Magyarországon rendezett konferenciákon, ahol laboratóriumának legújabb eredményeiről számolt be, ezzel is emelve a konferencia szakmai színvonalát. 2007-ben a Magyar Tudományos Akadémia tiszteleti tagjának választotta.

Tudományos munkásságát a 70-es években a fordított fázisú kromatográfia területén kezdte; kiemelkedő eredményeket ért el a királis elválasztások terén, illetve a hidrofób kölcsönhatáson alapuló fehérje-elválasztásokban. 1973-ban megalapította a bostoni Northeastern Egyetemen a Kémiai Analitikai Intézetet, mely 1983 óta Barnett Intézet néven működik mind a mai napig. Barátjával, Horváth Csabával karöltve egyike volt azon tudósoknak, akik felismerték, hogy a modern analitika milyen kulcsszerepet játszik a biológiai, biokémiai és molekuláris biológiai tudományok fejlődésében. A 80-as évek második felétől érdeklődése a kapilláris elektroforézis felé fordult: ezen a területen forradalmi felfedezéseket tett biológiailag fontos polimerek analitikájában. Napjainkban tudományos érdeklődése a műszeres analitika különböző ágainak integrálására irányul, ilyen például a miniatürizált elválasztási módszerek összekapcsolása tömegspektrometriával, illetve NMR-készülékkel. Munkája komplex biológiai minták analizálására összpontosul, melyet – tekintettel a feladat sokrétűségére – olyan modern metódusokkal egészít ki, mint például az LCM (laser capture microdissection), fehérjeexpressziós analízis és biomarkerek kutatása.

Munkásságát több mint 300 tudományos publikáció, 200-nál is több, nemzetközi konferenciákon tartott előadás és a szakterület valamennyi vezető folyóiratában betöltött szerkesztőbizottsági tagsága jellemzi. Azt, hogy eredményei nemcsak elméleti szempontból voltak úttörő jellegűek, hanem ipari szintű megvalósításuk is megtörtént, csaknem 30, a világ számos országában bejelentett szabadalma is jelzi. Pályafutása során számos nemzetközi elismerésben részesült. ●●●



Papp Sándor

Pannon Egyetem Általános és Szervetlen Kémia Intézeti Tanszék

# Kémia és társadalom

**A** címben megfogalmazott kapcsolatot egyetlen szóval akár „szociokémiának” is aposztrófálhatnánk, ami számos olvasóból – nagy valószínűséggel – komoly megdöbbenést válthat ki. Ám ha arra gondolunk, hogy a civilizációs társadalmakban, különösképpen a 20. század második felének kezdete óta, a kémiai műveletek révén előállított anyagok, a kémiai eszközök és módszerek használata egyre növekvő mértékben életünk megkerülhetetlen tényezőjévé vált, talán kijelenthetjük, hogy a kémia „felkeléstől lefekvésig” létezésünk, mindennapjaink elválaszthatatlan kísérője. A szociobiológia, a szociolingvisztika vagy a szociálpszichológia mintáját követve a kémia és a társadalom kölcsönhatásának mélyebb felderítése ugyanis hozzájárulhat ahhoz, hogy az említett anyagok, eszközök és módszerek használata során biztonságosan, gazdaságosan és környezetkímélő módon járjunk el. Másként fogalmazva, a „szociokémia” azt a kémiát jelentheti, ami életünkben – családi környezet, munkahely, közlekedés, egészségi állapotunk, pihenés, szórakozás stb. – minden nap jelen van, tehát életvitelünkre, életminőségünkre és komfortérzetünkre közvetlen és meghatározó hatást gyakorol.

Az Európai Unióban napjainkban különböző célokra – ipari és háztartási vegyi anyagok, növényvédő szerek, növényi tápanyagok, élelmiszer-adalékok, gyógyszerek, tisztító- és mosószerek, kozmetikumok stb. – több mint százezer hatóanyag használata engedélyezett. Ez a tény a kémia és a társadalom kapcsolatának teljességgel új dimenziót kölcsönöz, ám ezt a viszonyt napjainkban fokozódó kemofóbia árnyékolja be.

Az elmúlt évszázadban és ma is az oktatási rendszerekben a kémiai ismeretek közvetítésének szokásos módja az, hogy a gyakorlati vonatkozások felvázolása az elvi alapok bemutatását követi. Ez az út a kémiát élethivatásként választók (kutató, technológus, fejlesztő, pedagógus) számára ma is járható és gyümölcsöző, minthogy a felsőoktatás mindig is szakoktatás marad.

*Kémia szakmódszertanoként, még a kémiaoktatás és kémiatanár-képzés jelenlegi helyzetében is mindig némi megnyugvással tölt el, amikor azt tapasztalom, hogy neves, nagy múltú és komoly tudományos eredményeket felmutatni képes kémikusok komolyan aggódnak a jövő generációinak kémiatudásáért. Úgy vélem ugyanis, hogy annál nagyobb esélyünk van a sikerre, minél nagyobb szellemi potenciál képviseli országos szinten a megújulás szükségességének gondolatát. Az alábbi cikk szerzője is ilyen szándékkal írta le véleményét, amely – meglehet – válaszra és vitára készíti majd olvasóit. Azonban éppen ez rovatunk célja: e bonyolult problémaegyüttes alaposabb megismerésével és elemzésével termékeny és színvonalas, kollegiális vitákban kiérlelni az optimalizált megoldásokat. Háttér-információként egyelőre mindössze annyit szeretnék hozzátenni az alábbi gondolatokhoz, hogy a kívánatosnak tartott – a jó tanárok munkájában eddig is jelen lévő – gyakorlatias szemléletet erősítő kémia kerettanterveket épp most írjuk. Ráadásul – az Oktatási és Kulturális Minisztérium akaratából – versenyhelyzetben: a két csapat nagy tapasztalattal bíró és országos szinten is elismert eredményeket felmutatni képes gyakorló tanárokból, valamint egyetemi szakmódszertanosokból áll. Párhuzamosan, egymástól függetlenül dolgozunk azon, hogy tudásunk legjavából építsük fel az új (a természettudományos tantárgyak közötti kapcsolatokat is erősíteni szándékozó) kerettanterveket.*

Szalay Luca

Ám azok számára, akik a kémia által nyújtott anyagokat és szolgáltatásokat egyre növekvő mértékben (csupán) igénybe veszik – s a társadalom döntő többségét ők teszik ki –, a közoktatásban szereplő kémia valószínűleg vonzóbb lehet, ha mindennapi élethelyzetükből kiindulva mutatjuk be azt a területet, amelynek ismerete nélkül a civilizációs társadalmak működésüképtelené válnának. Értékrelatív, értékplurális és túldimenzionált énközpontúságtól szenvedő körünkben ugyanis az egyén saját értékvilágát kialakítva próbál meg eligazodni az őt körülvevő társadalmi és természeti valóság bonyolult összefüggéseiben, aminek elsődleges alapja – ez persze gyakran tévútra vezethet – a közvetlen érzékszervi tapasztalat. Az ebből fakadó cselekvést azután az érdekek és a szükségletek kettős igénye irányítja és mozgatja.

A vázolt elképzelés mentén releváns, strukturált és vonzó ismeretanyagot összeállítani nehéz vállalkozás. A terület óriási, így módon a kijelölt határok minden bizonnyal a potenciális szerzők objektív tudatlanságát, illetve szubjektív értékválasztását tükröznék.

A terjedelmi korlátok pedig további nehézségek forrásai lehetnek, és a reménytelen vállalkozás érzését kelthetik. Mégis, a három nagy természeti szférában – talaj, víz, levegő – zajló, alapvető folyamatok kémiai aspektusainak bemutatása révén, továbbá az ember alkotta technoszférában tudatos kémiai anyagátalakítás során végrehajtott műveletekkel összefüggésben az alapvető kémiai törvényszerűségek (sztöchiometria, kémiai egyensúlyok, az atom- és molekulaszervezet alapjai) elsajátíttatása nem megoldhatatlan feladatnak kínálkoznék a közoktatásban.

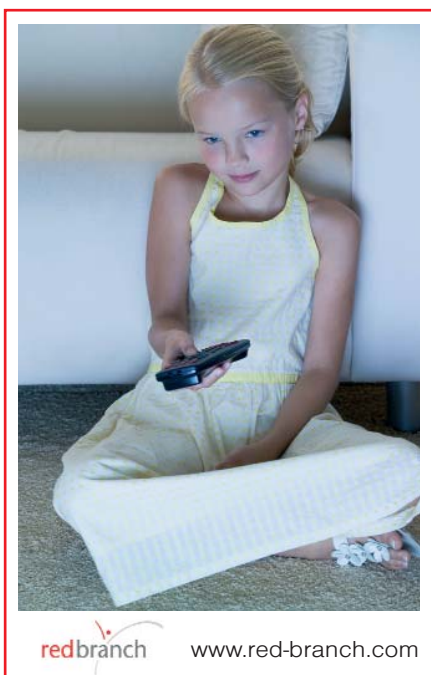
Nincs itt mód – természetesen – akár a legrövidebb ismeretanyag-vázlat bemutatására sem, amely sikeres csak akkor lehet, ha ambiciózus gyakorló pedagógusok munkájának eredményeként születik meg. A „mit” és a „hogyan” kérdésében – mely meggyőződés – ők a kompetensek. A feladatot nem könnyíti meg, hogy mindezt oly módon kell tenniük, amelynek révén keveseket a kémia – mint főhivatás – felé irányítanak, míg a többséget gyakorlati tudással látják el.



### A gondolkodás veresége?

A továbbiakban ezért csupán arra vállalkoznék, hogy röviden utaljak arra a szemléletbeli változásra, amelyről kevés szó esik vagy szó sem esik, amikor a természettudományi és műszaki oktatás sajnálatos helyzetéről beszélünk.

Az elmúlt néhány évtizedben a szó és a szöveg fokozódó mértékben adta át a helyét a képnek, a képernyők virtuális világának. Ez a folyamat a felnövekvő generációk gondolkodási struktúráját drámai módon alakítja át. Szó nélkül nincs gondolat, a szó és a szöveg a gondolkodás építőanya-



ga. A szó és a szöveg gondolati fantáziát ébreszt, alakít, csiszol. A kép, mint mások által létrehozott másolat (szimulakrum, amelynek gyakran nincs eredetije) kialakít ugyan valamiféle képi fantáziát, ám elsősorban érzelmi vagy ösztönreakciót vált ki („Pavlov kutyája”, reflexív mechanizmus). És a döntő következmény: gondolati fantázia nélkül nincs absztrakt gondolkodás, absztrakt gondolkodás nélkül pedig a természettudományi és műszaki ismeretek elsajátítása csak töredékesen lehetséges. A felnövekvő fiatal generáció soraiban egyre több az ún. „vizuális” típus, aki az elsajátítandó ismereteket nem gondolati úton ragadja meg, hanem „fényképezési technikával” kísérelte meg, ami például a felsőoktatásban eleve reménytelen vállalkozás. Marad minden a sekélyes felszínen. Az alapprobléma tehát valószínűleg mélyebben rejtőzködik, mint az óraszámok, a tantervi struktúrák vagy a hiányos személyi és eszközellátottság kétségkívül fontos kérdései.

Posztmodern korunkban, ahol semmi sem biztos, ahol semmire sincs garancia és bármi megkérdőjelezhető, a gondolkodás megszűnik legfőbb érték lenni és éppen olyan fakultatív (és legitím) tevékenység lesz, mint a löverseny vagy a popkoncertek eksztatikus öröme (A. Finkelkraut). A kötelesség opcióvá alakul át, a kultúra pedig nem több, mint pillanatnyi belső készítés (feeling). A kultúra és a szórakozás közötti határ elmosódott (ez lassan az oktatásra is igaz lesz), szellemi atmoszféra helyett megszületett az az abszurd tér, amelyben nincs rendezettség és nincs jelző (norma)-rendszer. A „zseniális” jelző ugyanúgy megilleti a „térölelő” átadást a labdarúgópályán, mint a Nobel-díjjal jutalmazott, valóban zseniális fizikai vagy kémiai felfedezést. Az intellektuális teljesítmény köztisztelete a múltba tűnik, a gondolkodás világában akkor érték, ha trágyázza a gazdasági-pénzügyi sikereket. Mindeközben az ostobaság egyre gyakrabban öntudatos magabiztossággal nyilatkozik meg. És a helyreigazítás rendre elmarad.

Modern értelemben az iskola a felvilágosodás szelleméből, azaz az értelem művelésének igényéből született, és alapvető feladatát tekintve ma is modern, ám a tanulók már posztmodernek. Az ifjú tv-néző a maga elkalandozó figyelmével, miközben a csatornaváltóval játszadozik, vagy a számítógép előtt ülve az „egér simogatása” közben ellenállni látszik az intézmény céljának, a szellem formálásának. A képernyő-élmény beszűkíti felfogóképességünket és érvelőkészségünket; a képernyőkultúra veszélyeztetni látszik az elvont gondolatokat.

A megoldás az – vélik sokan –, hogy tegyük az iskolát is posztmodernné, a képzés váljék fogyasztássá. A technika alkalmazásával megoldható, hogy a tanuló ne hagyja el gyermekkora játékos világát. Annak – ezt tekintve – nincs jelentősége, hogy a játékkal, a géppel fejlesztett intelligencia nem a gondolkodás, hanem inkább a manipuláció eszközévé válik, és hogy az információ még nem tudás, ha értelmi szerzéséről lemondunk. A szórakozás, ami adott keretek között mindig is része volt az emberi létnek, ma állandóan napirenden van. A könnyed szórakozás igénye viszont egyre kevesebb időt hagy a fáradtságos, elmélyült gondolkodás s az azzal járó másfajta öröm számára. A minden határon túl erőltetett ún. felhasználói tudás (instrumentális ész, kalkuláló gondolkodás) és az egyre változatosabb fogyasztás folyamatában mintha eltűnnék az a képesség, amellyel a tanulók a világról, a valóságról letisztult fogalmakat alkotathatnának. A klasszikus ér-

telemben vett, szavakra és szövegre alapozott kultúra átadja a helyét a „feeling”-nek, amelynek igazi veszélye abban rejlik, hogy nem mérlegeli a következményeket, nem hagy teret a távolatos gondolkodás számára. A posztmodern füldugó, a walkman, ami meglehetősen egyszerű, de hátrarepesztő dobolást zúdít megállás nélkül a fülekbe, mi mást sugallhatna, mint azt: végre, nem kell beszélgetni! És ez alapvető életérzéssé teszi a menekülés vágyát az iskola ma már csak virtuális szigorából a szabadidő, a szórakozás örömeibe. Vajon mindez nem a bővli gondolkodás feletti diadalát jelenti?

Egykoron zseniális fizikusok és kémikusok megalkották az elméleti alapjait azoknak a technikáknak és technológiáknak, amelyek tömeges elterjedése mára mintha lassan „kiirtaná” belőlünk (a felnövekvő generációkból) azokat a képességeket, amelyek nélkül az új és még újabb technikák elméleti alapjainak lerakása reménytelen vállalkozás. Elsősorban azokban a tudományokban, ahol a valósághoz fűződő viszonyunkban a kognitív mozzanatot a participatív, illetve manipulatív mozzanatot elkerülhetetlenül követi.



Legyen szabad ezen a ponton egy eredetnek gondolatot megfogalmaznom, már ha eddig is nem szolgáltatam elégséges alapot a „máglya megrakásához”. Ezek szerint nemcsak a forradalom, hanem a tudomány is (eredményeinek minden határon túli technikai, technológiai alkalmazása révén) „felfalja” a gyermekeit? De hát volt-e nagyobb forradalma az emberiségnek az elmúlt három évszázadban, mint a tudomány forradalma?

Kérdések és kérdések! De tudnunk kell, hogy a kérdezés a gondolkodás józansága, míg az ellentmondást nem tűrő kinyilatkoztatás a gondolkodás bestialitása! ●●●





# AKI kíváncsi kémikus

*Az MTA Kémiai Kutatóközpont Anyag- és Környezetkémiai Intézete 2009 nyarán „AKI kíváncsi kémikus” címmel középiskolás diákok részére nyári kutatótábor szervezett. A táborral az volt a céljuk, hogy felkeltsék a diákok érdeklődését a természettudományos tárgyak és elsősorban a kémia iránt, segítsék pályaválasztásukat.*

*A középiskolások egy héten keresztül részt vehettek az intézetben folyó kutatásokban, közelebbről megismerhettek egy-egy kémiai eljárást vagy anyagvizsgáló módszert és betekintést nyerhettek az intézet életébe. A kutatótáborban 25 diák vett részt 19 hazai és határon túli településről. A diákok vizsgálati eredményeiket és a megértésükre szolgáló szakirodalmi anyagokat dolgozatokban foglalták össze. A legjobbak közül kettőt lapunkban is bemutatunk.*

*Egyúttal köszönjük és köszöntjük az intézet kezdeményezését, mely a kémia vonzerejének a diákság körében való vésszes csökkenése idején mindenképpen példamutató, és alkalmas arra, hogy a fiatalokban a kémiai kísérletezés öröme keresztül felébressze a kémia iránti érdeklődést és tágabb értelemben visszaadja szemükben a természettudomány ismeretek gyengülő társadalmi presztízsét.*

Fridrich Bálint – Najbauer Eszter

Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű  
Vegyipari Szakközépiskola,  
Budapest

A Ciszterci Rend  
Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma,  
Pécs

## Fullerének előállítása rádiófrekvenciás plazmában átmenetifém-katalízissel

**A**z elmúlt 25 év egyik legizgalmasabb és leginkább érdeklődésre számot tartó felfedezése volt a fullerének előállítása. A különböző fulleréneket a szén harmadik allotróp módosulatának tekinthetjük a grafit és a gyémánt mellett. Allotrópiának nevezzük azt a jelenséget, amikor egy elemnek több stabil kristályszerkezete is ismeretes.

A fullerének a modern futball-labdára hasonlító, gömbszerű szénmolekulák. Nevüket Buckminster Fuller amerikai építésről kapták, aki a hasonló szerkezeti felépítést (geodetikus kupola) épületek tervezésekor kidolgozta [1]. Már az 1700-as években foglalkozott Euler az olyan önmagukba vizsztatérő zárt felületekkel, melyeket csak szabályos sokszögek alkotnak. A fullerének szabályos öt-, illetve hatszögekből állnak. Az ilyen testekre vonatkozó Euler-tételből következik az is, hogy ha a zárt idomot ötszögek és hatszögek alkotják, akkor 12 ötszögnek kell az idomban lennie, míg a hatszögek száma tetszőleges. Ezek közül azok

az izomerek a legstabilabbak, melyekben az ötszögeket csupa hatszög veszi körül. A fullerén csak páros számú szénatomból állhat, mivel benne minden szénatom két szomszédos szénatomhoz kapcsolódik egyszeres, egy harmadik szénatomhoz pedig kétszeres kötéssel. Számítások alapján adódik, hogy a  $C_{60}$ -molekula a legstabilabb, ebben a legkisebb a szén-szén kötések közötti szögfeszültség. A  $C_{60}$  után stabilitás szerint a  $C_{70}$  következik, de rajtuk kívül még számos más fullerént is előállítottak, pl.  $C_{76}$ ,  $C_{78}$ ,  $C_{84}$  [2].

Az első tudományos publikációra, melyben felvetik a fullerének létezését, egészen 1966-ig kellett várni; a cikkben a sűrűség, illetve a csonkított ikozaéder meglepő szimmetriájával érvelnek a molekula létezése mellett. Ebben az időben sok tudós elemezte a csillagközi tér spektrumát, itt olyan vonalakot találtak, amilyenekhez a Földön hasonlók még nem láttak. Ekkor vetődött fel a gondolat, hogy érdemes lenne kipróbálni, mi keletkezik a grafit elpárolgatásakor.

Az alkalmas kísérleti lézerpárolgató már több éve megvolt, de mivel ezt csupán buta játéknak gondolták, csak később végezték el a kísérletet. A fulleréneket először Harold Kroto angol, Robert Curl és Richard Smalley amerikai kémikusok állították elő 1985-ben. Munkájukért 1996-ban kémiai Nobel-díjat kaptak [3].

### A fullerének jelentősége és felhasználási lehetőségeik

A fullerének felhasználására már most is számos példa van. A molekulák szimmetriájából rengeteg speciális tulajdonság adódik. Többek között gyémántkeménységű réteget lehet velük létrehozni, de katalizátornak is használják a kőolaj-finomítás során. Könnyű napelemeket készítenek belőlük, és kenési képességük is figyelemre méltó. Alkalmazhatók a gyógyászatban, például MRI-kontrasztanyagként. Fontos tulajdonságuk, hogy fémionokkal szupravezetőket alkotnak. Például a  $K_3C_{60}$  már 18 K-en, a  $RbC_{60}$  már



30 K-en szupravezető tulajdonságokat mutat, azaz ellenállás nélkül vezeti az elektromos áramot. Korszerű hővédő és égést gátló bevonatok készítésében is felhasználhatják őket, mivel a mikronos vastagságú fullerénfilmnek nagy a szublimációs hője és lassú a párolgása. A fullerénkutatás egyelőre még nagyon fiatal tudományág, a potenciális felhasználási lehetőségek szinte beláthatatlanok. Jóllehet, a  $C_{60}$  ára jelentősen, kevesebb mint századrészére esett vissza az elmúlt években, még így is nagyon drága. Ez korlátozza a felhasználást, így a fullerének gazdaságos, ipari méretű előállítását a leendő kutatók feladata. [1]

### A fullerének előállítása

A fullerének előállítására többféle eljárás szolgál. Az egyik lehetséges út aromás szénhidrogének égetése, és a keletkező koromból a fullerének extrahálása. A molekulákat előállíthatják grafitelektródok közötti elektromos ívvel, illetve induktív kicsatolású, rádiófrekvenciás (RF) plazmával [4]. Mi a kutatásunk során ez utóbbival dolgoztunk.

A plazma az anyag negyedik halmazállapota, melyben szabad molekulák, gyökmolekulák, ionok, atomok, elektronok és fotonok találhatók, miközben az anyag elektromos töltését tekintve a környezet felé teljesen semleges. Ez az állapot a Földön rendkívül ritka, de az ismert világegyetemet alkotó anyag 99%-a plazmaállapotban van.

A plazmareaktor, amellyel dolgoztunk, duplafalú, vízűtéses rozsdamentes acélhenger; a tetejére van szerelve az akár 30 kW-os plazmát kialakító plazmaégő. Ez három koncentrikus csőből áll: a legbelső a vívgázé, amivel a finom szemcseméretű porokat a plazmába juttatjuk, a középső a plazmagázé (He, Ar), a legkülső pedig a hűtő-



1. ábra. Az RF plazmareaktor működés közben

gázé. A plazma egy indukciós tekercs belsejében képződik, amelyet a nagyfrekvenciás tér által generált mágneses tér stabilizál. A kísérletekhez használt plazmareaktor látható az **1. ábrán**.

A plazma létrehozásának több lépése van: először egy olajszivattyú segítségével lecsökkentjük a rendszerben a nyomást, majd argont kezdünk el áramoltatni, ami a szikráztatás hatására ionizálódik, a keletkezett ionok energiát vesznek fel a környezettől, ütköznek egymással és így kialakul a plazmaállapot.

Ezt elérve változtathatjuk meg a plazmagáz összetételét magasabb héliumtartalomra növelve, mivel a héliumot csak így hozhatjuk plazmaállapotba. Hélium azért szükséges, mert hővezető képessége sokkal nagyobb mint az argoné, és így a grafitpor gyorsabban párolog. A grafitporral keverve adagoljuk a Fe- vagy Cu-katalizátort. A plazmaláng belsejében, amint a szimuláció-

ón is láthatjuk (**2. ábra**), rendkívül magas hőmérséklet uralkodik: akár a 11 500 K körüli értéket is elérheti.

Az elpárolgott grafitporból két szénatomos ( $C_2$ ) gyökök képződnek, amelyek a fullerének építőkövei. A  $C_2$ -gyökök felismerhetők arról, hogy a **3. ábrán** látható módon, a kvarcablakon át megfigyelve zöldre festetik a lángot.

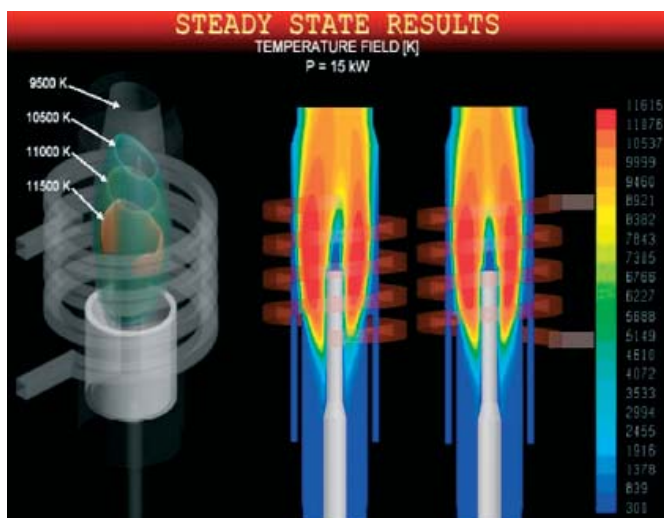
Az egyik kvarcablakon át felvettük a plazma emissziós spektrumát 350–1000 nm-es tartományban. 500, 630 és 660 nm-es hullámhosszak körül láthattuk a gerjesztett vas atomi vonalait, 700 nm felett pedig a gerjesztett argon atomi vonalait. A számunkra lényeges  $C_2$ -gyökök sávszerkezetét a 438–690 nm-es hullámhossz-tartományban láthattuk, de nagyobb szénatomszámú gyökök képződését is megfigyelhettük (pl:  $C_3$ -gyök 400 nm-nél). A spektrumokat a **4–5. ábrán** láthatjuk.

A fulleréneket plazmában, átmenetifém-katalízissal állítottuk elő. Az előállítás folyamatát a **6. ábrán** szemléltetjük.

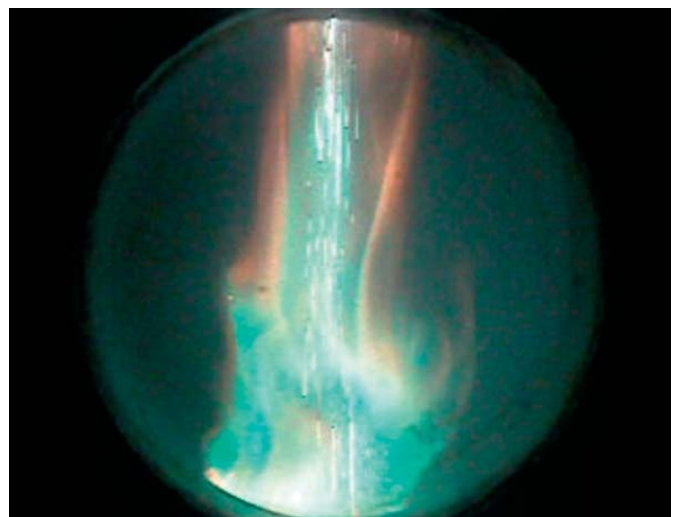
20 g grafitporhoz katalizátorként 5 g finom szemcseméretű vas-, illetve rézport adagoltunk a reaktorba hélium vívgázzal. A reakció lejátszódása után a cső alakú reakciótér falára lerakódott fulleréntartalmú kormot sávokban letisztítottuk és tovább vizsgáltuk. Mivel a grafitpor adagolási sebessége a két kísérletben nem volt azonos, a már arányított értékeket ábrázoltuk (**7. ábra**).

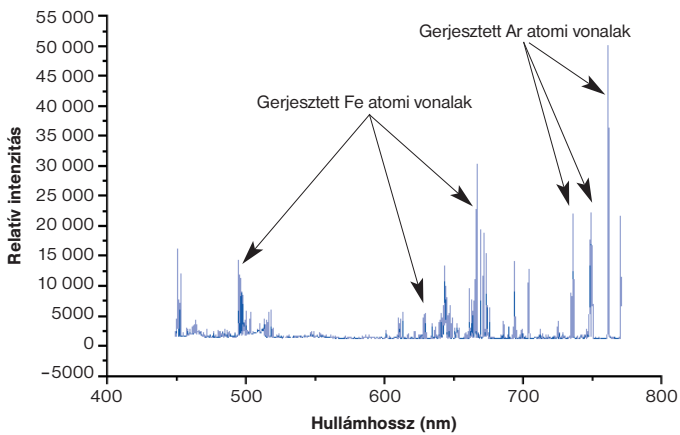
A reaktor teteje után két 15 cm-es és három 30 cm-es sávban takarítottuk le a kormot a reaktor faláról. A **7. ábrán** láthatjuk, hogy a lerakódott korm mennyisége fokozatosan nőtt a reaktor közepéig, a 30–60 cm-es sávban rakódott le a legtöbb, míg a legelső két sávban alig rakódott le korm. A 60–90 cm-es, illetve a 90–120 cm-es sáv-

2. ábra. A plazmaláng hőmérséklet-eloszlása [5]

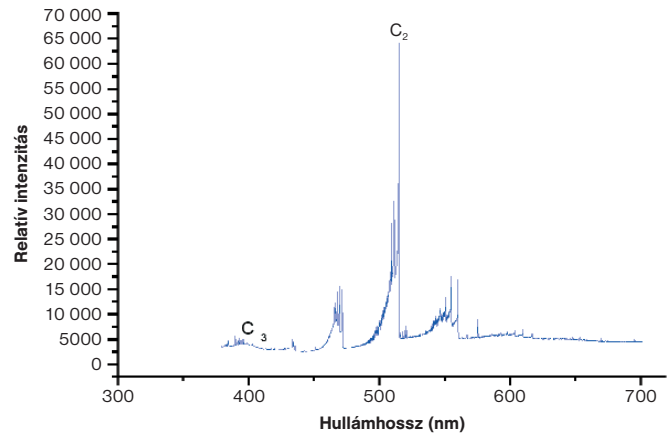


3. ábra. A  $C_2$ -gyök lángfestése





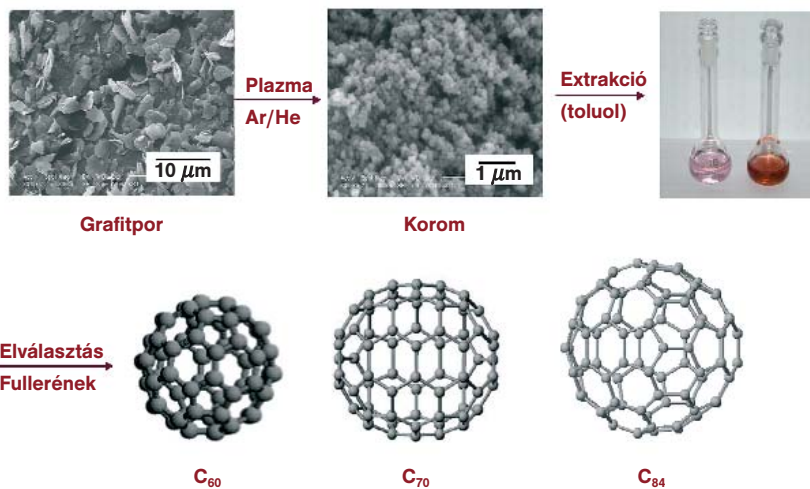
4. ábra. plazma emissziós spektruma: Fe és Ar atomi vonalai



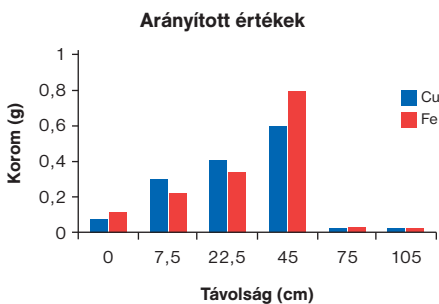
5. ábra. plazma emissziós spektruma: C<sub>2</sub> és C<sub>3</sub> sávjai

ből olyan kevés kormot tudtunk begyűjteni, hogy azzal a két mintával nem tudtunk további vizsgálatokat végezni. Megfigyelhettük azt is, hogy a második és harmadik sávban a rézporos, míg a többiben a vasporos reakciónál rakódott le több korom.

Első négy mintánkból mindkét esetben kimértünk 100 mg-ot. Ezekből a fulleréntartalmat 10 cm<sup>3</sup> toluol segítségével oldottuk ki 24 °C-on. A kioldás során a szűrőpapíron maradt a korom, míg a toluol jól oldja a fullerenet – ez az oldat pedig átcsepegett a papíron. A harmadik és negyedik sávból származó minták oldatai nagyon töménynek bizonyultak, így ezeknek 1 cm<sup>3</sup>-ét 10 cm<sup>3</sup>-re, azaz tízszeresére hígítottuk. A kioldás eredményét a 8. ábrán láthatjuk.



6. ábra. Az előállítás folyamata



7. ábra. Koromtartalom a plazmaégőtől mért távolsághoz viszonyítva

A kémcsövekben láthatók a rezes, illetve vasas minták oldatai (itt a harmadik és negyedik minta már fel van hígítva). A kémcsövek előtt álló mérőlombikok közül az elsőben tiszta oldószert (toluolt) találunk, a másodikban hígított C<sub>60</sub>-oldatot, a harmadikban pedig ugyanennek az oldatnak a tömény változatát láthatjuk. Amint a képen is látszik, a tiszta C<sub>60</sub>-oldatnak szép, élénk lila színe van, míg az általunk extrahált toluolos fullerenoldat barnás-lilás színű. Ebből arra következtethetünk, hogy a mi oldatunkban nem csupán C<sub>60</sub>, hanem valószínűleg

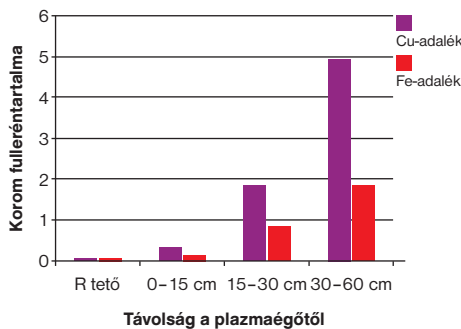
más, nagyobb szénatomszámú fullerenek is voltak, pl. C<sub>70</sub>, melynek toluolos oldata borvörös. Ezt biztosan csak spektrofotometriás vizsgálattal tudtuk bizonyítani.

8. ábra. A toluolos kioldás eredménye



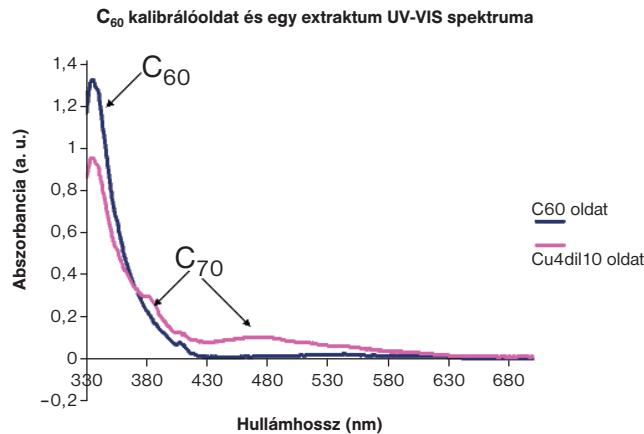


Vizsgálódásunk következő lépéseként spektrofotométerrel tanulmányoztuk anyagainkat. Felvettük mintáink UV-VIS (azaz a fény ultraibolya és látható tartományában észlelhető) abszorpciós spektrumát. A vizsgálat alapja, hogy a színes anyagok anyagi minőségükre jellemző hullámhosszú fényt nyelnek el. A vizsgálat során a mintát kis üvegtegelybe (küvetta) töltöttük, és fényt bocsátottunk át rajta. A fényelnyelés mértéke egyenesen arányos a fény küvettaiban megtett útjával (mely esetünkben állandó), a koncentrációval, és függ az anyagi minőségtől. Tehát vizsgálatunk során nemcsak mintánk minőségi összetételét tudtuk megállapítani, hanem a fullerének koncentrációira vonatkozóan is



10. ábra. A koromminták fulleréntartalma

nyertünk információkat. A 9. ábrán látható egy kalibrálóoldat (kék) és a negyedik sávból származó tízszeres hígítású rezes min-



9. ábra. Fullerénoldatok UV-VIS spektruma

ta (lila) spektruma. Jelentős csúcsot észleltünk 330 nm hullámhossznál, mely a kalibrálóoldat alapján a  $C_{60}$ -molekula csúcsa. A kalibrálóoldat görbéjén nem láttunk további csúcsokat, mivel az csak egyféle anyagot tartalmazott, de mintánk spektrumán még 380 és 480 nm hullámhossznál is találtunk csúcsokat. Ezeket irodalmi adatok alapján a  $C_{70}$ -molekula elnyeléséhez rendelhetjük.

A  $C_{60}$ - és  $C_{70}$ -csúcsok intenzitásarányából arra következtethetünk, hogy a reakció során főleg  $C_{60}$  keletkezett, és nála csak sokkal kisebb mennyiségű nagyobb szénatomszámú fullerenét találtunk a mintánkban.

Ezután összehasonlítottuk mintáink  $C_{60}$ -tartalmát. Eredményeinket a 10. ábra grafikonján ábrázoltuk. Látható, hogy a rezes és a vasas kísérletnél – egyaránt – a reaktorban lefelé haladva nőtt a képződött fulleren mennyisége, a legtöbbet a 30–60 cm-es sáv-

ból tudunk összegyűjteni. Az is jól látszik, hogy a második, rezes kísérletnél jóval több fulleren képződött mind a négy sávban, mint a vasas kísérletnél.

Összefoglalásként elmondhatjuk, hogy kísérleti munkánkban vas és réz katalitikus hatását vizsgáltuk a fullerenek képződésére. A plazma emissziós spektrumában a fullerenképződésért felelős  $C_2$ -gyökök mellett a fémadalékok atomi vonalait is azonosítottuk. Megállapítottuk, hogy az adott kísérleti paraméterek mellett rézkatalizátort alkalmazva több fulleren képződött, mint vas hatására.

*Szeretnénk köszönetet mondani témavezetőnknek, Keszler Annának és konzulensünknek, Mohai Ilonának segítségükért, az MTA KK AKI Plazmakémiai Osztályának, hogy munkánkhoz a feltételeket biztosította, az NKTH Mecenatúra-pályázatnak pedig az anyagi támogatásért.*

#### IRODALOM

- [1] Braun Tibor: A káprázatos  $C_{60}$  molekula, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1996.
- [2] Beck Mihály: A fullerenek felfedezésének története, Debreceni Szemle (1997) 3–4. szám
- [3] N. N. Greenwood, A. Earnshaw: Az elemek kémiája, I. kötet, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 2004.
- [4] B. Todorovic-Markovic, Z. Markovic, I. Mohai, Z. Nikolic, Z. Farkas, J. Szépvölgyi: Influence of Carbon Concentration and Rotational Temperature on Fullerene Yield in RF Reactor, Materials Science Forum Vol. 518, 2006. 211–216.
- [5] V. Colombo, E. Ghedini, A. Mentrelli: 3-D Turbulent Modelling of an ICPT Plasma with Detailed Gas Injection Section. Proc. ISPC 17, University of Toronto, 2005. 173.

Varga Bence

Zrínyi Miklós Gimnázium, Zalaegerszeg

## Polisztirol előállítása környezetileg előnyös kvázielő atomátadásos gyökös polimerizációval

2009. június 28. és július 4. között az MTA Kémiai Kutatóközpont Anyag- és Környezetkémiai Intézetének kémiai kutatótáborában vettem részt. A pályázat beadásakor mindenki megjelölte, mely témával foglalkozna szívesen az egyhetes munka során. Az első helyre a „Környezetbarát polimer” c. témát írtam, így a tábor ideje alatt a polisztirol környezetkímélő előállításával foglalkozhattam. Ebben a cikkben leírom,

hogyan tudtam meg az eljárásról, a kémiai folyamatról, és milyen ismereteket szereztem erről a sokoldalú polimerről, a polisztirolról.

A beszámolót a munkafolyamatok sorrendjének megfelelően állítottam össze, ezért az írást öt részre tagoltam: a vegyületről általában, előkészítés, a polimerizáció folyamata, tisztítás és vizsgálatok, következtetések és tanulságok.

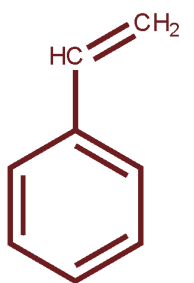
### A polisztirol

1839-ben Eduard Simon német gyógyszerész a fahéjsav meszes hevítésével előállított egy addig ismeretlen anyagot, a sztírolt. Ugyanabban az évben felfedezte a polisztirolt is, azonban ő még nem tudta, hogy ez az anyag a korábban előállított sztírol polimerizációjával jött létre. A makromolekulák képződését ugyan csak 80 évvel később figyelték



meg, leszögezhetjük azonban, hogy a sztírol már 170 éve „terjeszkedik” világunkban. Ez a szerves vegyület egy aromás benzolgyűrűből és a hozzá kapcsolódó vinilcsoportból álló folyadék, szisztematikus neve tehát vinil-benzol (**1. ábra**). A vinilcsoport kettős (vagy más néven olefin-) kötése teszi lehetővé a molekula polimerizációját, hasonlóan a poli(vinil-klorid), a közismert PVC előállításához. A sztírol olyannyira hajlamos a polimerizációra, hogy akár már szobahőmérsékleten, napfény hatására is átalakul polimerré. Éppen ezért a sztírolt sötét üvegben tároljuk alacsony (2–8 °C közötti) hőmérsékleten. Meg kell továbbá jegeznünk, hogy a gyártók a polimerizációt gátló anyag, inhibitor hozzáadása mellett forgalmazzák ezt a vegyületet<sup>1</sup>.

A polisztirol a negyedik legnagyobb mennyiségben gyártott polimer a világon.



**1. ábra. A sztírol szerkezeti képlete**

(Az első három helyen a polietilén, a polipropilén és a PVC szerepel.) Így gyakorlatilag mindennapi érintkezésben állunk a polisztirol-készítményekkel. Mindenkinek ismerős a hőszigetelésre alkalmas hungarocell, az otthon tartalékként félretett műanyag tányér, evőeszköz és tál, de például polisztirol-tartalmú műanyagokból készül a mobiltelefonok borítója és sok járműalkatrész is. Még hűtőszekrényt is gyártanak polisztirolból. A vegyület felhasználási területe tehát rendkívül széles körű, változatos és még tovább bővíthető.

A kísérlet előkészítése: a sztírol vákuumdesztillációja

### A kísérlet előkészítése: a sztírol vákuumdesztillációja

Mint minden kémiai – vagy akár bármilyen természettudományos – kísérletnek, a polisztirol előállításának is vannak nélkülözhetetlen előkészületei. A legfontosabb cél, hogy minél tisztább sztírolt polimerizáljunk. Bár a legtöbb vegyi árukat forgalmazó cég 99–99,5%-os tisztaságú sztírolt árul, ezen az arányon még mindig lehet javítani. Első lépésben az esetlegesen jelen lévő nedvességet kellett eltávolítanunk a bemért meny-

<sup>1</sup> A Sigma-Aldrich vegyi anyagokat forgalmazó cég 4-terc-butil-katechint használ erre a célra.

<sup>2</sup> Kalcium-hidrid (CaH<sub>2</sub>): sószerű vegyület, amely erősen higroszkópos, vízelvonó tulajdonságú. A vízzel az alábbi egyenlet szerint reagál: CaH<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>O = Ca(OH)<sub>2</sub> + 2H<sub>2</sub>.

<sup>3</sup> Iniciátor: a polimerizációt megindító anyag.

<sup>4</sup> Más átmenetifém-sók is használhatók katalizátorként, pl. vas-, nikkel- vagy akár ródiamsók.

nyiségű (43 g) sztírolból. Ezt a műveletet kalcium-hidrid segítségével hajtottuk végre. A szilárd formában megjelenő kalcium-hidroxid jelezte, hogy a minta igenis tartalmazott vizet<sup>2</sup>.

Második lépésként következett a vákuumdesztilláció, melynek célja az, hogy a sztírolt megtisztítsuk a szennyeződésektől, illetve az inhibitorától. Utóbbi eltávolításának szükségessége egyértelmű: a polimerizációt gátló anyag nem lehet jelen a polimerizáláskor. A desztillációt folyamatos „argonöblítés” mellett végeztük. Ez azért volt szükséges, mert a sztírol környezetét mindenképpen oxigénmentesíteni kell, különben a polimerizáció során az oxigénnel lépne reakcióba. (Az oxigénmentesítést természetesen nitrogéngáz segítségével is meg lehet oldani.) A vákuumdesztillációt az alábbi körülmények között hajtottuk végre: a nyomás 6,1–6,7 mbar és a desztillálólombik hőmérséklete 28–32 °C között változott. Végeredményként a szedőlombikban 30,4 g közel 100%-os tisztaságú sztírolt kaptunk. A sztírol így már készen állt a polimerizációra.

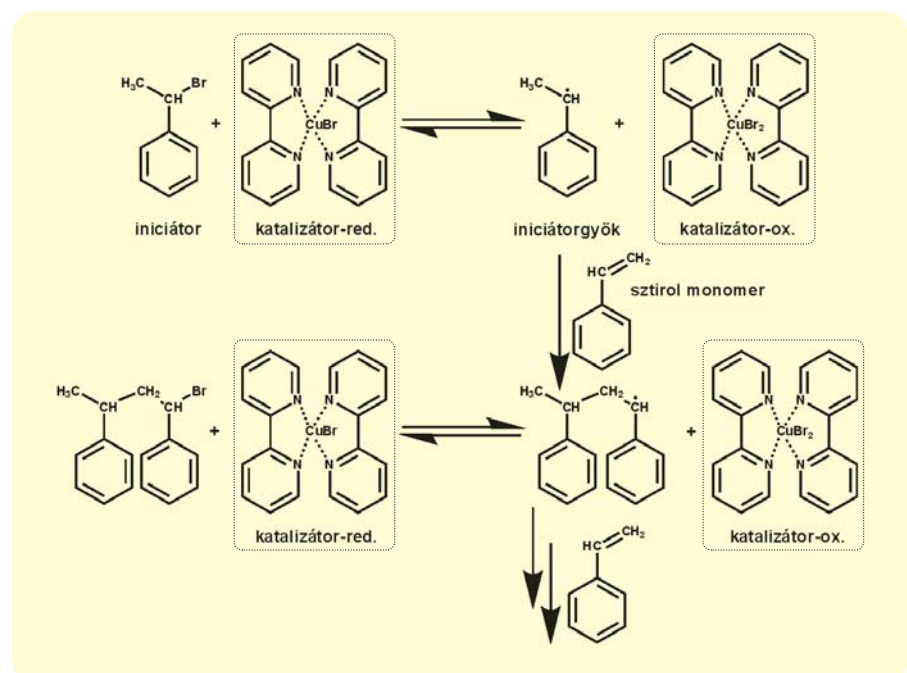
### A sztírol polimerizációja

A polimert kvázielő atomátadásos gyökök polimerizációval (ATRP: Atom Transfer Radical Polymerisation) állítottuk elő. Ebben a folyamatban egyensúlyi reakció áll fenn a monomerrel (sztírollal) reagálni képes gyökök és a monomerrel nem reagáló, halogén (Cl vagy Br) láncvégű polimer láncok között. A folyamat elvégzéséhez a kö-

vetkező anyagok, vegyületek voltak szükségesek: a már desztillált sztírol, vagyis maga a monomer; az iniciátor<sup>3</sup>, mely jelen esetben (1-brom-1-etil)-benzol volt; a katalizátor, amely ebben a reakcióban réz(I)-bromid<sup>4</sup>; a komplexképző, ami 2,2'-bipiridin volt.

A folyamat során végbemenő kémiai reakciók lényegét a **2. ábra** szemlélteti. Láthatjuk, hogy a katalizátor komplex vegyület formájában van jelen. A komplex képzésére azért van szükség a folyamatban, mert a réz(I)-bromid önmagában nem katalizálná a polimerizációt. Az ábra jól szemlélteti, hogy az iniciátor és a katalizátor reagálásakor keletkező iniciátorgyök hogyan addicionálódik a monomer molekulára, és ezzel hogyan növekszik a polimer lánc. A folyamat előnyei közé tartozik, hogy mind az iniciátor, mind pedig a polimer láncok részvételével zajló egyensúlyi folyamatok balra tolódnak el, így a jobb oldalon látható rendkívül reakcióképes gyökök csak kis mennyiségben vannak jelen az egész reakció során. Egyidejűleg a réz egyes (CuBr) és kettes (CuBr<sub>2</sub>) oxidációs állapotban is részt vesz ebben az egyensúlyi folyamatban. A polimerizáció ezen fajtájának, vagyis az atomátadásos gyökös polimerizációnak további előnye, hogy oldószer nélkül (azaz úgynevezett tömbpolimerizációval) is kivitelezhető, ami környezetbarát megoldás. Az oldószerek gőzei ugyanis szennyezik a légkört, és sok esetben ártalmasak az élő szervezetekre. A polimerizációt követően az oldószert a legtöbb esetben el kell távolítani a végtermékből, ami energiaigényes, az energiatermelés pedig minden esetben környezetterhelő folyamat.

**2. ábra. A sztírol kvázielő atomátadásos gyökös polimerizációja**



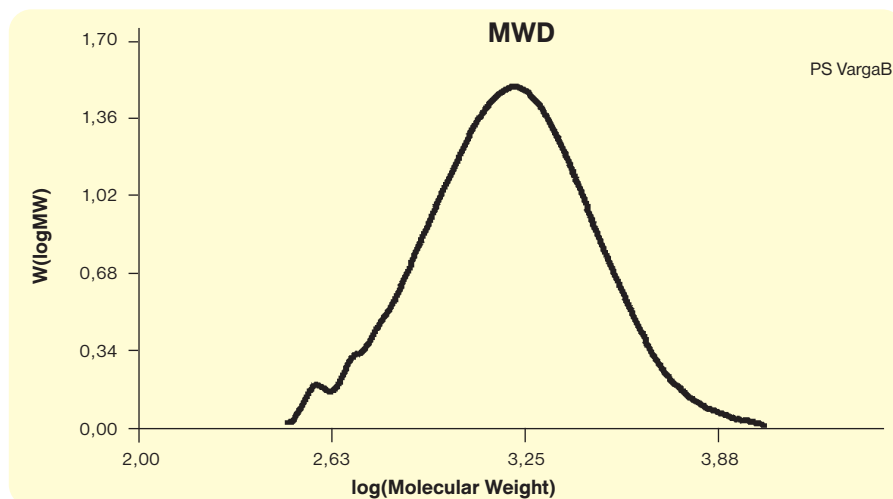
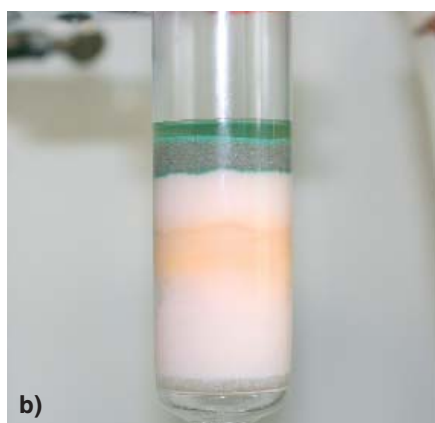
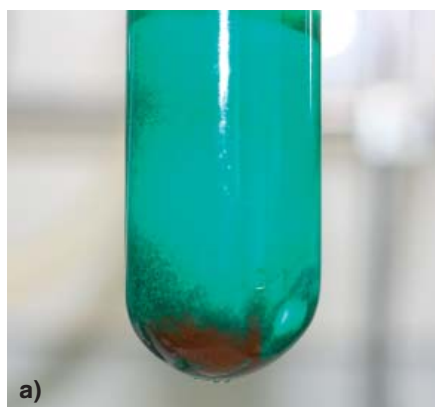


A polimerizációhoz 27,68 g sztírolt, 5,33 g (1-brom-1-etil)-benzolt, 2,11 g CuBr-ot és 4,46 g 2,2'-bipiridint mértünk be. A polimerizációs reakciót két órán keresztül 100 °C hőmérsékleten végeztük, és a reakcióelegy szobahőfokra hűtésével állítottuk meg. A polimer tisztítása után végeredményben 25,12 g polimert kaptunk. Azaz a ki-termelés 90,7%-os volt. Íme, előállítottuk a polisztirolt.

### Az előállított polimer tisztítása és analízise

A szilárd halmazállapotú polimert tetra-hidrofuránban (THF) oldottuk fel azért, hogy a katalizátortól és a komplexképzőtől megtisztítsuk. A feladat elvégzéséhez alu-

#### 3. ábra. a) Az előállított polisztirol a tisztítás előtt. b) Tisztítás alumínium-oxid oszlopon. c) Végeredmény: a polisztirol (metanolban)



4. ábra. A polisztirol GPC-vel meghatározott molekulatömeg-eloszlása

mínium-oxid oszlopot használtunk, mely-be szűrőpapíron keresztül feltöltöttük az oldatot, és így megváltunk a képződött réz(II)-bromid sótól, majd az alumínium-oxidon átszivárgó polimer oldatból az oszlopon megkötődött a komplexképző 2,2'-bipiridin nagy része, illetőleg az esetleg oldatban maradt CuBr és az iniciátor. Ezután a polimert metil-alkohollal csaptuk ki. A metanol azért jó, mert a polisztirol nem, ugyanakkor a 2,2'-bipiridin oldódik benne. Ha tehát az oszlopon a komplexképző nem kötődött meg teljesen, akkor a metil-alkoholban biztosan feloldódik. A tisztítási folyamatok egyes lépései során bekövetkező színváltozást, azaz az egyes komponensek eltávolítását jól szemlélteti a 3. ábra.

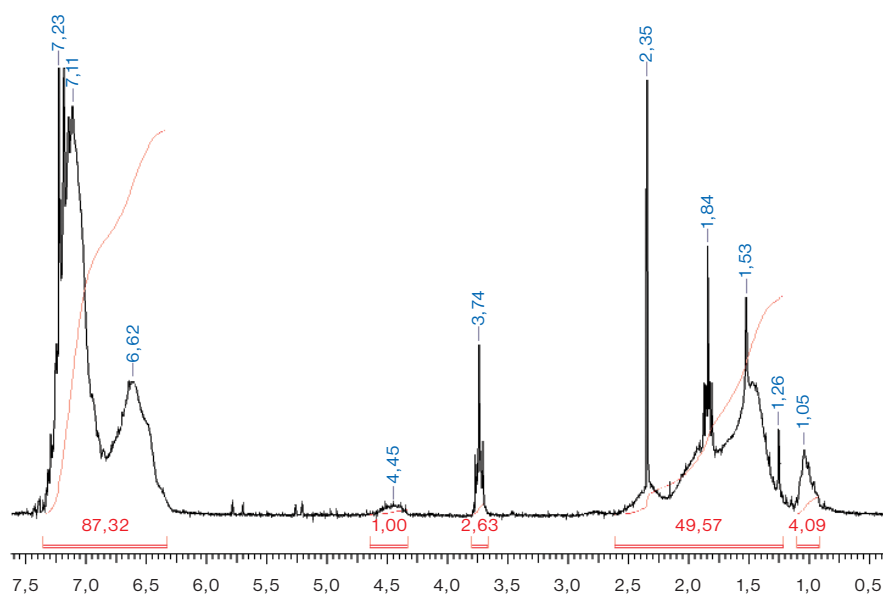
A polisztirolt gélpermeációs kromatográfiával (GPC) és mágneses magrezonancia spektroszkópiával (NMR) analizáltuk. Az előbbivel meghatároztuk az előállított po-

lisztirol minta 4. ábrán látható molekulatömeg-eloszlását és átlagos molekulatöme-gét, ami 1300 g/mol-nak adódott. Az NMR-méréssel (proton-NMR) pedig olyan diag-ramot készítettünk (5. ábra), melyről a csú-csok segítségével leolvashatjuk, hogy való-ban polisztirolt kaptunk. Az 5. ábrán látha-tó NMR-spektrum azt mutatja, hogy az ál-talunk alkalmazott eljárás az előállítani kí-vánt polisztirolt eredményezte.

### Következtetések, tanulságok

A kutatótáborban rengeteg új ismeretet sze-reztem a kémiai laboratóriumi eljárásokról, szerves kémiai reakciókról és polimer ké-miáról, melyeket biztosan hasznosítani tu-dok a tanulmányaim során. Örülök, hogy olyan témával foglalkozhattam, melynek mai világunkban nagy jelentősége van, hi-szen a polimerek környezetkímélő előállí-

5. ábra. A polisztirol <sup>1</sup>H-NMR-spektruma





tása, valamint a különböző polimerekből készített műanyagok újrahasznosításának, feldolgozásának kérdése egyre nagyobb problémát jelent a kémikusok és a vegyész-mérnökök számára.

A polisztirol környezetbarát előállításának egy igazán fontos aktualitásáról is érdemes néhány szót ejtenünk. Az idei évben az Amerikai Környezetvédelmi Hivatal (U. S. Environmental Protection Agency) Krzysztof Matyjaszewskinek, az atomátadásos gyökös polimerizáció (ATRP) egyik feltalálójának és kutatócsoportjának ítélte oda a Zöld

Kémiaért Díjat. Ezzel az eljárással ugyan is 1995-ös felfedezése óta több polimer, így a polisztirol előállítása is sokkal környezet-kímélőbb lett.

A kémiai kutatótáborra benyújtott pályázat megírásakor és a polisztirol előállítását tanulmányozva rájöttem, hogy a kémia milyen fontos a világ előrehaladásához, és hogy a kémikusoknak, vegyészeknek, vegyész-mérnököknek milyen nagy felelőssége van a kémiai problémák orvoslása terén. Bízom benne, hogy nemsokára én is részt vehetek ebben a munkában. ●●●

Hálás köszönetemet szeretném ezúton is kifejezni Szanka Istvánnak, aki a témavezetőm volt az egyhetes kémiai kutatótábor alatt, Iván Bélának, a MTA KK AKI Polimer Kémiai és Anyagtudományi Osztály tudományos osztályvezetőjének, valamint Lendvayné Győrik Gabriellának, a kutatótábor fő szervezőjének. Köszönettel tartozom továbbá az NKTH-nak a tábor támogatásáért (Mecenatúra-pályázat).

#### IRODALOM

Balázs Lóránt: A kémia története  
Bodor Endre: Szeretven kémia I.  
www.sigma-aldrich.com



## Nanotechnológia a diákok szemével

Második alkalommal hirdette meg középiskolásoknak szóló esszé- és rajzpályázatát a NanoTudomány Nemzetközi Közössége (The International NanoScience Community).

A pályázat azt akarta megmutatni, mit gondolnak a diákok a „nanokorszak” új anyagairól, módszereiről és az ezek segítségével létrehozott termékekről.

2009-ben kétszer annyi pályamunka érkezett, mint az előző esztendőben. A pályázók többsége – az internetes forrásokra támaszkodva – a „nano” kifejezés értelmétől indulva a nanotechnológia kialakulásán keresztül az alkalmazási területek bemutatására fókuszált.

A felkért szakmai zsűri értékelt a **Nano-TINC 2009** pályázatra ([www.nanopaprika.eu/group/nanopalyazat](http://www.nanopaprika.eu/group/nanopalyazat)) beérkezett munkákat.

### I. Díj

**Hábel Ervin** (Bánki Donát

Műszaki Középiskola, Nyíregyháza, mentora: Zsigó Zsolt)

*A főzőedénytől a nanoméretű eszközökig: Lépések a bioszenzor megvalósítása felé és*

**Simon András** (Tinódi Sebestyén Gimnázium, Sárvár)

*A jó, a rossz és a nano*

### II. Díj

**Érsek Zsolt** (Öveges József Gyakorló Középiskola és Szakiskola, Budapest,

mentora: Huszákné Vigh Gabriella)

*Nanotechnológia*

### RAJZ KATEGÓRIA, KÜLÖNDÍJ

**Csupor Dániel** (Czuczor Gergely Bencés Gimnázium, Győr)

*Nanotechnika az érendszerben*

### KÖNYVJUTALOM

**Schronk Edina** (Budapest)

*A nanotechnika emberekre gyakorolt hatása*

és

**Sipos Fanni** (Vendéglátó Idegenforgalmi Kereskedelmi Szakképző Iskola, Cegléd)

*A jövő technológiája a mindennapi életben*



*„Biokémia iránt érdeklődő gimnazistaként lépten-nyomon találkozom a nanotechnológia kifejezéssel, s most pályázatuk alkalmat adott arra, hogy alaposabb ismereteket gyűjtsék erről a tudományágról (?), mozgalomról (?), forradalomról (?). ... Áttekintve a nanoforradalom történetének állomásait, azt látom, hogy a 90-es évek hangos sikertörténete a huszonegyedik század első éveire óvatosabb optimizmusnak adta át a helyét. Felleptek az ellenzők, konferenciákat szerveztek, és közleményeket adtak ki azok, akik a nanotudományokban csak a természetbe való beavatkozás újabb, rendkívül hatékony eszközét látják. A tanulmányaimból úgy látom, hogy minden érv és ellenérv után kialakul valamilyen egyensúly, józan középút.”*

Simon András

*„Elkezdődött a tudomány megújulása a »bio« irányában. Engem is foglalkoztatnak ezek a dolgok. Szerettem volna tudni a kutatók ez irányú véleményét. Van-e több bioanyag a »kutatói asztalon«? Sikerül-e kutatóinknak kifürkészni és feltárni a természet legmélyebb titkait? A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézetében, ahová nagy örömmre pályázat útján sikerült bekerülnöm annak »Nyári iskolájába«, nos, ott erre választ is kaptam. Egy lépéssel közelebb kerültem ahhoz a tudományághoz, ami nagyon érdekel. Persze, hogy ez a nanotechnológia! ... Mivel a nanotechnológia egy új tudományág, nem csak jó célt szolgálhat.*

*... Nem szabad elvakulniak lennünk! Oda kell figyelni a nanotechnológia alakulására! Már most meg kell tennünk az óvintézkedéseket, előkészületeket.*

*Nemzetközi egyezményt kell kötnünk egymással, melyek a nanotechnológia rossz célt szolgáló felhasználását tiltják.*

*... Ez a bio-nanovilág lenyűgöző dolog. De mi tudás kell hozzá! Kitartás, türelem, akaraterő, ha megbotlanánk, vagy megtorpannánk. Többéves, hosszadalmas munkát tud maga mögött a kutató a megtervezéstől a megvalósításig. De ez a jövő... Mi, érdeklődő fiatal kutatópalánták, akik legalább próbálkozásainkkal támogatjuk kutatóink nem könnyű munkáját, gyümölcsöző elméleteiket, csodálva tehetőségüket, kalapot emelünk, és mélyen meghajlunk tudásuk előtt.”*

Hábel Ervin

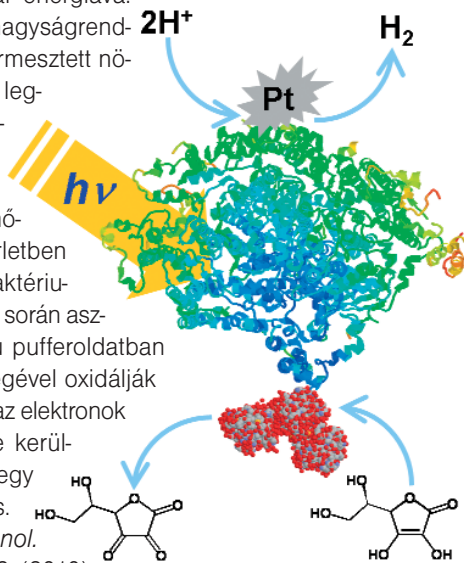


## Vitaminos hidrogén

Baktériumok fotoszintézis-rendszerét platinaklaszterrel módosítva C-vitaminból elemi hidrogén állítható elő. A módosított baktérium hónapokig stabil, s a napfényt nagyjából 6% hatékonysággal alakítja kémiai energiává. Ez legalább egy nagyságrenddel felülmúlja a természetett növényeken alapuló legjobb biodízel-előállítás módszereket, ráadásul nem veszi igénybe a termőföldet sem. A kísérletben használt hőtűrő baktériumok a fotoszintézis során aszkorbinsav-tartalmú pufferoldatban citokró-m-c segítségével oxidálják a C-vitamint, majd az elektronok a platinaklaszterre kerülnek, ahol végbemegy a hidrogénfejlődés.

*Nat. Nanotechnol.*

5, 73. (2010)



## TÚL A KÉMIÁN



## Marmaray-kutatás

Istanbul sokak szerint a mai Európa legnépesebb városa. Ebben a véleményben nem a lakók száma kérdéses, hanem a város kontinensek közötti felosztása. Az Ázsiát és Európát összekötő híd után Istanbulban most vasúti alagutat is építenek a Bosporusz két partja közé. Az alagutat a Márvány-tengert és a vonatot jelentő török szavak kombinálásával Marmaray-nak nevezik, s teljes befejezését 2012-re remélik. Az új vasútvonalon épülő hatalmas Yenikapi-pályaudvar közelében a földmunkák közben egy nagy kikötő maradványait találták meg, ezt a leletek tanúbizonysága szerint a Kelet-Római Birodalomban 379 és 395 között uralkodó Theodosius császár építtette. Az ásatások hosszasan feltartották az építkezést, de eredményükként 43 hajót, köztük négy bizánci hadihajót is feltártak. A roncslelet miatt a területet a legnagyobb ókori vagy kora középkori hajótemetőként tartják számon. Nemcsak a régészek számára érdekes az építkezés: az alagút alig húsz kilométerre van az észak-anatóliai törésvonaltól, ezért a várható nagy földrengések elleni védelem kidolgozásán tudósok és mérnökök egész csoportja dolgozott.

*GEO* 2010. január-február, 70.

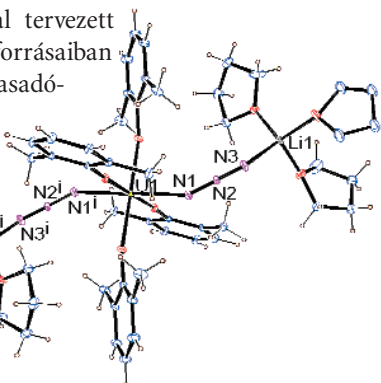
*Tunel. Underground Space Technol.* 24, 592. (2009)

*Geophys. Res. Lett.* 36, L00B05. (2009)

## Maghasadó azidkomplex

Amerikai kutatók nagy lépést tettek a hasadóanyagok hatékonyabb kémiai formájának előállítása felé egy urán(V)-azid származék előállítása révén. Az azidrézlet ismert reaktivitása alapján feltételezhető, hogy a komplex urán-nitriddé alakítható át. Az urán-nitrid kerámiaszerű anyag, amely mind a következő generációs földi atomreaktorokban, mind az amerikai űrkutatási program által tervezett szondák nukleáris áramforrásaiban fontos szerepet játszhat hasadóanyagként. Az eddig használt urán-oxidokkal szemben előnye a nagyobb hővezető képesség és a nagyobb sűrűség. Emellett az urán-azid-komplexek egyes reakciók katalizátoraként is szóba jöhetnek.

*Dalton Trans.* 39, 352. (2010)



## APRÓSÁG

A tragikus sorsú Antarktisz-kutató, Robert Falcon Scott (1868–1912) egyik elhagyott bázisán a közelmúltban kis híján százéves, új-zélandi készítésű, még fogyaszthatónak tűnő vajdarabot találtak.

## Nagynyomású xenon-hidrogén

A közelmúltban xenon és hidrogén által alkotott, korábban nem ismert vegyületet sikerült előállítani nagy nyomáson. A vegyületet látszólag kizárólag van der Waals-erők tartják össze, bár kötésviszonyait még tisztázni kell. Eredetileg fémes tulajdonságú szilárd hidrogén képződését próbálták elősegíteni xenon adagolásával, s a kutatók meglepetésére 4,8 GPa nyomástól kezdve Xe(H<sub>2</sub>)<sub>7</sub> összetételű új anyag képződött, amelynek a szerkezetét röntgendiffrakcióval, Raman- és IR-spektroszkópiával derítették fel. Jellemzője, hogy a szabályos rácsba rendeződő, de szabadon forgó hidrogének között xenonatompárok helyezkednek el. A felfedezés lépés lehet a „xenon-deficit” rejtélyének megoldása felé. A légkör alsóbb rétegeiben ugyanis jóval kevesebb xenon van, mint amennyit elméleti megfontolások jósolnak. Erre a jelenségre magyarázatot adhat az a feltevés, hogy a Föld keletkezésekor nagy nyomáson a most felfedezett xenonvegyülethez hasonlóak keletkeztek, és ezek még a kéreg alatt vannak.

*Nature Chem.* 2, 50. (2010)

Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: [lenteg@dragon.klte.hu](mailto:lenteg@dragon.klte.hu).





## CENTENÁRIUM

Alfred J. Lotka: Contribution to the Theory of Periodic Reactions  
*Journal of Physical Chemistry*, Vol. 14, pp. 271–274. (1910. március)

Alfred James Lotka (1880–1949) amerikai matematikus, fizikai kémikus és statisztikus volt. Az Osztrák–Magyar Monarchia-hoz tartozó Lembergben (ma az ukrainai Lviv) született. Vito Volterra-val egyszerre, de tőle függetlenül fejlesztette ki a populációdinamikában mind a mai napig gyakran használt, de az oszcillációs reakciók elméletében sem ismeretlen Lotka–Volterra-modellt.

## Új Stradivari-titok

A párizsi Zenemúzeum munkatársai minden idők legnagyobb szabású Stradivari-vizsgálatát fejezték be a közelmúltban. Az 1970-es években született eredmények alapján eddig az volt a szakértők véleménye, hogy a Stradivari-hegedűk kivételes hangzásában nagy szerepet játszik a jelentős mennyiségű ásványi anyagot is tartalmazó speciális lakk. A mostani vizsgálat-sorozatnál a nagy hangszerkészítő mester öt hegedűjét vizsgálták meg Raman-, Fourier-transzformációs infravörös és röntgenspektroszkópia segítségével. Kiderült, hogy Stradivari lenolajat használt alapozónak, majd vas-oxid-tartalmú gyantával vonta be a hangszereket. Abban a korban mindkét anyagot elterjedten használták más mesterek is, így ennek nem lehet jelentős szerepe a különleges hangzás megteremtésében.

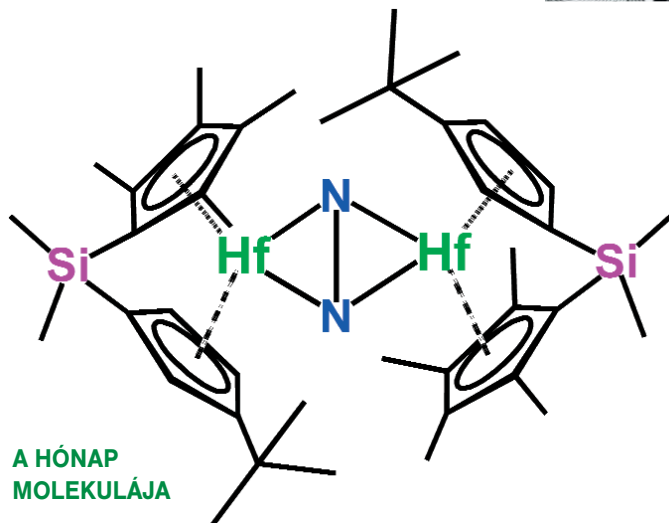
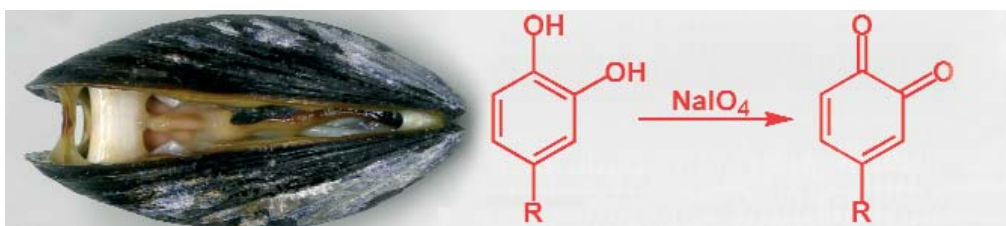
*Angew. Chem. Int. Ed.* 49, 197. (2010)



## Ragaszkodó kagylók

A kékkagylót (*Mytilus edulis*) sziklákhöz (vagy éppen csónakfenékhez) rögzítő fehérjék stratégiájának utánzásával amerikai tudósok új, a cukorbetegségnél használatos gyógyítási eljáráshoz hasznos ragasztóanyagot állítottak elő. A ragasztó kétkomponensű: az első polietilén-glikol magot tartalmaz, amelyen pirokatechinszerű végcsoportok vannak. Közvetlenül felhasználás előtt ezt a komponenst nátrium-perjodáttal keverik össze, így a láncvégek kinonszerű szerkezeti egységekké oxidálódnak, amelyek aztán további reakciók során létrehozzák a megszilárduláshoz szükséges keresztkötéseket, és a szövetek felszínén lévő funkció csoportokkal is kovalens kötések alakítanak ki. Az így előállított ragasztó igen tartós és nem okoz gyulladást a belső szövetfelszíneken sem, ezért különösen alkalmas egészséges donorokból nyert hasnyálmirigy-szigetek rögzítésére cukorbeteg szervezeteiben.

*Biomater.* 31, 420. (2010)

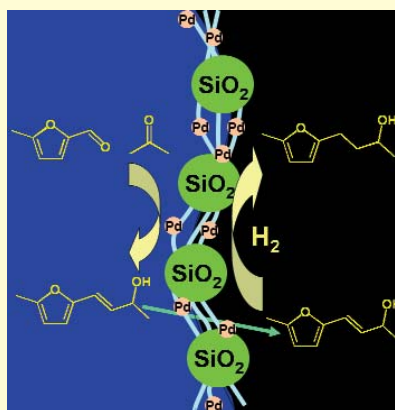


A HÓNAP MOLEKULÁJA

Az ábrán látható fémorganikus hafniumvegyületnek ( $C_{40}H_{60}Hf_2N_2Si_2$ ) jelentős szerepe lehet az elemi nitrogén kémiai reaktivitásának növelésében. A komplex egy hafniumtartalmú prekursor és  $N_2$  reakciójában jön létre nátriumamalgám jelenlétében. Szén-monoxiddal reagáltatva beékelődési reakció játszódik le, majd savas hidrolízist követően oxálsavdiamid ( $H_2NCO-CONH_2$ ) állítható elő a megkötött nitrogénből.

*Nature Chem.* 2, 30. (2010)

## Fémkatalízis a megfelelő helyen



A kétfázisú reakciósorozatok jól alkalmazhatók érzékeny anyagok előállítására, a katalizátort azonban gyakran nehéz a megfelelő fázisban tartani, felületaktív anyag hozzáadása pedig az elválasztást nehezíti meg. Ezeket a problémákat oldották meg igen szellemesen a közelmúltban: olyan, hidrofób tulajdonságú szénnanocsövekből és hidrophil szilícium-dioxidokból álló összetett nanorészecskéket állítottak elő, amelyek stabilizálják a víz és a szerves oldószer által képzett emulziót, és a hozzáépített Pd-részecskék révén hidrogénezési reakciókat is katalizálnak. A rendszert bioüzemanyag-előállítás során fontos lépések elősegítésére dolgozták ki, de az alapelvek sokkal szélesebb körben is használhatók.

*Science* 327, 68. (2010)



TUDOMÁNYOS ÉLET

HUNGAROCOAT–HUNGAROCORR

2009. november 25–26.

A hazai festékipar hagyományos rendezvényét 1993 óta visszatérően az év végén rendezzük, immár harmadik alkalommal a korrózióvédelemmel foglalkozó szakemberekkel közösen. A program házigazdája a Magyar Kémikusok Egyesülete, társrendezője a Festékipari Kutató Kft. és a HUNKOR Magyar Korróziós Szövetség, szakmai támogatója a Gépipari Tudományos Egyesület.

Mit kínált a kiállítás? Nem titkoltan kereskedelmi célú bemutatkozási, kapcsolatépítési lehetőséget. A tervezettnél ugyan kisebb területen, két nap alatt a mintegy 250 látogató közel 100 cég termékeit, ajánlatait ismerhette meg. Jelen voltak a pigment- és töltőanyaggyártók képviselői, a festékreceptúrák és felületkezelő szerek formulálásához nélkülözhetetlen műgyanták és adalékok forgalmazói, a mérőműszerek, gyártóberendezések, csomagolóeszközök értékesítői, továbbá a műszaki szolgáltatások, vizsgáló-minősítő laboratóriumok reprezentánsai.



Az ELTE épületében rendezték a kiállítást

Az ELTE aulájában megrendezett kiállítással egy légtérben folytak a szakmai konferencia előadásai. 25 percenként, változatos tematikával 19 előadás hangzott el. Valamennyi látogató szabadon válogathatott a széles választékból.

Elhangzottak előadások többek közt a színmérés legújabb műszeres eredményeiről, a különleges nanoszerkezetű galvánbevonatokról, új, kobaltmentes szikkatívak fejlesztéséről, a szilikon-epoxi hibrid gyanták alkalmazási területeiről, a festékek VOC-tartalmának csökkentéséhez hozzájáruló multifunkciós adalékok típusairól, a festékipart érintő REACH-előírásokról és a környezetvédelmi szabályozások várható változásairól.

Újdonsága volt a konferenciának, hogy a látogatók költségmentesen vehettek részt a programokon. A konferencia és a kiállítás rendezési költségét a szervezők teljes egészében a kiállító cégek, a kereskedelmi és állami szponzorok befizetéséből, támogatásából fedezték.

Kiemelkedő eseménye volt a rendezvénynek, hogy megemlékezünk a Festékipari Kutató Kft. megalakulásának 20 éves évfordulójáról. A vállalkozás igazgatója, Bognár János rövid köszöntő után a jelenlévőket állófogadással egybekötött ünnepségre invitálta. Az idei rendezvény sikere reményeink szerint jó alapot szolgáltat a legközelebb 2011-ben sorra kerülő rendezvény megszervezéséhez.

**Molnárné Nagy Lívია**  
a Lakk-festékipari Szakosztály titkára

Analitikusok Pécsen

Régi terve teljesült két szakcsoportunknak: az Analitikai Szakosztály Elektroanalitikai, valamint a Szerves és Gyógyszer-analitikai Szakcsoport tartott közös előadást Pécsen. A kétnapos – térítésmentes

– konferencia létrejöttét a két szakcsoport elnöke (Nagy Géza és Tömpe Péter) és Perjési Pál intézetvezető jószándékán kívül a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi és Általános Orvostudományi Kara segítette, és a Magyar Tudományos Akadémia Pécsi Akadémiai Bizottsága (MTA PAB) támogatása is szükséges volt.

Az MTA PAB Elektrokémiai és Szenzorikai Munkabizottsága (melynek elnöke Nagy Géza, a Természettudományi Kar Általános és Fizikai-kémiai



Pápayné Sár Cecília és Nagy Géza

Tanszékének vezetője) és az MTA PAB Gyógyszerészeti Munkabizottsága (melynek elnöke Perjési Pál, az AOK Gyógyszerészi Kémiai Intézetének vezetője) pályázatain keresztül biztosította a jelentkezők ingyenes ellátását és szállásköltségét. A Magyar Kémikusok Egyesülete Baranya megyei csoportja elnökét, Ohmacht Róbertet az MKE Intézőbizottságának pécsi tagja, Pápayné Sár Cecília gyógyszervegyész képviselte.

A két pécsi tanszék valamennyi munkatársa segítette a kitűnően sikerült szervezésben, amihez természetesen egy közösen eltöltött este is tartozott, hiszen az ilyen alkalmakkor születő barátságok alapozzák meg az értékes szakmai kapcsolatokat: Márk László (PTE AOK) „közbenjárására” a híres „Polgár-pincészet” háziasszonya látta vendégül az előadóülés résztvevőit, egy gondosan tervezett borminősítő (organoleptikus) vizsgálatra. A borospincéhez vezető úton Benkő András (PTE Gyógyszerészi Kémiai Intézet) Pécs város történetéről tartott hangulatos előadást.

Előadások két csoportosításban (szekcióban) hangzottak el, a szakterületek olyan egyéniségeinek elnökletével, mint Török Ilona doktor, a Szerves és Gyógyszer-analitikai Szakcsoport korábbi elnöke és Tóth Klára akadémikus.

A gyógyszer-analitikai, valamint szenzorikai és elektrokémiai szekció előadásai közül fokozott figyelemmel hallgattuk a házigazda intézetek vezetőinek tanszékükön folyó kutatásokról tartott beszámolókat. Az előadások tematikus ismertetése az MKL kö-



Valkó István és Török Ilona

vetkező számaiban jelenik meg. Néhány előadást mégis meg kell említenünk: Fekete Jenő professzor, a Műegyetem tanára saját (hatvanadik) születésnapján tartotta meg előadását a „HILIC módszer alkalmazása fokhagyma hatóanyagának meghatározására” címmel. Klebo-

vich Imre, a Semmelweis Egyetem Gyógyszerészeti Intézetének tanszékvezetője most nem az MKE tagjaként, hanem a pécsi egyetem gyógyszervegyésze, Perjési Pál meghívására tartott előadást a gyógyszer–étel kölcsönhatásokról (mint a farmakokinetika legújabb kutatási területéről).

**Tömpe Péter**



**LABOREXPORT**<sup>®</sup>  
A LABORPARTNER

# KROMATOGRÁFIA A NANO-SKÁLÁN!

## PROXEON

Kompakt. Egyszerű. Takarékos

### Nano HPLC

a legtöbb MS-hez kapcsolható  
SPLIT NÉLKÜL:  
20nl/perc–2000nl/perc!  
Integrált adatelemzővel

### EASY-Column

kapilláris nanoLC kolonnák



*EASY-nLC asztali nano-HPLC*



*nanoESI-MS*

### MS-gyártó független nanoESI ionforrások

Thermo Scientific/Finnigan  
Agilent, Varian, Waters/Micromass,  
Applied Biosystems, Sciex, Bruker  
tömegspektrométerekhez

**Emitterek** (acél és üveg);  
kiegészítők

### Peptidek/fehérjék tisztítására Mikrokolonnák



### Proteomikai adatelemző rendszer Protein Center™



A fenti termékek kizárólagos magyarországi forgalmazója a LABOREXPORT Kft.

1113 Budapest, Ibrahim u. 8.; 1507 Budapest, Pf. 165.  
sales@laborexport.hu ; Tel/Fax: (1) 209 6424 www.laborexport.hu



## KÖSZÖNTÉS

## Rusznák István 90 éves

Január 28-án töltötte be 90. évét Rusznák István emeritus professzor. A Pázmány Péter Tudományegyetem elvégzése után a Goldberger-gyárban kezdett dolgozni, majd a Műegyetemen továbbképezte magát. A cellulózkémiai kutatások elkötelezettjeként 1944-ben védte meg – Csűrös Zoltán professzor irányításával készített – doktori értekezését. 1959-ben a kandidátusi, 1975-ben pedig az akadémiai doktori cím eredményes megvédése következett.



1950-től a Textilipari Kutató Intézet kémiai osztályvezetője lett, egyúttal az Állami Műszaki Főiskola Kémiai Tanszékének tanszékvezető tanáraként is tevékenykedett. A 60-as évek közepén a kairói egyetemen is oktatott és részt vett az egyiptomi textilipari kutatóintézet létrehozásában. 1971–1990 között a Budapesti Műszaki Egyetem Szerves Kémiai Technológiai Tanszékének tanszékvezető professzora volt. Tanított a Magyar Iparművészeti Főiskolán is. Nyugdíjba vonulása után emeritus professzorként folytatta oktató- és kutatótevékenységét.

1954-ben Kossuth-díjban részesült a Goldberger kelenföldi fehérítőüzemében – néhai Bonkáló Tamással közösen – megvalósított folyamatos fehérítő gépsor kifejlesztéséért. Számos kutatása közül a termotex-elv kidolgozása, illetve találmányának bel- és külföldi üzemi hasznosítása a legjelentősebb. Ötszáznyi publikáció, hatvan szabadalom, nagyszámú könyv és jegyzet fűződik nevéhez. Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság, a Tudományos Minősítő Bizottság munkájában is kivette részét, sőt a Kossuth-díj, majd az Állami Díj kitüntetések javaslattevő bizottságában is részt vett.

A Textilipari Műszaki és Tudományos Egyesület (TMTE) alapító tagja. 1974-től 1985-ig volt a TMTE elnöke, 1990-ig pedig tiszteletbeli társelnöke. A Kolorista Egyesületek Nemzetközi Szövetségének elnöki, majd alelnöki teendőit is ellátta volt hosszú évekig.

Arany-, gyémánt- és vasdiplomás, a Budapesti Műszaki Egyetem és a Soproni Egyetem díszdoktora. A brit Kolorista Egyesület 1990-ban aranyéremmel tüntette ki. A fiatalosan aktív és mindig szerény szaktekintély mind a mai napig részt vesz a tanszéki és akadémiai kutatócsoport munkájában.

A nála diplomázott mérnökök és a többi hazai textilszakember, a TMTE tagsága nevében egyúttal megköszönjük fáradtságot nem kímélő oktató- és kutatómunkáját. Sokáig legyen közöttünk e nagy tudású és rendkívül emberséges nemzetközi szaktekintély. Tisztelettel és szeretettel köszöntjük Professzor urat 90. születésnapján, jó egészséget és hosszú életet kívánva.

Kutasi Csaba



## Szűcs István 75 éves

Szűcs István vegyészmérnök, az 1956. évi forradalom kiemelkedő személyisége, a kőolajipari katalitikus eljárások elismert szakembere és a rendszerváltás utáni Antall-kormány rendkívül eredményes energetikai helyettes államtitkára február közepén töltötte be 75. életévét.

A Veszprémi Vegyipari Egyetemen (VVE) 1953-ban megkezdett tanulmányai után 1963-ban kap jeles fokozatú diplomát. 1956-ban

alapítója az egyetemi MEFESZ-nek, tagja a Veszprém Megyei Nemzeti Forradalmi Tanácsnak. A november 4-i szovjet invázió után kétszer áll kivégzőosztag előtt (orosz visszaemlékezés szerint egyik alkalommal orosz nyelvű szavalatával mentette meg társai és saját életét [l. *Fenyvesi István*: Belénk sajdult Odessza. Bába Kiadó, Szeged, 2006]), majd két hónapra a Szovjetunióba deportálták. Ezután az ország összes egyeteméről kizárták. A Soroksári Fesztékgyárban, és a Budapesti Tűzállóanyag Gyárban fizikai dolgozó, majd a veszprémi MÁFKI-nál technikus. Az 1962-es általános amnesztia során engedélyezik tanulmányai folytatását. Ezután a VVE 1971-ben petrokémiai szakmérnökké, 1973-ban *summa cum laude* minősítéssel műszaki doktorrá avatja.



1964-től a Dunai Kőolajipari Vállalat termelési részlegénél dolgozik. 1967-től irányítja a katalitikus üzemeket (reformáló, gázolajkénmentesítő), ezek indítójaként komoly műszaki problémákkal kell megküzdenie. Iskolateremtő; a katalitikus hidrogénezés, dehidrogénezés terén népes ipari szakembergárdát nevel ki. Nemzetközi szinten is elismert szakember. 1974-től az Olajterv műszaki, gazdasági tanácsadója, számos, olajiparon belüli és kívüli fejlesztés részese.

1988-ban az MDF százhalombattai csoportjának alapító elnöke, majd 1990-től országgyűlési képviselő. A Justitia igazságtételi csomag egyik készítője; az igazságtétel elmaradt megvalósulását élete legnagyobb emberi és politikai kudarcának tekinti. A Gazdasági Bizottság alelnöke, majd képviselői mandátumáról lemond, és 1993 elejétől 2004 közepéig az Ipari és Kereskedelmi Minisztérium energetikai helyettes államtitkára. Nevéhez fűződik többek között a magyar energiapolitikai koncepció kialakítása, a gázszolgáltatási és a villamosenergia-törvény döntő részének elkészítése, az országos energiatakarékos program kidolgozása, a kőolaj és a kőolajtermékek készletezésének szabályozása, Magyarország IEA-tagságának előkészítése, röviden az „európaibb” magyar energetika alapjainak megteremtése.

1994-től nyugdíjba vonulásáig ismét az Olajterv munkatársa. Szenvedélyes ember. Születésnapja alkalmából jó egészséget és sok örömet kívánunk felesége és unokái társaságában. Isten éltesse még sokáig!

Rácz László



## Gratulálunk!

Örömmel vettük a hírt, hogy a Lengyel Tudományos Akadémia Analitikai Kémiai Bizottságának Atom- és Molekulaspektroszkópai Társasága a 2009. évi **Dr. Jerzy Fijalkowski-díjat Kántor Tibor professzornak** adományozta. Ezen díjat évente egy alkalommal, az analitikai kémia területén végzett kiemelkedő munkásság elismeréseképpen adják.

Kántor professzor úr esetében az atomspektroszkópia területén elért eredményeit és a grafitkemencés atomabszorpciós spektrometria fejlesztéséért végzett tevékenységét, továbbá a Lengyel Spektroanalitikai Társasággal kialakított szoros együttműködését ismerték el. Az MKE Spektrokémiai Társasága nevében kívánok további szakmai sikereket.

Záray Gyula

a Spektrokémiai Társaság elnöke



## Thermo Scientific

- Nagyfelbontású tömegspektrométerek (HRMS)
- Új, Orbitrap analizátorú FT (Fourier Transzformációs) HPLC/MS<sup>(n)</sup>ek
- Mágneses, kettős fókuszálású és FT-ICR MS-ek
- Opcionális GC-vel, analitikai HPLC ill. UHPLC-vel
- MALDI, FAIMS, ETD

*Exactive: asztali nagyfelbontású HPLC/MS*

Kismolekuláktól a fehérjéig



## Thermo Scientific

- Stabil izotóparány-mérő MS-ek (IRMS)
- Mintaelőkészítő/mintabeviteli robotok
- TIMS (Termikus ionizációs MS)
- Nagyfelbontású ICP/MS; GD/MS
- Multikollektoros ICP/MS

*Neptune: multikollektoros ICP/MS*

## Thermo Scientific

### Kémiai informatika / Szoftverek

- LIMS: Laboratóriumi információs rendszerek általános ill. gyógyszeripari célokra
- ATLAS: Általános kromatográfiás adatelemző szoftver (akár különböző gyártócégek nagyszámú GC, HPLC, CE, TLC stb. műszereihez egységes platform)
- GRAMS: különböző gyártócégek NMR, MS, IR, RAMAN, NIR, UV/VIS berendezéseiből származó spektrumok egységes platformra konvertálását végző szoftver

## Thermo Scientific

### Felületanalitikai műszerek

XPS, ESCA, Auger  
Építőelemek, szoftverek



Escalab 250

**A fenti termékek kizárólagos magyarországi forgalmazója a LABOREXPORT Kft.**

1113 Budapest, Ibrahim u. 8.; 1507 Budapest, Pf. 165.  
sales@laborexport.hu ; Tel/Fax: (1) 209 6424 www.laborexport.hu

**Thermo**  
SCIENTIFIC



## TUDOMÁNYOS ÉLET



## Az Amerikai Kémiai Társaság Magyar Szekciójának éves közgyűlése

2009. november 13.

Darvas Ferenc elnök beszámolt a 2009. év fontosabb eseményeiről. Kiemelte az idei évben második alkalommal megrendezett FROST (Szerves Kémiai Szintézisek Új Irányzatai) kurzust, melyen neves professzorok tartottak előadást, a résztvevők elismeréssel nyilatkoztak a rendezvényről. A kurzuson poszter-díjátadásra is sor került a 35 év alatti fiatal kutatók kategóriában. A rendezvény pozitív pénzügyi eredménnyel zárt.

Az ACS HC 2009-ben két vendégprofesszort is felkért előadás megtartására, elsőként Jay Siegel professzort a Zürichi Egyetemről (Organic Chemistry Institute), majd a Nobel-díjas Richard R. Schrock professzort az MIT-ről (Massachusetts Institute of Technology).

Az ACS 238. washingtoni konferenciáján Guttman András képviselte a Magyar Szekciót, ahol részt vett a külügyi bizottság ülésén és beszámolt a szekció tevékenységéről.

Megemlítette továbbá Pavláth Attila által indított „Milestones in Chemistry” kiállítássorozat népszerűsítésére irányuló törekvést, mely a Magyar Kémikusok Egyesülete és az ACS HC bevonásával idén több európai országban sikerrel szerepelt.

Ezt követően Darvas Ferenc röviden összefoglalta a 2006–2008. időszak fontosabb eseményeit. Összegzésében megállapította, hogy

- az ACS Magyar Szekciója támogatta a tagok részvételét hazai és külföldi konferenciákon,
- saját konferenciát indított el és vitt sikerre,
- részt vett és vesz a kémia népszerűsítésére szolgáló tevékenységben,
- sajnos azonban nem sikerült a szekciót külföldi fórumokon hathatósan népszerűsíteni.

Darvas Ferenc beszámolója után Guttman Andrást kért szót, aki gratulált a FROST kurzussal elért sikerekhez, és javaslatot tett arra, hogy a következő FROST konferencia témája ipari szeparációs technika legyen. A javaslat elnyerte a tagok támogatását.

Kiss Tamás nagyra értékelte Darvas Ferenc 2006–2009 közötti elnöki tevékenységét, rámutatva a jelentős fejlődésre, a szekció tevékenységének kibővülésére. Javasolta, hogy a szekció a 2011-ben megrendezésre kerülő Nemzeti Vegyészkonferencián önálló szekcióként jelenjen meg, elvállalta a közvetítést a szekció és az MKE között.

A beszámolót követően a szekció elnökének és vezetőségének megválasztására került sor.

Korábbi felvetések és jelentkezések alapján elnöknek Guttman Andrást jelölték. A tagok felkérték, majd egyhangúlag megszavazták az elnöki pozícióra, mely 3 éves periódusra (2010–2012) vonatkozik. Guttman András a megbízást elfogadta. A tagok ugyancsak egyhangúlag megszavazták Darvas Ferencet utóelnöki (post-chairman) pozícióra, melyet Darvas Ferenc elfogadott. A titkári és megbízotti pozíciókra a tagok e-mailben tesznek javaslatot Guttman Andrásnak, a választás szintén e-mailben zajlik majd. Ez időközben meg is történt és a vezetőség tagja lett Dormán György (pénztáros), Darvas Ferenc (stratégiai ügyek), Kiss Tamás (MKE-összekötő, sajtókapcsolatok, hírlevél), Lengyel László (tagtoborzás),

Szökő Éva (konferenciák). Zárójelben a tagok fő munkaterületét tüntettük fel.

Kiss Tamás, mint az ülés levezető elnöke, javasolta Pavláth Attila megválasztását tiszteletbeli elnöknek, jelentős szerepvállalásáért a szekció megalapításában, valamint a szekció létének folyamatos támogatásáért. A tagok ezt egyhangúlag megszavazták. A szavazás eredményéről levélben értesítik Pavláth Attilát, valamint következő magyarországi látogatása során díszoklevelet adományoznak részére. Az oklevél elkészíttetését Guttman András vállalta.

A szekció úgy döntött, hogy díjat alapít. Az ötlet Pavláth Attilától származik. Darvas Ferenc a megvalósításban szerzett korábbi tapasztalatai és közreműködése alapján javasolta, hogy a külföldön élő magyarok, vagy a magyar ügyet szolgáló külföldiek részére adjanak díjat évente oly módon, hogy az ACS HC professzor rangú tagjaiból összeállított bírálóbizottság és az ACS HC vezetői közösen hozzanak döntést a díjazott személyére vonatkozóan. A díj lehet 1000 USD készpénz, valamint érem, vagy porcelán emléktárgy, szobor, kisplasztika.

A díjátadásra Magyarországon kerülne sor, ahol a díjazott előadást tart.

A díjátadást össze lehetne kötni egy rendezvénnyel, így nagyobb nyilvánosságot kapna.

A tagok a pénzdíj és a lebonyolítás módjában nem tudtak meg egyezni. Guttman András vállalta az előkészítést.

A közgyűlés ezt követően a tagtoborzás, a tagdíjfizetés és az éves összejövetelek ügyével foglalkozott és hozott határozatot, melyek a szekció honlapján ([www.acshc.hu](http://www.acshc.hu)) részleteiben is olvashatók.

A hivatalos rész befejeztével a közgyűlés baráti körben elfogyasztott vacsorával és kellemes társalgással folytatódott.

Kiss Tamás

## FROST2 konferencia

2009. október 14–15.

A második FROST („Frontier in Organic Synthesis Short Course”, „Második Szerves Kémiai Szintézisek Új Irányzatai”) konferenciát 2009. október 14–15-e között rendezte meg Budapesten az Amerikai Kémiai Társaság Magyar Szekciója (ACS HC). A résztvevők száma (72) az előző konferenciához (50) képest jelentősen nőtt; kilenc, nemzetközileg elismert szaktekintély mutatta be legújabb eredményeit.

A FROST konferencia oktatási céllal jött létre és a szerves kémia innovatív, a jövőre nézve nagy jelentőséggel bíró területeit célozza meg. Ebben az évben a fő téma „Az áramlások kémia legújabb eredményei (Progress in Flow Chemistry)” volt.

A nyitó előadást Martyn Poliakoff professzor (Nottinghami Egyetem) tartotta, áttekintést adva az áramlások kémia alkalmazásairól szuperkritikus folyadékok esetében. Az előadás olyan példákat vonultatott fel, amelyekben a szuperkritikus folyadékok (pl.  $\text{scCO}_2$  és  $\text{scH}_2\text{O}$ ) hatékonyan alkalmazhatók oldószerként, mint az általános szerves oldószerek környezetkímélő („zöld”) alternatívái. Példaként szerepelt a kaprolaktám egylépéses szintézise  $\text{scH}_2\text{O}$ -ban, az acetonitril hidrolízise és az izoforon hidrogénezése  $\text{scCO}_2$ -ban. Ez utóbbi megoldás előnye, hogy nem keletkeznek melléktermékek, így elkerülhető a költséges tisztítási lépés. Végül a -vareolaktan folyamatos áramlások szintézisének a folyadékok gázok hatására magas nyomáson fellépő térfogat-növekedését használta ki eljárásában az előadó.

Thomas Wirth (Cardiffi Egyetem) a mikroreaktorok kétfázisú szerves szintéziseknél való alkalmazhatóságáról tartott előadást.



Az ún. plug-flow („szegmentált áramlási”) technika alkalmazásával érte el, hogy a két fázis keveredése hatékonyabbá vált. A technikát a mikrohullámú áramlásos hidrolízis példájával illusztrálta. A szegmentált áramlás alkalmazására további példákat a fázistranszfer katalizálta Heck- és metatézis reakciók tárgyköréből mutatott be. Az előadás utolsó részében arra adott példát, hogyan kerülhet el a szerves azidok által hagyományos, szakaszos reaktorokban felmerülő veszély áramlásos reaktorokban történő *in situ* előállításuk és Curtius-átrendeződésben való azonnali átalakításuk révén.

Darvas Ferenc (ThalesNano Zrt.) előadásában a rendszerkémi („systems chemistry”) terminológiáját adaptálta az áramlásos kémia területére, értelmezve a különböző komponensek, így a molekulatér, molekulatranszformációs tér, illetve reakcióter fogalmát. Ezt követően bemutatta, miképp lehet bejárni a megnövekedett reakcióteret, ami az áramlásos kémia egyik „gyümölcse”, illetve hogyan szabályozhatjuk a paramétereket (beleértve a tartózkodási időt) úgy, hogy megtaláljuk az optimumpontot és a maximális szelektivitást. Tipikusan a kémiai rendszerek termodinamikusság vagy kinetikus kontroll alatt állnak, azonban a megnövekedett reakcióterben (nyomás, hőmérséklet) a diffúziós kontroll kerül előtérbe, ami az áramlásos reaktorok alkalmazásával új lehetőségeket nyit a szelektivitás elérése tekintetében. Az előadás végén szóba került az áramlásos kémia gyakori ellensége: a rendszer eldugulása („clogging”) is.

Shu Kobayashi professzor (Tokiói Egyetem) előadásában 200  $\mu\text{m}$  mikrocsatornájú lapkán végrehajtott hatékony redukciók és oxidációk bemutatásával foglalkozott. A Pd-mal bevont kapillárisokat tartalmazó lapkán háromfázisú hidrogénezéseket hajtott végre, és 2 perc tartózkodási idejű reakciókban kvantitatív termeléssel nyerte a várt termékeket. Ezt követően szuperkritikus széndioxidban ( $\text{scCO}_2$ ) mint oldószerben végrehajtott hidrogénezésekről számolt be és felvillantotta a kapilláris reaktorban elérhető megnövelt termelékenység lehetőségét. Utóbbi típusú reaktorban immobilizált aranykatalizátoron oxigéngázzal alkoholok oxidációját valósította meg, és az így nyert ketonokat, illetve aldehideket jó, illetve kiváló hozammal izolálta. A reaktorban elhelyezett aranykatalizátor 4 nap múltán sem veszített aktivitásából.

Marcus Baumann (Cambridge-i Egyetem) előadásában áttekintést adott a heterociklust tartalmazó természetes anyagok és gyógyszerek áramlásos rendszerben végrehajtott szintéziséről, bemutatva oxazol-, tiazol-, imidazol- és 1,2,3-triazol-könyvtárak magas hozamú előállítását. Ezt követően szerves azidok előállításáról számolt be, ahol monolitikus polimer hordozóhoz kötött azid reagenst alkalmazott áramlásos rendszerben. Számos példán keresztül mutatta be, hogyan oldható meg egy többlépéses szintézis egyetlen áramlásos rendszerben ún. tekercs- („coil”) reaktorok és állógyás, polimer hordozóhoz kötött reagensekkel töltött reaktorok egymáshoz kapcsolásával. Az előadás második felében heterociklusos vegyületek DAST, Selectfluor® és TMS-CF<sub>3</sub> jelenlétében végrehajtott fluorozására adott példákat.

Daryl Sauer (Abbott Laboratories) előadásában kiemelte, hogy az automatizált, nagy teljesítményű szintézis jelentősen hozzájárul a vezérmolekula-fejlesztés és -optimalás folyamatának gyorsításához a gyógyszerkutatásban. Bemutatta, hogy a mikrohullámú gyorsított szintézisek, szabványosított előíratok, polimer hordozóhoz kötött reagensekkel támogatott folyadékfázisú kémia, illetve áramlásos kémia az automatizálással integrálva miként eredményezi diverz molekulakönyvtárak gyors és hatékony előállítását. Ennek illusztrálásaként az áramlásos hidrogénezés automatizálását mutatta be számos példán keresztül, ilyen például a védőcsoport-eltávolítás cbz-védett könyvtárakban, heterociklusos

könyvtárak részleges gyűrűtelítése, valamint könyvtárszintézis redukzív aminálás alkalmazásával.

Stefan Braese professzor (Karlsruhei Műszaki Egyetem) előadásában demonstrálta, miként lehet a szilárd fázisú kémiát a mikroreaktor-technológiával párosítani. Esettanulmányként a mikroreaktorok fotokémiai alkalmazását emelte ki, ahol a fotokémiai reakció előnyösen megvalósítható egy beépített miniatürizált fényforrás és speciális hűtés alkalmazásával. Az alkalmazott kiindulási anyagokat (pl. aril-azidok) erre a célra kifejlesztett szilárd fázisú szintézisúton állította elő triazén linkerek felhasználásával, amelyek eredményeként jó hozammal kapott kis karbazolkönyvtárakat. A módszert összehasonlította hagyományos szintézismódszerekkel és ismertette a méretnövelés lehetőségeit is.

Oliver Kappe professzor (Karl-Franzens Egyetem, Graz) bemutatta, hogyan lehet felhasználni az áramlásos kémiai reaktorokat a mikrohullámú kémia méretnövelésére. Az elmúlt években a mikrohullámú gyorsított kémia népszerű eszközzé vált a szerves kémikusok számára. A technológia hátránya, hogy a mikrohullámú sugárzásnak viszonylag kicsi a behatolási mélysége az elnyelő közegbe a szintézis során, ami elvi korlátot szab a technológia méretnövelésének. Miután az általános reakciókörülmények optimumát sikerül meghatározni (hőmérséklet, reakcióidő) szakaszos mikrohullámú készülékekben, az átmenet folyamatos áramlásos körülmények közé akkor lehet sikeres, ha az ott szükséges tartózkodási idő jól korrelál a szakaszos mikrohullámú kísérletek reakcióidejével. Számos példán keresztül illusztrálta a mikrohullám-áramlásos rendszer átmenet sikerességét, beleértve fontos gyógyszeripari termékek többlépéses szintézisét is.

A konferenciát Richard Jones (ThalesNano Zrt.) előadása zárta, aki a hagyományos edényzetű, szakaszos („batch”) szintézis-technológiáról az áramlásos rendszerre való áttérést elemezte előadásában. Bemutatta az áramlásos rendszerek alkalmazásának előnyeit olyan, különösen veszélyes és nehezen kivitelezhető reakciók megvalósítása terén, amelyek alkalmazását szakaszos rendszerekben általában elkerülik. Előadásában a két rendszert összevetve mutatott be példákat, összehasonlítva a legfontosabb paramétereket és tényezőket, amilyen például a szelektivitás, optimalás, hőmérséklet-szabályozás, oldhatóság, automatizálhatóság és méretnövelhetőség. Konkrét kémiai példákat a hidrogénezés, karbonilezés, ozonolízis, szuperkritikus oldószerekben megvalósított kémia és deuteralás területéről mutatott be.

A FROST2 konferencia első napja zárásaként „Panel-diskuszió” címmel vitafórum került megrendezésre, amelynek során a résztvevők közvetlenül tehettek fel kérdéseket az előadóknak. A leggyakoribb kérdések az áramlásos kémia alkalmazási területét, illetve határait, a lehetséges jövőbeni fejlődési irányokat, a várható elterjedést, a hagyományos technológiába való behatolást („penetrációt”) és annak sebességét érintették.

**Gyóllai Viktor–Dormán György**

ThalesNano Zrt.

## Gábor Dénes-díjat kapott Dékány Imre

Az SZTE TTIK Kémiai Tanszékcsoport Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszék tanszékvezető egyetemi tanára, a Szegedi Akadémiai Bizottság elnöke a kémiai környezetvédelem és a nanotechnológia területén végzett kiemelkedő kutatási tevékenységért részesült elismerésben.



A Gábor Dénes-díjakat a Novofer Alapítvány műszaki-szellemi alkotásért kuratóriuma ítéli oda minden évben a műszaki-szellemi élet kiválóságainak, az innovációs folyamatban alkotó módon részt vevő szakembereknek. (MTA)

### A 2009-es Kajtár Márton-emlékülés

Az ELTE TTK Kémiai Intézetének lágymányosi épületében 2009. december 4-én délután került sor a tizenegyedik Kajtár Márton-emlékülésre a Kajtár Márton Alapítvány Kuratóriumának rendezésében. Hollósi Miklós elnöki megnyitójában vázolta az Alapítvány munkáját az utóbbi két évben, majd bemutatta és méltatta Kajtár Márton *Változatok négy elemre* c. könyvét, melynek hiánypótló faksimile kiadása épp a napokban jelent meg a szerző 80. születésnapja alkalmából, szponzori adományok eredményeként. Hogy a mű néhány kreatív gondolatával és helyenkénti poétikus jellegével a jelenlevőket megismertessük, Perczel András titkár bevezető szavai után részleteket hallhattunk a könyvből Oberfrank Pál színművész tolmácsolásában. Ezt követően hatodik alkalommal került sor – a Kuratórium egyhangú döntése alapján – a Kajtár Márton-emlékermek átadására, ezúttal Hajós György és Hermecz István kollégák részére, életműjük és szakmai-emberi példamutatásuk elismeréséül. A laudációra a kitüntetettek személyes hangvételű, kedvesen visszaemlékező szavakkal válaszoltak. Az emlékermek átadása után az idei három Kajtár Márton-díjas fiatal kolléga tartott tömör és kiváló szakmai felkészültségről tanúskodó előadást saját munkásságáról. Mátyus Edit a kémiai alagúteffektusról beszélt, ezt követte Bodor Andrea előadása a fe-

hérjék viselkedéséről úgy, ahogy azt a multinukleáris NMR-spektroszkópia látni engedi. Harmadikként Soós Tibor előadását hallgathattuk meg, melynek *Változatok egy katalitikus koncepcióra* címe nemcsak új és érdekes adatokat sejtetett a bi-



Kitüntetettek és kuratóriumi tagok

funkcionális organokatalizátorokról, de szellemesen rímelt a *Változatok négy elemre* című Kajtár-könyvre is. Rövid szünetet követően előbb Fülöp Ferenc tartott érdekes összefoglaló előadást a cili-sos béta-aminosavakról, mint fontos „legőelemekről”, amelyekből Mikulás közeli nap lévén egy egész zsákra valót is elhozott magával. Az előadói ülésre Huszthy Péter tette fel a koronát, már csak azért is, mert előadásában a piridin- és akridinegységet tartalmazó koronaéterek enantiomerfelismerő képességéről esett szó. A magas színvonalú, új kémiai eredményekben és koncepciókban bővelkedő előadói ülés titkári zárszóval és baráti beszélgetéseket lehetővé tevő szerény fogadással ért véget.

Kajtár Márton élete során sokunknak adott szakmai jó tanácsot, kedves biztatást és követendő emberi példát. Ez az emlékülés is bizonyította, húsz évvel ezelőtti hirtelen eltávozása ellenére szelleme továbbra is köztünk van és velünk él! Jó volt látni, hogy az előadói nagyterem padsorai ezúttal is megteltek, számos kollégának még állóhely is alig jutott. Örömmel tölthet el bennünket az is, hogy gondolatainak egy része – az Eötvös Kiadónak köszönhetően – írott formában ismét közkinccsé válhat, és a könyv faksimile kiadásával a szerzőt újra közel érezhetjük magunkhoz.

**A Kajtár Márton Alapítvány Kuratóriuma**

## HÍREK AZ IPARBÓL

### Gödöllőn fejleszt a Teva Gyógyszergyár Zrt.

Bővíti magyarországi tevékenységét a Teva Gyógyszergyár Zrt., a világ első számú generikus gyógyszergyártója és -fejlesztője – jelentette be 2010. január 14-én a társaság. A beruházás folyó értéken több mint 65 millió eurós befektetéssel valósul meg; a fejlesztés révén 260 új munkahely jön létre.

A 15 ezer négyzetméteres új gödöllői gyáregységben szemcseppeket, injekciókat és egyéb steril termékeket gyártanak majd a hazai, az európai és az amerikai piac számára. A tájékoztatás szerint a hat modulból álló új egység építése több fázisban valósul meg. A tervek szerint a termelés 2011 harmadik negyedétől kezdődik, a kivitelezési munkálatok pedig várhatóan 2014 végére fejeződnek be.

A társaság az új gyáregység beindításával a jelenlegi steriltermék-termelési volumenét a duplájára növeli.

Hegedűs Lajos, a Teva Gyógyszergyár vezérigazgatója az új üzemegység január 14-i alapköletételén elmondta, hogy a vállalatcsoport a hazai telephelyek elmúlt évtizedekben nyújtott kiemelkedő hatékonyságának és teljesítményének köszönhetően döntött úgy, hogy legújabb, steril készítményeket gyártó üzemét Magyarországon létesíti. „A beruházással a vállalat gödöllői telephelye kiváló-



Alapköletétel

sági központtá válik Európában, ezzel is erősítve a Teva Gyógyszergyár pozícióját mind a vállalatcsoporton, mind a gyógyszeripari szektoron belül” – hangsúlyozta Hegedűs Lajos.

Varga István nemzeti fejlesztési és gazdasági miniszter az alapköletélen elmondta: a gyárral tovább erősödik Magyarország gyógyszeripari pozíciója Európában. A miniszter hozzátette: külön öröm, hogy a Teva újra beruházóként jelenik meg a magyar piacon, ez egyértelműen bizonyítja, hogy a vállalatcsoport elégedett a képzett magyarországi munkaerővel és a befektetőbarát környezettel. Varga István tavaly *Az év legnagyobb újraberuházó vállalata* díjjal ismerte el a vállalat kiemelkedő befektetői aktivitását Magyarországon.

A Teva vállalatcsoport a világ több mint hatvan országában mintegy 38 ezer főt foglalkoztat. A gyógyszeripari cég hazánkban 1995 óta van jelen, Debrecenben, Gödöllőn és Sajóbáonyban több mint kétezer főt alkalmaz. (A Világ gazdaság Online nyomán)

**Zékány András**



# SOKSZOR NÉLKÜLÖZHETETLEN AZ EGYSZERŰ MÓDSZER ...



## KVALITATÍV ÉS KVANTITATÍV TESZTPAPÍROK pH - PAPÍROK

**AKTIVIT Kft.**  
1145 Budapest, Pétervárad u. 14.  
Tel: +36-(1)-470-0125, 221-7865.  
Levél: 1581 Budapest 146, PF.: 104.  
Fax: 252-9940, Mail: [info@aktivit.hu](mailto:info@aktivit.hu), web: [www.aktivit.hu](http://www.aktivit.hu)  
Környezetvédelmi műszerek, analitikai eszközök



A Macherey-Nagel tesztpapírokkal vizsgálható főbb paraméterek: akváriumvíz paraméterek, alumínium, ammónia, antimon, arzén, aszkorbinsav, bizmut, borát, bórsav, bróm, cianid, cink, cirkónium, csávfesték, ezüst, fehérje maradványok, fluorid, formaldehid, foszfát, foszfátáz, hidrogén-cianid, hidrogén-fluorid, hidrogén-peroxid, jód, kalcium, kálium, karbonát keménység, kén-dioxid, kénhidrogén, klór, klorid, kobalt, króm, kromát, kvaterner ammónium, lúgosság, molibdenát, nátrium-klorid, nikkel, nitrát, nitrit, olajtartalom, ólom, ón, ózon, peroxidáz, pH, QUAT alapú fertőtlenítők, redukáló vegyszerek, relatív páratartalom, réz, salétromossav, sperma, szabad klór, szulfát, szulfidok, szulfid, szulfid-oxidáz, uszodavíz paraméterek, vas, vényomok, víz benzintartályban, víz gőzfázisban, víz szerves oldószerekben, víz vajban, vízkeménység.

**KÉRJE Ön is a magyarnyelvű katalógusunkat !**

**MACHEREY-NAGEL**

**MN**



## Vegyipari Mozaik

**Bioetanol-óriás Magyarországon.** A magas üzemanyagárak miatt újból elővették pihentetett bioüzemanyag-gyártási terveiket a beruházók. A magyar agrársajátosságok miatt nálunk elsősorban a benzint helyettesítő etanol jöhet számításba.

Várhatóan több mint a kétszeresére növeli a hazai bioetanol-gyártást az amerikai Fagen cég. A másfél-kétmilliárd forintos beruházással Dunaföldváron felépülő üzem a tervek szerint évi 200 ezer



tonna etanolt állít elő. Ez a jelenlegi belföldi igény többszöröse, ugyanakkor a piacon és a gyártásban is hatalmas tartalékok vannak. Gögös Zoltán, a Földművelésügyi és Vidékfejlesztési Minisztérium államtitkára emlékeztetett: az uniós üzemanyag-direktívákat is figyelembe véve a jelenlegi hazai gyártói kapacitás lényege sem

több, mint a közlekedés jelenlegi igénye: ma öt, 2020-tól tíz százalék lesz az üzemanyagokban kötelezően előírt keverési arány. Szabadegyházán a Hungrana gyárt évi mintegy 150 ezer tonnát, és a győri szeszipari vállalat 35 ezer tonna gyártására lenne képes, de nincs ennyi megrendelése, tehát bőven vannak szabad kapacitások. A Mol viszont nem Magyarországon, hanem Szlovákiában vásárolja a bioetanol. Héjj Demeter, a Magyar Bioetanol Szövetség elnöke szerint azonban a termék iránti igény folyamatosan nő, és az exportlehetőségek is biztatóak. A hazai gabonaszektorra alapozva szerinte akár évi másfél milliós tonnányi gyártókapacitás is reális lenne. Ugyanakkor arra is figyelmeztetett: jelenleg Ausztria, Szlovákia, Románia és Ukrajna területén is épül etanolüzem, melyek mind számítanak a magyar nyersanyagbázisra is.

Hazánkban is nő a termelési kapacitás: az amerikai Fagen évi egymillió tonna kukoricát feldolgozó üzemének tervei mellett jelenleg a kabai cukorgyár helyén az Első Magyar Bioetanol Kft., valamint a DunaEtanol Zrt. Dunaalmáson építendő gyárainak előkészítése folyik. A jelenlegi devizaárfolyamok és nyersanyagpiaci árak mellett ismét kedvező és jövedelmező alternatívát kínálhat a benzin kiváltására a növényi alkohol.

Számítások szerint Magyarországon akkor éri meg bioetanol gyártani, ha az alapanyag, a kukorica ára nem haladja meg a tonnánként 35 ezer forintot. Potori Norbert, az Agrárgazdasági Kutatóintézet osztályvezetője OECD-becslésekre alapozva kijelentette: 2018–2019-ig valószínűsíthető Magyarországon a 31–32 ezer forintos átlagos kukoricaár.

A szakemberek szerint az előny hosszabb távon azon második generációs üzemeknél lesz, amelyek képesek nemcsak a kukoricaszemből, hanem cellulózból is alkoholt előállítani – ami jócskán csökkenti kiszolgáltatottságukat a kukoricaáraktól –, valamint piacot találnak a feldolgozás során keletkező takarmány-alapanyagok és szén-dioxidnak is. Ilyen hatékonyság mellett ugyanis ezek a cégek akár a 40 ezer forintos kukoricafelvásárlási árig is elmehetnek. *(A Népszabadság nyomán)*

**Richter.** 2013 vége vagy 2014 eleje lehet az a legkorábbi időpont, amikor a Richter partnereivel együtt piacra dobja originális fejlesztésű, skizofrénia és bipoláris mánia elleni gyógyszerét, a catriprazine-t – nyilatkozta a Richter vezérigazgatója, Bogsch Erik.

Az RGH-188-as molekula klinikai III fázisának vizsgálatai hamarosan elindulnak, s a gyógyszer 200 millió és 2 milliárd dollár közötti bevételi potenciált jelenthet. Nincs még egy ország Euró-

pában, ahol a gazdasági válságban egy exportorientált ágazatot olyan lépések sújtottak volna, mint itthon a gyógyszeripart – mondta a Richter vezérigazgatója. Az egészségbiztosító egy nemrég elfogadott törvény alapján hamarosan az úgynevezett nemzetközi referenciaár intézményét alkalmazva arra kötelezi a gyógyszergyártókat, hogy készítményeik árát az Európában alkalmazott öt leg-  
alacsonyabb árhoz igazítsák.

A Richter vezérigazgatója szerint példátlan, hogy a gazdasági válságban az állam olyan ágazatot sújtson, amely megőrizte a munkahelyeket, és amely alapvetően exportorientált. Mit nyer a lépéssel az állam? És mit veszít vele? Bogsch Erik szerint legfeljebb néhány százmillió forinttal csökkenhetnek a gyógyszerkassza sok tízmilliárd forintos éves kiadásai. A vezérigazgató megjegyezte azt is, hogy tavaly a kasszában 14 milliárd forint maradt, így szerint nincs szükség megszorításra.

Hangsúlyozta azonban, hogy az intézkedés miatt jelentkező veszteség nemcsak a gyógyszergyártást sújtja majd. A Richter külföldi partnerei ugyanis nyomon követik, hogy a cég mennyiért értékesíti termékeit Magyarországon. Ha azt látják, hogy alacsonyabb összegért, akkor szintén csökkenteni fogják az árakat, ami azt jelenti: a cég nemcsak a magyarországi bevételeinek egy részétől esik el, hanem az exportbevételek egy részétől is.

Ez pedig Bogsch Erik szerint nemzetgazdasági szinten már nagyobb veszteséget hozhat, mint amennyit a gyógyszerkassza nyer. A cég tavaly különböző adók formájában összesen 24 milliárd forintot fizetett be az államkasszába, ez pedig bevételei csökkenésével lényegesen kevesebb lehet a jövőben.

Emellett kutatás-fejlesztésre is kevesebb összeg marad. Mind ez azért is furcsa, mert a kormány egyik programjában néhány másik iparággal együtt a gyógyszeripart is kiemelt jelentőségűnek nevezte meg. Csakhogy az Egészségügyi Minisztérium kizárólag az adott év fiskális szempontjait veszi alapul, amely gyakran nem találkozik a nemzetgazdasági érdekekkel – mondta a vezérigazgató. *(A portfólió nyomán)*

**Banai Endre összeállítása**

## sanofi-aventis/Chinoi: „Az Év Befektetője”

Az ITDH Magyar Befektetési és Kereskedelemfejlesztési Kht. minden évben hat kategóriában osztja ki „Az Év Befektetője” oklevelet, amelyek között a legtöbb munkahelyteremtő vállalat mellett a legnagyobb beruházást elindító, és az innovációban jeleskedő piaci szereplők is átvehetik az elismerést.

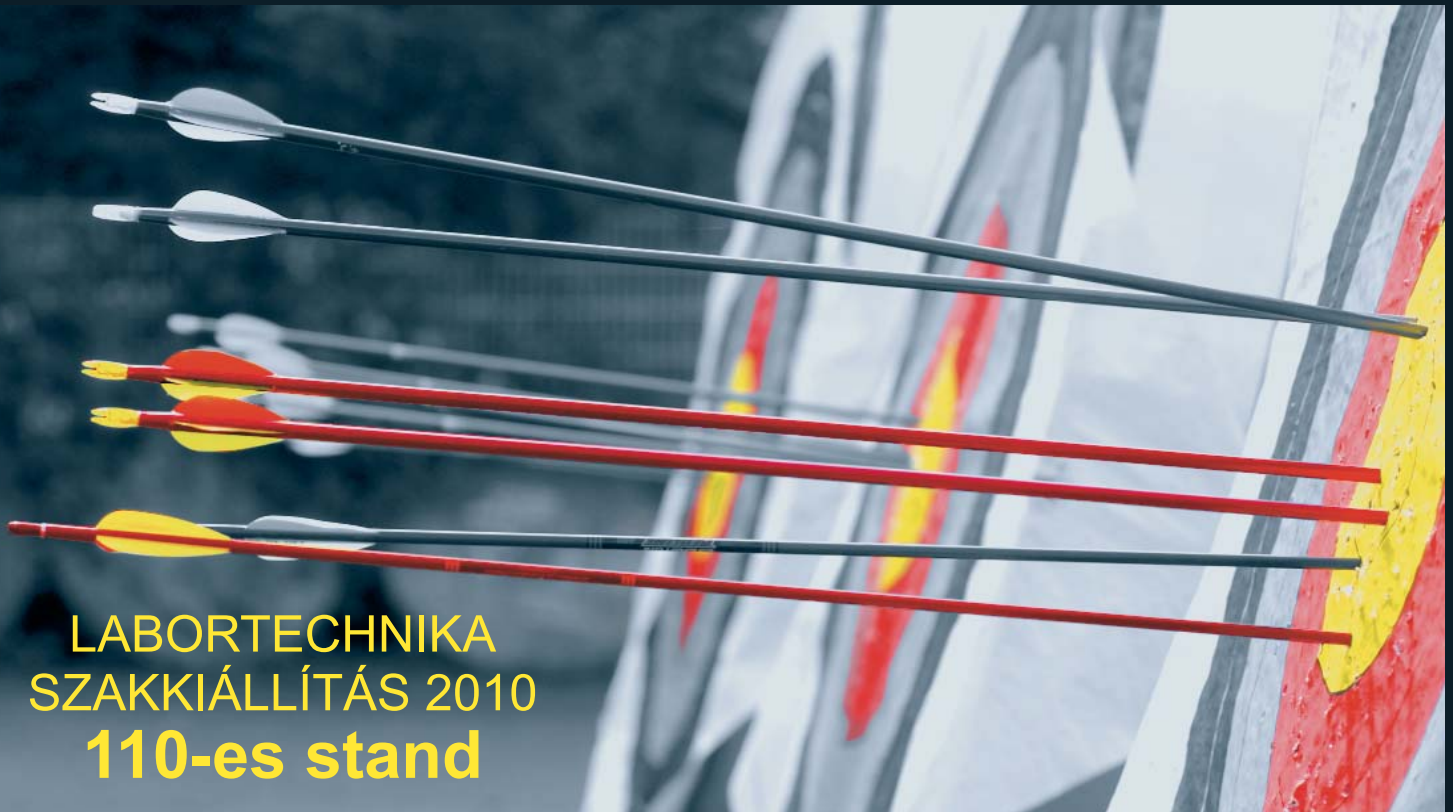
A szakmai zsűri „Az év legnagyobb volumenű zöldmezős beruházása”, az „Az év legnagyobb volumenű bővítése”, „Az év legtöbb új munkahelyet teremtő vállalata”, „Az év legnagyobb regionális központját létrehozó vállalata”, „K+F együttműködésért”, „Az év befektetőbarát ipari parkja” kategóriákban hirdetett nyertest, ezek közül a kutatás-fejlesztés együttműködésért járó díjat idén a sanofi-aventis/Chinoi kapta.

A sanofi-aventis a Chinoi 1991. évi akvizíciója óta elkötelezetten törekszik magyarországi K+F kapacitásait fenntartani és bővíteni. 350 magasan képzett kutatójával, az elmúlt pénzügyi évben hazai árbevétele 22%-ának K+F tevékenységre fordításával az egyik legkiemelkedőbb és leginnovatívabb szereplő a piacon. Folyamatos együttműködésben képi és támogatja a jövő kutatóit, így többek között a BME kémiai technológiai tanszékével egy kihelyezett képzés megalapításáról is megállapodást írtak alá.

# contraAA

## Hit the Mark!

analytikjena



LABORTECHNIKA  
SZAKKIÁLLÍTÁS 2010  
110-es stand

## Nagyfelbontású, folytonos fényforrású AA-spektrométerek

### Láng-, grafit- és hydridtechnikákra

HR-CS AA-spektrométer láng és grafitkemencés technikára, szilárd minta mérőegységgel

Az Analytik Jena új contraAA-készülékcsaládja – abszorpciós üzemmódban – ICP szintű teljesítményt nyújt, lényegesen kedvezőbb beruházási- és üzemeltetési költségek, és sokkal egyszerűbb mérés technika mellett.

A nagyfelbontású, folytonos fényforrású, atomabszorpciós spektrométer (High Resolution [HR], Continuum Source [CS] AAS) egyetlen lámpával lefedi a teljes spektrális tartományt a közeli vákuum UV-től a közeli infravörösig, ezáltal forradalmian új képességeket biztosít az atomabszorpciós spektrometriában. Ily módon nyílik először lehetőség valódi szekvenciális multielemes AAS elemzésre, többelemes vagy különböző egyelemes fényforrások nélkül.

A HR-CS láng-AAS rendszerrel, egyetlen beporkasztással akár 15 elemet is meg lehet határozni percenként – valamennyi elemet a saját, optimális mérési paraméterei mellett. Egyedülálló újdonság a molekulásávokon történő mérések lehetősége (pl. PO- ill. CS-sávokon foszfor ill. kén meghatározása).

Főbb alkalmazási területek: víz, szennyvíz, szennyvíz-iszap, talaj, növények, takarmányok, élelmiszerek, klinikai minták, galvanizáló oldatok, nemesfém oldatok, fémipar, olajipar, stb.

### Egyedülálló jellemzők:

- nincs szükség vájtkatódlámpákra, egyetlen Xe-lámpa lefedi az egész AA-spektrumtartományt
- az első valódi szekvens, multielemes AA-spektrométer nagyszámú fényforrás nélkül
- valamennyi elem mérése a saját, optimált körülményei mellett történik
- Prizma-Echelle rács kettős monokromátor – spektrális sáv szélesség 200 nm-nél 0,002 nm
- CCD félvezető detektor – valós idejű, szimultán háttérkorrekció – nincs szükség hozzá külön egységekre
- a lámpának nincs szüksége bemelegedésre, a mérés azonnal indítható
- valamennyi elem valamennyi vonala, és különböző molekulásávok is használhatók (P, S mérése)
- jobb kimutatási határok – a jel/zaj viszony lényegesen kedvezőbb
- 3D spektrum-megjelenítés (hullámhossz–idő–abszorbanancia)
- beépített kamera a grafitkemence megfigyelésére

### A piacon egyedülálló, kiegészítő tartozékok:

- szegmentált mintabevitel láng üzemmódban (injekciós kapcsoló – SFS6)
- automata égőfejlesztítő  $N_2O$ -acetilén üzemmóddhoz
- beépített zárt rendszerű vízűtő a grafitkemencéhez
- teljesen automatizált szilárdminta bevétel és grafitkemencés mérés (SSA 600)



Magyarországon forgalmazza:

**BPS**

**Business Power Systems Kft.**

**BPS**

Business Power Systems



## Összefog az ELTE és a sanofi-aventis/Chinoin

Az Eötvös Loránd Tudományegyetem és a sanofi-aventis/Chinoin stratégiai együttműködési keretmegállapodást írt alá az oktatás, kutatás és fejlesztés területén realizálható kölcsönös előnyök kihasználása érdekében. Az Egészség-gazdaságtani Tanszék létrehozása után a jövőben szakmai workshopokkal, konzultációkkal, ösztöndíj-lehetőségekkel, versenyképes munkaerő utánpótlással és innovatív megoldásokkal is színesítik majd a hosszú távra tervezett szakmai együttműködést.

A január 20-án ünnepélyes keretek között aláírt megállapodás keretében a sanofi-aventis/Chinoin szakemberei szakmai tanácsadással, az oktatásban való részvétellel támogatják az ELTE gyógyszergyártással, gyógyszerkutatással kapcsolatos programjait, segítséget nyújtanak a szakdolgozatok, diploma- és PhD-munkák elkészítése során, illetve évközi és nyári gyakorlati helyet biztosítanak a fiatalok számára. Ezáltal az ELTE-hallgatók folyamatosan tájékozódhatnak a tankönyvekbe még be sem került legújabb gyógyszerkémiai módszerekről, innovatív fejlesztésekről. A szakképzett, tehetséges és gyakorlatorientált fiatalok jelentős utánpótlási bázist jelenthetnek a sanofi-aventis/Chinoin K+F részlege számára. Az ELTE kutatói és szakemberi közreműködnek majd a gyógyszerceggel tudományos projektjeiben. A sanofi-aventis/Chinoin támogatja az ELTE és a Semmelweis Egyetem Szenátusai által elfogadott „Gyógyszerkutató” mesterszak (MSc) létesítését.

„A tudomány fejlődése, az innovatív és hatékony kutatás-fejlesztés és a piacképesebb oktatás érdekében elengedhetetlen az intézmények közötti stratégiai partnerkapcsolatok megerősítése. Büsz-

ke vagyok arra, hogy a színvonalas magyar oktatásban részesült szakembereknek meg tudjuk teremteni a legmodernebb munkahelyi körülményeket, ezzel is hozzájárulva, hogy tudásukat ne más országban kamatoztassák, hanem itthon, Magyarországon járuljanak hozzá tudásukkal a tudomány fejlődéséhez” – jelentette ki Frédéric Ollier, Magyarország legnagyobb gyógyszervállalatának vezérigazgatója. Az ELTE rektora, Hudecz Ferenc hangsúlyozta, hogy az együttműködés stratégiai fontosságú, a minőség és a teljesítmény kölcsönös elismerésén alapul. (ELTE)

## MKE-HÍREK

### MKE-programok

#### 12. Labortechnika Kiállítás

Időpont: 2010. március 16–19.

Helyszín: SYMA Sport- és Rendezvényközpont „C” csarnok (1146 Budapest, Dózsa György út 1.)

#### Országos Diákvegyész Napok

A rendezvény időpontja:

2010. április 16–17. (péntek, szombat)

A rendezvény helye: Református Kollégium Gimnáziuma, Általános Iskolája és Diákotthona, Sárospatak, Rákóczi út 1.

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: [leslie@reformatus-sp.sulinet.hu](mailto:leslie@reformatus-sp.sulinet.hu)

címen kérhető, és az iskola honlapján olvasható:

<http://www.reformatus-sp.sulinet.hu>

#### 42. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaaverseny

A rendezvény helye: Miskolci Egyetem (Miskolc-Egyetemváros)

Időpontja: 2010. május 7–9.

A versenyfelhívás megtalálható a [www.irinyiverseny.mke.org.hu](http://www.irinyiverseny.mke.org.hu)

honlapon. TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Körtvélyessy Eszter, [irinyi@mke.org.hu](mailto:irinyi@mke.org.hu)

#### A VEKOR 2010. I. félévi konferenciája

A konferencia helye: Balatonfüred UNI Hotel, Széchenyi út 10.

A konferencia időpontja: 2010. április 20–22.

JELENTKEZÉS ÉS TOVÁBBI INFORMÁCIÓ:

Horváth Márton, Domonkos László és [www.vekor.hu](http://www.vekor.hu)

#### Nanokompozit bevonatok című elméleti és gyakorlati bevezető előadás

Időpont: 2010. március 2. (kedd)

Helyszín: Magyar Tudományos Akadémia Kémiai Kutatóközpont (1025 Budapest, Pusztaszeri út 59–67.)

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ:

[http://w3.chemres.hu/egyebek/Meghivo\\_2010\\_03\\_02.pdf](http://w3.chemres.hu/egyebek/Meghivo_2010_03_02.pdf),

valamint Király Mónikától ([monika.kiraly@chem-tech.hu](mailto:monika.kiraly@chem-tech.hu))

#### IV. Szent-Györgyi Albert Konferencia

A BME Szent-Györgyi Albert Szakkollégium „Biotechnológia – a kémia, a biológia és a mérnöki tudományok találkozása” címmel konferenciát szervez, melynek időpontja március 19–20. A konferencia fővédnöke Pokol György, a BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar dékánja. A rendezvényen a szakma több neves kutatója és akadémikusa is jelen lesz. Az érdekes előadások mellett gyár- és laborlátogatásokra is lehetőség nyílik.

Az előadásokról és a részletes programról a konferencia honlapján ([www.szasz.ch.bme.hu/konferencia2010](http://www.szasz.ch.bme.hu/konferencia2010)) lehet tájékozódni. Mindenkit szeretettel várnak a szervezők.



A Gen-Lab Kft., a Phenomenex USA Ltd. kromatográfiai termékeit forgalmazó cég új munkatársat keres az alábbi pozícióba:

### ÜZLETKÖTŐ (KIEMELT TERÜLET)

#### FELADATOK:

- Kromatográfias (GC, SPE) termékek forgalmazása
- Kapcsolattartás, a meglévő üzletkör fejlesztése
- Előadások, konferenciák szervezése
- Hosszú távú értékesítési stratégiák kidolgozása
- Beszámolók készítése

#### ELVÁRÁSOK:

- Felsőfokú végzettség
- GC, HPLC területen szerzett szakmai tapasztalat
- Angol nyelvtudás
- Rugalmasság
- Kiváló kommunikációs készség
- B kategóriás vezetői engedély, többéves gyakorlat

#### AMIT KÍNÁLUNK:

- Versenyképes jövedelem
- Kulturált munkakörülmények
- Jó csapatszellem
- A munkakör betöltéséhez szükséges céges autó, mobiltelefon

#### TOVÁBBI INFORMÁCIÓ ÉS JELENTKEZÉS:

Fényképes magyar illetve angol nyelvű önéletrajzzal a [peter.imrik@gen-lab.hu](mailto:peter.imrik@gen-lab.hu) e-mail címen Imrik Péter csoport-vezetőnél



## Jelölések egyesületi díjakra

Hagyományosan az MKE éves rendes Küldöttközgyűlésén, 2010. májusban kerül sor egyesületi elismerések átadására. Az MKE Alapszabálya IV. 7.§ (2) bekezdése szerint: „Egyesületi elismerésre vonatkozó javaslatot tehet a szakosztály (ezen belül szakcsoport), a területi szervezet vagy a munkahelyi csoport vezetője a szervezet vezetőségének javaslata alapján, valamint az Egyesületnek (az Alapszabály) 20.§ (1) bekezdésében felsorolt bármely vezető tisztségviselője.” Utóbbiak az elnök, az alelnökök, a főtitkár, a főtitkárhelyettesek, az Intézőbizottság tagjai, a Felügyelő Bizottság elnöke és tagjai, az Etikai Bizottság elnöke és tagjai, valamint az ügyvezető igazgató.

Jelölés az MKE Díjszabályzat 2. melléklete szerinti JAVASLATI LAP kitöltésével tehető, amely letölthető az MKE-honlap (www.mke.org.hu)

„Díjak, díjazottak>Díjszabályzat>MKE Díjszabályzat 2. melléklet” menüből.

Javaslatok a következő elismerésekre tehető:

- **Than Károly Emlékéremre**, olyan MKE-tagra vonatkozóan, aki az egyesületi élet fejlesztésében több éven át kiemelkedő tevékenységet fejtett ki.
- **Pfeifer Ignác Emlékéremre**, olyan MKE-tagra vonatkozóan, aki a vegyiparban (beleértve a gyógyszeripart) hosszú ideig (minimum 20 év) példamutató és eredményekben gazdag munkájával valamely iparág, vállalat vagy vezetése alatt álló részleg fejlődését számottevően elősegítette.
- **Preisich Miklós Díjra**, olyan MKE-tagra vonatkozóan, aki az egyesületi életben és a vegyiparban (beleértve a gyógyszeripart) hosszú évekig kiemelkedő tevékenységet folytatott.
- **Kiváló Egyesületi Munkáért Oklevélre**, olyan MKE-tagra vonatkozóan, aki kiemelkedő társadalmi munkát végez az Egyesületben és minimum 5 éve (megszakításmentesen) tag.
- **Wartha Vince Emlékéremre**, olyan MKE-tagra vonatkozóan, aki *írásos pályázattal* bizonyítja, hogy a vegyész-mérnöki alkotás terén kiemelkedő tevékenységet fejtett ki. A pályázatot több MKE-tagból álló csoport is benyújthatja. A pályázati feltételek a www.mke.org.hu honlapon olvashatók.

**A jelölések beküldési határideje 2010. március 31.**

A kitöltött JAVASLATI LAP, illetve a Wartha Vince Emlékéremre történő jelölés pályázata beküldhető:

- Elektronikusán, e-mail: [androsits@mke.org.hu](mailto:androsits@mke.org.hu)
- Faxon: **06 1 201 8056**
- Levélben: **Magyar Kémikusok Egyesülete** (1027 Budapest, Fő utca 68.) címre, ahol személyesen is leadható(k) a jelölés/jelölések. Az MKE-tagsággal kapcsolatban felvilágosítással tud szolgálni Süli Erika (MKE Titkárság), telefon: 06 1 201 6883, e-mail: [mkl@mke.org.hu](mailto:mkl@mke.org.hu).

**Magyar Kémikusok Egyesülete**

## Konferenciák

### 6<sup>th</sup> International Congress On Pigments in Food

2010. június 20–24. Eötvös Loránd Tudományegyetem,  
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1.  
Online regisztráció lehetséges a konferencia honlapján keresztül:  
<http://www.foodpigments2010.mke.org.hu>  
Korai regisztrációs díj-fizetési lehetőség: 2010. március 15-ig  
Kiadók jelentkezését szeretettel várjuk.  
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Bondár Mónika, [foodpigments2010@mke.org.hu](mailto:foodpigments2010@mke.org.hu)

### XXIV. Kémiatanári Konferencia



2010. június 27–30.  
Nyíregyházi Főiskola,  
4400 Nyíregyháza, Sóstói út 31/B  
Kiadók jelentkezését szeretettel várjuk.  
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: [www.mke.org.hu](http://www.mke.org.hu)  
és Kortvélyessy Eszter,  
[eszter.kortvelyessy@mke.org.hu](mailto:eszter.kortvelyessy@mke.org.hu)

## Fiatalkémikusok szakmai rendezvényen való részvételének támogatása 2009. évben

### 2009. I. NEGYEDÉV

Dunkel Petra	ELTE	100 000
Simon Ida Noémi	SZTE	100 000
Budai Livia	KKKI	40 000
Dénes Ferenc	BME	50 000

### 2009. II. NEGYEDÉV

Baráth Gábor	Pannon	40 000
Cserjési Petra	Pannon	70 000
Hajdú Angéla	SZTE	70 000
Kiss Róbert	Richter	32 650
Mayer Zsuzsa	BME	7350
Mészáros Szilvia	SZTE	80 000

### 2009. III. NEGYEDÉV

Keresztes Szilvia	ELTE	45 000
Kertész Júlia	BME	45 000
Kirsch Klára	BME	45 000
Sovány Csongor Dávid	BME	45 000
Virág Diána	EKF	90 000

### 2009. IV. NEGYEDÉV

Ambrus Rita	SZTE	100 000
-------------	------	---------

A pályázatot 2010. évre is meghirdeti az Egyesület.



## Az MKE 2010. évi rendezvénynaptára

Január 28–29.	Analitikai Napok, Budapest
Április 16–17.	Diákvegyész Napok, Sárospatak
Május	REACH az Ipar Napjai keretében a Hungexpo területén
Május 7–9.	Irinyi-verseny, Miskolc
Május 19–21.	Biztonságtechnika, Siófok
Május 28.	Közgyűlés, Budapest
Június 20–24.	6 <sup>th</sup> International Congress on Pigments in Food, Budapest
Június 27–30.	Kémia tanári Konferencia, Nyíregyháza
Június 30–július 2.	Vegyészkonferencia és Spektrokémiai Vándorgyűlés, Hajdúszoboszló
Október	Őszi Radiokémiai Napok
November	Kozmetika, Budapest
November	Borsodi Vegyipari Napok

## INFORMÁCIÓK

### Tájékoztató Szerzőink és Munkatársaink részére

#### Tartalmi célkitűzések

1. A Magyar Kémikusok Lapja (MKL) a Magyar Kémikusok Egyesületének havonta megjelenő hivatalos lapja; téma-, hír és magazin-folyóirat, amely műszaki ismeretterjesztő feladatokat is ellát. A lap az Egyesület tagjait és az érdeklődőket a kémia és a vegyipar újdonságairól és az e területeket érintő hírekről, eseményekről összefoglaló és közérthető módon, magyar nyelven, mérnöki szinten tájékoztatja.

2. A lap célja a gyakorlatban is felhasználható, általános érdeklődésre számíto, közérthető információk és aktuális egyesületi és szakmai hírek közlése cikkek és szemleszerű blokkok, rovatok formájában. Ismeretterjesztő cikkeink témái: alaptudományi összefoglalók, új gyártmányok és új technológiák, új gépek, készülékek és műveleti megoldások, folyamatirányítás, gyakorlati analitika, vállalatok élete és működése, hazai mérnöki megoldások, egészségvédelem-biztonságtechnika-környezetvédelem, vegyipari termékek fogyasztóvédelme, termékfelelősség, üzemtechnika, vegyigyartervezés, vegyipari gazdasági és pénzügyek, iparpolitika, a kémia oktatása. A blokkok, rovatok címei: A kémia és a társadalom, Interjúk érdekes személyiségekkel, A kémia és a gazdaság, Vegyipar és kémia-tudomány, Szakmatörténet, egyesülettörténet, Arcképcsarnok, Kémia a közép-és felsőoktatásban, Újdonságok, érdekességek a kémiában, A kémia a médiában, Könyvajánló, Egyesületi hírek, A hónap hírei.

Egy-egy közlemény témáját a szerkesztőség jelöli ki, amelynek kidolgozására felkéri az illetékes szerzőt, de örömmel fogadja a szakmai közönség köréből a fenti céloknak megfelelő kéziratokat is. A szerkesztőség spontán felvetődött témákat is fogad, de ezeket és tartalmi körüket célszerű előzetesen egyeztetni a szerkesztőséggel. A szerkesztőség egy-egy fejlődési irányzat, egy-egy új gyártmány vagy technológia teljes egészének bemutatását kéri a szerzőktől.

3. Kérjük szerzőinket, hogy mondanivalóikat *tömören és jól érthetően* fogalmazzák meg. Mellőzzék az öncélú történeti áttekintést, az általános bevezetést, illetve ezeket csak a közlemény megértéséhez okvetlenül szükséges terjedelemben adják meg. A közlemény *címe* legyen rövid és konkrétan tájékoztató a tartalomról. A *bevezetés* tartalmazza a munka célkitűzéseit és tárgyát. A közlemény *fő részét* a téma logikus szerkezetű, tömör és középfokú végzettségű vegyész számára érthető leírása képezze. Csak a feltétlenül szükséges számú irodalmi hivatkozást adjunk meg.

4. Kérjük, hogy *közleményeik teljes terjedelme* (a kéziratartozékokkal együtt) *ne haladja meg a 10 gépelt oldalt* (szóközzökkel együttesen legfeljebb 25 ezer karaktert, ábrák és táblázatok esetén ebből levonva az azok által elfoglalt felületnek megfelelő karakterszámot).

5. A beérkezett közleményeket szerkesztőségünk először témájuk és kidolgozásuk jellege szerint értékeli, fenntartva a jogot a közlemények lektoráltatására.

ra. Ezt követően a közleményeket tartalmi helyesség, nyomdai előkészítés szempontjából értékeli, és véleményét a lektori véleménnyel együtt visszaküldi az el-sőnek feltüntetett szerzőnek, kérve a kézirat módosítását. A szerzők a közleményen a szükséges javításokat elvégzik és a javított változatot eljuttatják a szerkesztőségbe. A tördelési munkák elkészülése után még kérhetjük a kefelevonatok elektronikus változatának gyors ellenőrzését is a szerzőktől. A szerkesztőség fenntartja a jogot a közlemény stilisztikai, egyértelmű elírási hibáinak javítására és a kismértékű rövidítésre.

6. A közlemények *tartalmáért* (adatvédelem) és *közölhetőségéért* (pl. szabaldalmi szempontok) a szerzők felelősek. Szakmai vita esetén a szerkesztőség közli a szerző álláspontját, de fenntartja a jogot a szakmai ellenvéleményeknek a lapban való nyilvánosságra hozatalára.

7. Szerzőink, hagyományainknak megfelelően, tiszteletdíjban nem részesülnek, de a közleményüket tartalmazó pdf-fájlt a lapszám megjelenését követő 2 héten belül e-mail címükre megküldjük.

#### Kézirat-előkészítés és külalak

8. Kérjük hogy a *word.doc* vagy *word.rtf* fájlformátumban elkészített, a szöveges részen kívül elhelyezett táblázatokat és ábrákat tartalmazó közleményt közvetlenül az [mkl@mke.org.hu](mailto:mkl@mke.org.hu) elektronikus levelezési címre is küldjék be, de az esetleges torzítások kizárására ez esetben is kérjük, egy kinyomtatott és aláírt példányt postázzanak szerkesztőségünkbe is (1027 Budapest, Fő u. 68.). A kézirat legyen bejelölve a cikkszerkezet: **Főcím**, **Alcím**, Belső alcím. A tördelt szövegek elektronikus változatának gyors ellenőrzéséhez és az esetleges gondok gyors elintézése érdekében kérjük, szíveskedjenek elérhetőségüket (e-mail cím, telefonszám) a közlemény benyújtásakor külön közölni.

9. A címdalton a szerzők nevei után lábjegyzetben kérjük feltüntetni munkahelyi vagy lakcímet és e-mail címüket. Amennyiben e-mail címüknek a közleményben való megadásához nem járulnak hozzá, kérjük, ezt külön jelezzék.

10. A számszerű adatokat a szöveges rész után elhelyezett *táblázatban* vagy *ábrán* (de nem mindkettőben) is célszerű bemutatni. Ezeknek legyen arab sorszáma és magyar címe, az adatok mértékegységei szerepeljenek a megfelelő rovatokban és a szöveges részben legyen hivatkozás rájuk. A számokat helyi érték szerinti hármastagolásban jelöljék (pl. 12 345,6). Az ábrák méretét úgy kell megválasztani, hogy lehetőleg ne haladja meg a cikkek esetén a 80 mm-es hasábszélességet, de a bemutatni kívánt összefüggés és a kellő pontossággal leolvasható legyen. Kérjük, hogy az ábrák, diagramok szövegeinek méretezésénél vegyék figyelembe, hogy a betűk a végső méretnél is jól olvashatóak legyenek. Ehhez az ábrák betűmérete nem lehet 4 mm-nél kisebb. A szerzők, kihasználva a színes megjelenés adta lehetőségeket, törekedjenek *színes ábrák, fényképek közlésére*. Ezeket 300 dpi felbontással jpg, pdf vagy tif kiterjesztésű fájlokban kérjük külön fájlban beküldeni. Az ennél kisebb felbontásban kapott képeket át kell állítani erre az értékre, ami mindenképpen a kép méretének csökkenését eredményezi. A 72 dpi-s képek a nyomdai feldolgozás során át lesznek állítva 300 dpi-s felbontásra. Ezzel az eredeti kép mérete a negyedére csökken. 45 mm/300 dpi-nél keskenyebb/kisebb képet nem érdemes illusztrációként leadni. Ekkora kép pl. a 4 hasábos oldalon 1 hasáb szélességű.

Nem saját illusztráció esetén azok jogtisztaságáról a szerzők kötelesek gondoskodni, a forrásnak az ábra aláírásában való feltüntetésével is. Vonatkozik ez az internetről származó anyagokra is.

Az ábrák számát és címét az ábra alatt középen helyezték el például a következőképpen: 2. *ábra*. Ábracím leírása. Az ábrákon a feliratokat nagybetűvel szíveskedjenek kezdeni. A szám- vagy betűjelzések magyar nyelvű magyarázatát minden esetben az ábracím alatt közöljék. A közlés módja: szám vagy betű (félzárójel, illetve pont nélkül dőlt betűvel, utána kisbetűvel kezdve a magyarázószöveg, azután pontosvessző, majd a következő szám, ill. betű stb.). Az ábraaláírás tartalmazza az ábra jobb megértését szolgáló szövegrészt is.

A táblázatok felett fel kell tüntetni jobbra zártan, dőlt betűvel a táblázat számát (pl. 2. *táblázat*) és alatta középpontú félkövérrel a címet. Fontos, hogy tabulálás nélkül ne készítsenek táblázatot, mert a táblázat rekonstrukciója a kiadványszerkesztő programba való behívást követően igen nehézkes. Kérjük a táblázat oszlopait bevonalmazni és a fejrövidítésekben lévő szöveget, a mennyiség nevét vagy jelét a mértékegységtől vesszővel elválasztani.

A közleményben levő *képletekre, egyenletekre* félkövér római számmal hivatkozzanak a szövegben. A matematikai egyenletek mennyiséget kifejező tényezőit dőlt betűsen kell szedni. Kérjük a nem magyar betűjeleket, különleges írásjele-



ket a nyomda részére külön jelölni a kézirat bal oldali margóján, és ha mód van rá, ne a szimbólumbeszűrés menüt, hanem a symbol fontkészlet karaktereit használják. Hasonlóképpen elveszhetnek a képletek speciális karakterei, ezek csak az írott anyagból való beszkennelemmel nyerhetők vissza.

Kérjük szerzőinket, hogy ha közleményük szöveges részében kiemelést szeretnének alkalmazni, a dőlt betűs jelölést és ne a vastag betűt használják.

**11.** Az irodalmi hivatkozás az *Irodalom* bibliográfiai adatainak sorszámaival történjen. Az irodalmat úgy adják meg, hogy sorszámát a szöveges részben szögletes zárójelbe helyezik. A közlemény végén összegyűjtött Irodalomban adják meg a szerzők családnévét és utónevének kezdőbetűjét. Az utónév kezdőbetűje után pontot tegyenek. Több szerző esetében az egyes neveket vesszővel választják el. Az utolsó szerző neve után is tegyenek vesszőt, amit a mű címe kövessen. Idegen nyelvű könyv esetén az eredeti címet közölik. Könyvirodalomnál ezt követi a könyv kiadójának megnevezése, a kiadás földrajzi helye (város), majd a kiadás éve. Folyóiratcímek esetében a folyóirat rövidítése kerül a mű címe helyébe, utána pont következik. Ezután adják meg a megjelenés évét kerek zárójelben, majd az évfolyam számát (a kötetszámot), utána vesszővel, majd az idézet kezdő oldalszámát, utána ponttal. (Pl. A. K. Hámori, P. T. Miskolci, S. Y. Hertz, *Inorg. Chem.* (1978) 32, 178.; H. C. Freeman, *Coordination Chemistry*, Wiley, New York, 2003.; Kolosi T., in *Az energiagazdálkodás kémiai vonatkozásai*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 1999, 158. o.)

**12.** Az ismeretterjesztő cikkek esetén a kézirat végén adják meg a közlemény rövid (max. 10 gépelt soros) *összefoglalását* (tartalmi kivonatát) magyar és angol nyelven. Ez tartalmazza a szerző(k) neve(i)t dőlt betűvel, kettőspont után a közlemény címét félkövér betűvel, majd a rövid tartalmi ismertetést.

### A mértékegységek jelölése

**13.** Az alábbiakban felsoroljuk a leggyakrabban használt mennyiségek és mértékegységek nevének és jelének szabályos alakját. A decimális szorzókat előtaggal, ún. prefixummal helyettesítsék. A tört és a szorzat alakú egységben a prefixumot az egység elé írják: pl. kJ/kg, mN/m<sup>2</sup>. Összetett prefixumot ne alkalmazzanak.

Fogalom	Mértékegység neve	Mértékegység rövidítése
Erő	newton	N
Nyomás	pascal	Pa
Munka és energia	joule	J
Hőmérséklet	kelvin, Celsius-fok	K, C
Frekvencia	hertz	Hz vagy s <sup>-1</sup>
Fordulatszám		Hz vagy s <sup>-1</sup>
Hővezető képesség		Wm <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> = J s <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup>
Hőátadási tényező		J s <sup>-1</sup> m <sup>-2</sup> K <sup>-1</sup>
Felületi feszültség		N m <sup>-1</sup>
Dinamikai viszkozitás		N s m <sup>-1</sup>
Kinetikai viszkozitás		m s <sup>-1</sup>

a) A nem SI-mértékegységek használatát lehetőség esetén kerüljük. Különösen vonatkozik ez azokra, melyek rövidítése az alap betűkészletben nem található meg, pl. az angstrom helyett a nm-be vagy a pm-be átszámolt értéket ajánljuk.

b) Az anyagmennyiség mértékegységének neve mól, nemzetközileg elfogadott jele mol. Helytelen, ha az anyagmennyiség neve helyett mólok számát vagy mólszámot írunk.

c) További használható mértékegységek (jelük): perc (min), óra (h), nap (d).

d) További használható mértékegység (jel): tonna (t), törtrész: gramm (g), dekagramm (dag vagy dkg).

### Írásmód

**14.** Az általánosan elfogadott szakkifejezéseket, vegyületeket a „Kémiai helyesírás szótár” (*Fodorné Csányi Piroška, Fábrián Pál, Hőnyi Ede*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1982), a mértékegységeket és a mennyiségek nevét és jelét „A fizikai-kémiai definíciók és jelölések” (*Riedel Miklós*, Tankönyvkiadó, 1990) szerint kell írni. A magyar kémiai elnevezés és helyesírás szabályait a „Szervetlen kémiai nevezéktan” (*Fodorné Csányi Piroška, Horányi György, Kiss Tamás, Simándi László*, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2008) és az „Útmutató a szerves vegyületek

IUPAC-nevezéktanához” (*Nyitrai József, Nagy József*, Magyar Kémikusok Egyesülete, 1998) című kiadványokban foglaltak szerint alkalmazzák. A műszaki helyesírás szabályait a „Műszaki helyesírás szótár” (*Fodorné Csányi Piroška, Fábrián Pál, Csengeri Pintér Péter*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1990) szerint kérjük követni.

A szerkesztőség

Rövidesen áttérünk a kéziratok online beküldésének módjára, amiről remélhetőleg a következőben részletesebb tájékoztatást olvashatnak lapunkban és az Egyesület honlapján is.

## HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXV. No. 3. March 2010

### Contents

<b>István Pálinkó:</b> A good catalyst should be highly active and selective – and more...	70
Nanotubes, networks and patterns. Interview with <b>Ákos Kukovecz</b>	73
BRUCKNER ROOM LECTURES	
<b>Éva Bokor:</b> Heterocyclic glucose derivatives as potential antidiabetics	77
<b>Dóra Ondré:</b> Preparation and biological effects of nitrogen and oxygen containing heterocyclic steroids	79
<b>Sándor Papp:</b> Chemistry and society	81
EDUCATION	
<b>Bálint Fridrich, Eszter Najbauer:</b> Preparation of fullerenes by RF plasma using transition metal catalysts	83
<b>Bence Varga:</b> Preparation of polystyrene by environment-friendly quasiliving atom transfer radical polymerization	86
Chembits (Edited by <b>Gábor Lente</b> )	90
The Society's Life	92
News of the Month	96

## ABH NITRÓGÉN GENERÁTOROK

KÉNYELMES  
ÉS  
GAZDASÁGOS

### Nitrogén előállítására sűrített levegőből

- ipari és laboratóriumi felhasználásra

- 0,5 - 160 m<sup>3</sup>/óra kapacitás tartományban

- az adott alkalmazás által igényelt tisztaságban, 99 % - 99,995 % között

- automatikus üzemmenet

- robosztus kialakítású, hosszú élettartamú berendezések

- a nitrogén gáz igen kedvező költséggel, készletezés nélkül, folyamatosan rendelkezésre áll



### AB Hungária Kft

1102 Budapest, Szent László tér 20  
T.: (1)-470-5060 F.: (1)-470-5069  
www.abh-gas.hu info@abh-gas.hu



Hazai tervezés - gyártás

# KÖRNYEZETVÉDELEM - VIZANALITIKA

**pH Indikátor papírok**  
Tesztpapírok • Tesztcsíkok

pH-  
indikátor papírok

Kvalitatív  
tesztpapírok

Fél-kvantitatív  
tesztcsíkok

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

**MACHEREY-NAGEL** **MN**

**MŰSZEREK - VIZANALITIKA**  
TEREPI- és LABORÁTORIUMI  
MÉRÉSTECHNIKA

**WTW**

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

Magas hőmérsékletű TOC és TN, analizátorok  
liquiTOC - highTOC - TOCbase - varioTOC - varioMAX  
OPTIMÁLIS MEGOLDÁS MINDEN FELADATRA

• AOC  
• DOC  
• NPOC  
• NVOC  
• POC  
• RC  
• TIC  
• TOC  
• VOC  
• TN

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

**OxiTop** ...az eredeti

**WTW** **CE** **EN ISO 9001** **ULP**

80l mérés  
Bonthatóság  
Oxygenfigyelés  
Levegőtisztaság  
Mérés  
Tápellátás

**AEROB ÉS ANAEROB  
VIZ- ÉS HULLADÉK VIZSGÁLATOK**

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

**VÍZELEMZÉS**  
SAJÁTKEZÜLEG  
EGYSZERŰEN és GYORSAN

Egyszerű  
Kompakt  
Megbízható

**Visorolor** Vizanalitikai teszteszközök

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

**MACHEREY-NAGEL** **MN**

**NANOCOLOR**  
FOTOMÉTEREK  
VIZANALITIKAI REAGENSZÉKLETEK

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

**MACHEREY-NAGEL** **MN**

Desztilláció, extrakció, termoreakció  
behrről univerzális analitikai rendszer  
**"NEHÉZ" MÉRÉSEK KÖNNYEDÉN**  
Düsseldorf

**KOI MÉRÉS AUTOMATIZÁLTAN**

OVJA ON IS KÖRNYEZETET ÉS  
MUNKATÁRSAI EGÉSZSÉGET!  
bizza a savas oldatokat automatára!  
bővítsé megoldást keresel!  
- növekvő kapacitással, csökkenté elõrõnkkel  
- növekvõ pontossággal

A KÖRNYEZET TÖBBE NEM PROBLÉMA,  
A KÖRNYEZETI HATÁS PÉRD  
LATVÁNYOSAN JAVUL!

szabvány szerinti KOI-repcsoló

**AUTOMATA KOI analízator**  
MSZ ISO 6060 szerint

mérésértartomány: 10,1 mg O<sub>2</sub>/l-tõl  
koncentrációs határ: 2,5 mg O<sub>2</sub>/l

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

**MINTAELÕKÉSZÍTÉS**  
szilárdfázisú extrakció, membránszûrés

**Sample  
Preparation**

The easy and rapid way to  
better sample preparation

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

**MACHEREY-NAGEL** **MN**

Desztilláció, extrakció, termoreakció  
behrről univerzális analitikai rendszer  
**"NEHÉZ" MÉRÉSEK KÖNNYEDÉN**  
Düsseldorf

KOI összes-N, Szulfid, ammónia, AOX,  
ADS, EOX, POX, cianid, összes-cianid,  
szilárd, arzén, OH-tartalom, összes-P...

**AUTOMATA KOI analízator**  
MSZ ISO 6060 szerint  
15 mg/l-tõl

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

**SZÛRÕPAPIROK**  
SZÛRÕKARTONOK  
MEMBRÁNSZÛRÕK

A tradicionális minőség  
megbízhatóságot garantál!

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

**MACHEREY-NAGEL** **MN**

## PROFESSZIONÁLIS MÉRÉSTECHNIKA 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

**NITROGÉN / PROTEIN**  
tartalom mérése  
Dumas módszer szerinti égetéssel,  
automata analizátorokkal

**RapioN cube**  
új típus!

Sablonok  
Műszerek  
Tájak  
Minték  
biológ. szövet

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

**A Dumas módszer előnye:**

- \* kedvező igen kis helyigény
- \* nagy mintabemérés: 1...5 g
- \* pontos ismételtelőség
- \* abszolút pontosság
- \* felügyelet mentes
- \* tökéletes égés
- \* gyors (5 perc)
- \* robusztus

**Vario MAX**

**IKA**

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

**Chromatography**

**Bioanalysis**

Liquid Chromatography  
Sample Preparation  
GC / HPLC  
Gas Chromatography

**MACHEREY-NAGEL** **MN**

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

**automess**

**automess**

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

**RÁDIOAKTÍV SUGÁRZÁSMÉRŐ  
MŰSZEREK ÉS MONITOROK**

**össz-N & TC / TOC tartalom  
automatizált sorozat-mérése**  
0,1 ppm...100% elemtartalomra  
Néhány perc alatt teljes visszaméréssel  
Makro bemérés 5 ml-es tégelybe!  
Megoldás inhomogén mintákhoz is!

**SoloTIC**

**Vario MAX**  
**Vario C**

**C-H-N-S-TiC-TOC**

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

**Elementar GmbH.**  
elemanalizátorok  
**ELEMANALÍZIS FELSŐFOKON**

**AOX, EOP, POX és AOS mérése**  
Aktív szerves adszorpciós és a halogénvegyületek  
égetéssel coulometriás analizisével!

**BEHR CI-10**

AOX adszorpciós szerves halogénvegyületek  
EOX extrahálható szerves halogénvegyületek  
POX oldékony szerves halogénvegyületek

- \* Kis helyigény AOS adszorpciós izelési kamrával
- \* Gyors (6 perc)
- \* Tökéletes égés
- \* Abszolút pontosság
- \* Kiváló ismételtelőség
- \* Egyszerű kezelhetőség
- \* Pontosság: 0,01 µg Cl
- \* Robusztus

**behrről**  
Labor - Technik  
Düsseldorf

**AUTOMATA VÍZMINTAVEVŐ**  
BERENDEZÉSEK ÉS MÉRŐÁLLOMÁSOK

**HORDOZHATÓ MINTAVEVŐK**  
**TELEPÍTETT MINTAVEVŐK**  
**EGYEDI KIALAKÍTÁSOK**  
**MÉRŐÁLLOMÁSOK**

nyomott vezetékbeli  
csatornából

mélyaknából

**PASZTÁBÓL**  
**ISZAPBÓL**  
**VÍZBÓL**

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

**KERN**

160  
TÁBLAS

**MÉRLEGEK**  
SÚLYSOROZATOK

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

Magyar katalógus

**MŰSZEREK - VIZANALITIKA**  
ON-LINE MÉRÉSTECHNIKA

**MULTI-PARAMÉTERES  
MULTI-MERŐHELYES**

• csak 2-3-es kábel  
• hálózatos illeszkedés  
• moduláris rendszer  
• helytakarékos  
• autórészletes szűrőkövetés  
• egyidejű jelmentés az adatbázisban  
• hálózatos beavatkozási-vezérlési egység  
• szerverhez és digipann megközelítés  
• hálózathálós grafikus LCD kijelző  
• egyedi jelnyelvi szintet kezelhetőség

**PARAMÉTEREK:**  
NO<sub>3</sub>, NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, PO<sub>4</sub>, P<sub>T</sub>, TC, SiC...

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

**Elementar GmbH.**  
elemanalizátorok  
**ELEMANALÍZIS FELSŐFOKON**

**1 ppm...100% elemtartalomra  
C-H-N-O-S-CI**

**vario EL**  
**vario MACRO**

**vario LIQUID**  
**vario MICRO**

**vario IRMS**  
**vario MAX**

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

**VARIO analízator család**  
**ELEMANALÍZIS FELSŐFOKON**

# LABORTECHNIKA, ON-LINE MÉRÉSTECHNIKA