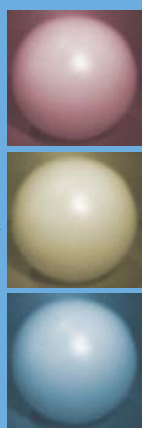


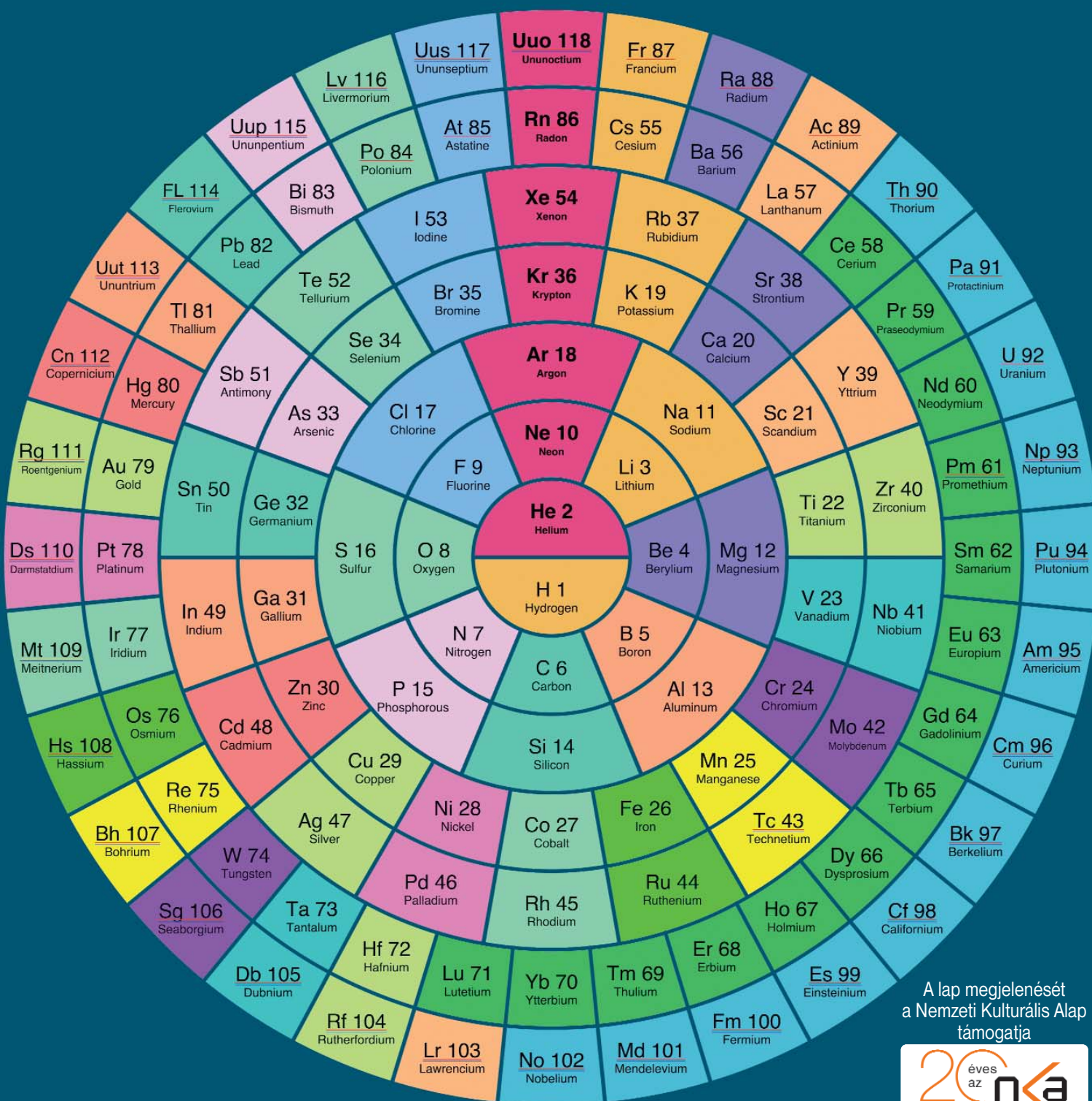
## A TARTALOMBÓL:

Cellulóz- és papírgyári  
szennyvíztisztítás algákkal  
Xilit fermentációs  
előállítása lignocellulózokból  
Vegyeszkalendárium:  
Conant és Debye  
Híresek és Kémikusok:  
Angela Merkel



# MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXIX. ÉVFOLYAM • 2014. MÁRCIUS • ÁRA: 850 FT



A lap megjelenését  
a Nemzeti Kulturális Alap  
támogatja

20 éves  
az nka



# Tömegspektrometria emelt szinten.

A Thermo Scientific™ egyedülálló technológiákat alkalmazó új tömegspektrométerei – az Orbitrap Fusion™ Tribrid™ HR-AM MS, valamint a TSQ Endura™ és TSQ Quantiva™ hármaskvadrupol MS-ek – kompromisszumok nélküli teljesítményt és használhatóságot kínálnak az igényes rutin analitikától a legmagasabb szintű kutatásig. Ezek a berendezések a Thermo Scientific nano RSLC, UHPLC és akár multiplexelt online SPLC rendszereivel együtt a mérésekben elérhető információmennyiségben, a kimutatási határookban és a mérési hatékonyságban is a tömegspektrometria teljesen új szintjét képviselik.

## Miért lenne a kevesebb is elég?

• [thermoscientific.com/mstransformed](http://thermoscientific.com/mstransformed)



**Orbitrap Fusion™ LC/MS rendszer**  
Egyedülálló analitikai teljesítmény



**A TSQ Endura™ hármaskvadrupol LC/MS rendszer**  
Egyedülálló ár/érték arány



**A TSQ Quantiva™ hármaskvadrupol LC/MS rendszer**  
Extrém kvantitatív teljesítmény



**Innovatív szoftverek**  
Gyors módszerfejlesztés a legkorszerűbb kezelői felületen

Kizárólagos képviselő:

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

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

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

20 éves

**UNICAM**  
Magyarország Kft.



# MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

## HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXIX. évf., 3. szám, 2014. március



A Magyar Kémikusok Egyesületének  
– a MTE SZ tagjának –  
tudományos ismeretterjesztő  
folyóirata és hivatalos lapja

### Szerkesztőség:

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

### Szerkesztők:

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

Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

### Szerkesztőbizottság:

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

Kapják az Egyesület tagjai és a megrendelők  
A szerkesztésért felel: KISS TAMÁS

Szerkesztőség: 1015 Budapest, Hattyú u. 16.  
Tel.: 36-1-225-8777, 36-1-201-6883,  
fax: 36-1-201-8056  
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: 36-1-455-5050

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete  
Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank  
10700024-24764207-51100005 sz.  
számlájára „MKL” megjelöléssel  
Előfizetési díj egy évre 10 200 Ft  
Egy szám ára: 850 Ft. Külföldön terjeszti  
a Batthyany Kultur-Press Kft.,  
H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6.  
1251 Budapest, Postafiók 30.  
Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:  
SÜLI ERIKA

Magyar Kémikusok Egyesülete,  
1015 Budapest, Hattyú u. 16.  
Tel.: 36-1-201-6883, fax: 36-1-201-8056,  
e-mail: mkl@mke.org.hu

Aktuális számaink tartalma,  
az összefoglalók és egyesületi híreink,  
illetve archivált számaink honlapunkon  
(www.mkl.mke.org.hu) olvashatók

Index: 25 541  
HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)  
HU ISSN 1588-1199 (online)



A véletlen úgy hozta, hogy három napon belül két középiskolában is volt szerencsém kémikusként körülnézni, benyomásokat és tapasztalatokat gyűjteni: először a Németh Lászlóról elnevezett hódmezővásárhelyi gimnáziumban, majd a Petőfi Sándor nevét viselő bonyhádi. Vásárhelyen (amint erről a napi sajtó is beszámolt) egy, minden túlzás nélkül mondhatom, pazarul felszerelt természettudományos laboratóriumot vehettek át az intézmény tanulói és tanárai, ennek az avatására voltam hivatalos, ismeretterjesztő előadást tartani. Bonyhádon pedig (tessék figyelni!) a gimnázium által kezdeményezett és szervezett A Kémia Hónapja rendezvényesorozaton előadóként vehettem részt. Jó dolog kimozdulni néha az elefántcsonttoronyból, különösen felüdítő ez a kerítésnek ezen az oldalán is gyötrelmes téli vizsgaidőszak végén és az új egyetemi félév kezdetekor. Be kell vallanom: felüldülten tértem haza, és egy darabig én magam sem értettem pontosan, mitől is voltam én annyira feldobva. Akik a közvélekedés által oly nagy mumusnak tartott kémia tantárgyat tanítják, akár a középiskolában, akár az egyetemen, azok tudják, hogy van egy olyan hallgatói típus, aki akkor is kémikusnak állna, ha büntetés járna érte. Ezekre a hallgatókra szinte „vadászunk”. Ezt teszik középiskolai tanárkollégáink is. Azt kell mondanom: nagyon sok „kémikusgyanús” arcot véltem felfedezni Bonyhádon és Vásárhelyen a gyerekek között – látszott a szemükben az érdeklődés, az őszinte figyelem, helyenként akár a rácsodálkozás. Ezzel a feldobódásom oka is megtalálható.

Hazatérve azért csak el kellett azon morfondíroznom: vajon hová lesznek ezek a csillogó szemű gyerekek a középiskola után? Kicsit sarkosabban: hová tűnnek el? Miért érzi úgy az ember, hogy az egyetemen már sokkal kevesebben vannak? Nem tudnánk idevonzani őket, hozzánk, az elsődlegesen kémiai orientáltságú szakokra? Vagy, ami még rosszabb, hozzánk jönnek ugyan, de nem jól állunk hozzájuk, és a diplomához vezető úton elveszítik az érdeklődésüket? Netán éppen a túl nagy bőséggel rájuk zúdított tárgyi tudás homályosítja el szakmai éleslátásukat? Vagy ott vannak ők is a tömegben valahol, de a „derékhad” teljesítménye alapján konstruáljuk meg magunknak az összképet, ami – az is lehet, hogy éppen emiatt – hamis?

Azt gondolom, olyan kérdések ezek, amiket érdemes feltenni (különösen ilyenkor, vizsgaidőszak végén és az új félév kezdetekor), és amikre kinek-kinek a saját területének tapasztalatai alapján kell és érdemes a megfelelő választ megtalálni-kidolgozni. És csak a legnagyobb elismerés hangján szólhatok a vásárhelyi és bonyhádi kollégákról, meg az összes többi tanártársaimról is, akik a tehetséggondozást szívügyüknek érzik. Azon, hogy ők hogyan tanítják a kémiát, hogyan népszerűsítik a természettudományt, nagyon sok múlik. Az alapokat ők teszik le, mi pedig az egyetemeken erre az alapra szeretnénk építeni – reményeim szerint tolerálható hibaszázalékkal.

Ezekkel a gondolatokkal szeretném figyelmébe ajánlani úgy kémikus kollégáimnak, mint a kémia és a természettudományok iránt érdeklődőknek a Magyar Kémikusok Lapja soron következő, 2014. márciusi számát.

Sárosi Pál

az MKE Csongrád Megyei Csoportjának titkára,  
egyetemi docens

## TARTALOM

### VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

Nagy Henrietta Judit, Kristály Erika, Lele István, Lele Mariann,  
Gere Pál, Rusznák István, Sallay Péter, Víg András:

Algák alkalmazása a cellulóz- és papírgyári szennyvíztisztításban 70

Mareczky Zoltán, Fehér Csaba, Barta Zsolt, Réczey Istvánné:

Xilit fermentációs előállítás lignocellulózokból 74

Körtvélyessy Gyula: Biztonsági adatlapok. Tizenharmadik rész.

Expozíció ellenőrzése/egyéni védelem 78

Elmélet és gyakorlat. Beszélgetés Fogarasi Géza kvantumkémikussal

80

### KITEKINTÉS

Lente Gábor: Hírek és Kémikusok. Angela Merkel 83

### VEGYIPAR- ÉS KÉMIATÖRTÉNET

Vegyészkalendárium (Pap József Sándor rovata) 84

Boros László: Filatéiai kalandozások. Az őselemektől a kémiai elemekig 86

Ménész András, Krascenits Zoltán: Száznolcvan éve született

Dmitrij Mengyelejev 87

### VEGYÉSZLELETEK

Lente Gábor rovata 90

### EGYESÜLETI ÉLET

92

### A HÓNAP HÍREI

92



Címlap:  
„Maja” periódusos  
rendszer  
(Mitch Fincher,  
www.mayanperiodic.  
com)

Nagy Henrietta Judit<sup>1</sup>–Kristály Erika<sup>1</sup>–Lele István<sup>2</sup>–Lele Mariann<sup>2</sup>–Gere Pál<sup>2</sup>–Rusznák István<sup>1</sup>–Sallay Péter<sup>1</sup>–Víg András<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Szerves Kémia és Technológia Tanszék

<sup>2</sup> Nyugat-magyarországi Egyetem, Faipari Mérnöki Kar, Papíripari Kutatóintézet

<sup>3</sup> MTA–BME Szerves Kémiai Technológia Tanszéki Kutatócsoport

hnagy@mail.bme.hu | ilele@fmk.nyme.hu | avig@mail.bme.hu

# Algák alkalmazása a cellulóz- és papíripari szennyvíztisztításban

## Bevezetés

A cellulóz- és papíripari tevékenység jelentős hatást gyakorol a környezetre. Egyrészt azért, mert alapanyagát a légköri oxigént termelő erdők fái szolgáltatják, másrészt pedig azért, mert a cellulóz- és papíripar rendkívül vízigényes technológiákat használ [1]. Ez az iparág élenjár a korszerű, víztakarékos gyártási technológiák fejlesztésében és alkalmazásában, mivel az említettek döntően meghatározzák a termelés költségeit. A vizes fázisba az eredetileg feloldott vegyszereken kívül extrahált szennyezőanyagok is kerülnek. Ezek túlnyomó hányadát szennyvíztisztítással el kell távolítani, mielőtt a maradék az elővízbe kerül. Törekedni kell a tisztítással elkülönített fázisban az oldott anyagok minél nagyobb hányadának hasznosítására [2, 3].

Kutatómunkánkban célunk volt tisztázni az algák használhatóságát a cellulóz- és papíripari szennyvizek tisztításában.

Az algák (moszatok), mint vízi életmódot folytató szervezetek fejlődésük folyamán lényegesen befolyásolják környezetük fizikai, kémiai és biológiai tulajdonságait. Már i. e. 800-ban is algákat használtak a szennyezett vizek tisztítására Perzsiában [3, 4].

Az algák napjainkban is eredményesen alkalmazhatóak a biológiai szennyvíztisztításra, mivel a fotoszintézis során száraz-

anyaguk tömegének 1,6-szorosát kitevő oxigéntermelésre képesek. Ezáltal csökkenthető a tisztított szennyvíz oldott oxigén-hiánya. Továbbá az algák a szervesetlen sók asszimilálásával csökkenthetik a víz sótartalmát [5, 6, 7, 8].

## A CORNET, ALBAQUA program

A Nyugat-magyarországi Egyetem Papíripari Kutatóintézete 2009 és 2011 között működött együtt a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Szerves Kémia és Technológia Tanszékével a *CORNET, ALBAQUA* (Combined ALgal and BActerial wastewater treatment for high environmental QUALity effluents) projektben. A programban négy ország (Németország, Belgium, Szlovénia és Magyarország) papíripari kutatóhelyei, illetve tudományos egyesületei vettek részt. A projekt fő célkitűzése az volt, hogy növeljék a papír-

iparban alkalmazott biológiai szennyvízkezelés hatékonyságát algakultúrák alkalmazásával.

A magyar résztvevők vállalták, hogy a papíripari szennyvizekben vizsgálják a kizárólag algakultúrával (baktériumokkal nem kombinált) megvalósítható tisztítás hatékonyságát.

## Kísérleti anyagok

### Az elfolyó cellulóz-, illetve papírgyári szennyvizek összetétele

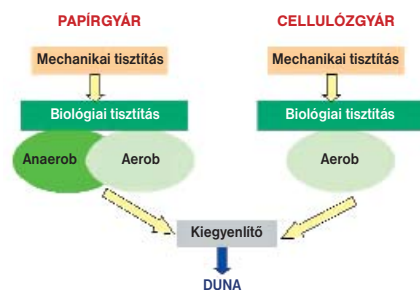
Két dunai városi gyár biológiailag tisztított szennyvizét használtuk vizsgálatainkhoz (**1. ábra**). Egyrészt a *DUNACELL Dunaiújvárosi Cellulózgyár Kft.*-ből (a későbbiekben Cellulózgyár), másrészt a *Ham-burger-Hungária Kft.* (a későbbiekben Papírgyár) hulladékpapír-feldolgozójából származó szennyvizeket kezeltük algakultúrával.

Míg a Cellulózgyárban a mechanikai tisztítást követően csak aerob tisztítást alkalmaznak, addig a papírgyári szennyvizet anaerob és aerob biológiai tisztításnak is alávetik.

A tisztított szennyvizeket egyesítik, és a felszíni befogadóba, a Dunába vezetik.

A Cellulózgyárban szalmából és lenből nyerik ki a cellulózt. Következésképpen a keletkező szennyvízben nagy a zömében lignin eredetű nem, vagy csak nehezen lebontható szervesanyag-tartalom [9,10,11]. A Papírgyár szennyvizében a nagy szervesanyag-tartalom mellett sok a kalcium-

**1. ábra. A Cellulóz-, illetve a Papírgyárban működő szennyvíztisztító rendszerek sematikus vázlata**



A cikk az MKE XXXIII. Kolorisztikai Szimpóziumán 2011 októberében elhangzott előadás alapján készült.



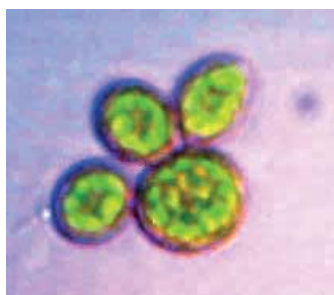


karbonát ( $\text{CaCO}_3$ ), ez utóbbi pedig kiüledve csökkenti az aktív iszap mennyiségét a biológiai tisztításkor (1. táblázat) [12,13,14].

Az 1. táblázatban látható, hogy a szennyvízben mind a kémiai, mind a biológiai oxigénigény 1 éves átlaga túllépte a technológiai határértékeket.

### A kísérletekben alkalmazott algakultúrák

A *Chlorella vulgaris* *Hamburgensis* (CvH) – mint modell algát – a német fél (Hamburgi Egyetem) javasolta kísérleteinkhez. A *Chlorella vulgaris* *Tihanyi* (CvT) a Bala-



2. ábra. *Chlorella vulgaris* (nagyítás: 1:100)

toni Limnológiai Kutatóintézetből származott. Az algasejt mérete: ~3–5 mikron [4] (2. ábra).

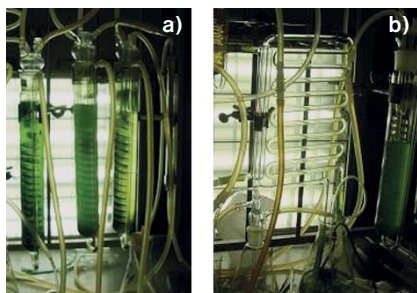
### Kísérleti eszközök és módszerek

#### Az algaszaporítás

Mind a *Chlorella vulgaris* *Hamburgensis*, mind a *Tihanyi* algakultúrát tenyésztőreaktorban szaporítottuk, BG-11 tápoldattartalmú desztillált vízben, 25 °C-on, 5000 lux (5 db 60 cm-es, 100 W-os hagyományos fénycső) megvilágítás mellett (3. ábra). A tápoldat a mikroorganizmusok felépítésében részt vevő elemeket megfelelő minőségben és mennyiségben tartalmazta [7].

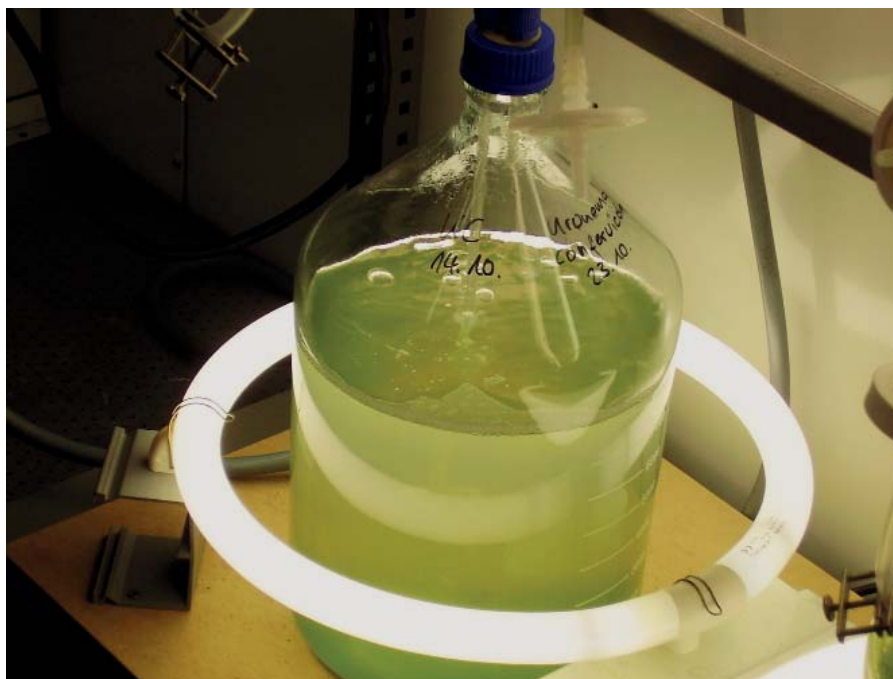
#### 4. ábra. Fotobioreaktorok

a) Levegőáramlásos szakaszos fotobioreaktor, b) cirkulációs csőreaktor



| Vizsgált szennyvíz-jellemzők, mg/l | Az elfolyó szennyvíz jellemzői |           | Technológiai határértékek, mg/l |
|------------------------------------|--------------------------------|-----------|---------------------------------|
|                                    | CELLULÓZGYÁR                   | PAPÍRGYÁR |                                 |
| KOI                                | 566                            | 306       | 450                             |
| $\text{BOI}_5$                     | 143                            | 49        | 25                              |
| Összes N-tartalom                  | 11                             | 14        | 24                              |
| Orto- $\text{PO}_4^{3-}$           | 0,13                           | 0,32      | –                               |
| Összes P-tartalom                  | 0,55                           | 3,79      | 5                               |

1. táblázat. A gyárakból kibocsátott szennyvizek jellemzői (2010. – 1 éves átlag)



3. ábra. Tenyésztőreaktor

#### Szennyvízkezelés fotobioreaktorban

Szennyvíztisztítási kísérleteinket saját készítésű fotobioreaktorokban végeztük (4. ábra) [15,16]. Mindkét reaktor megfelelő hőmérsékleten tartását vízhűtéssel szabályoztuk.

#### Az algaszám meghatározásának módszerei

Kísérleteink során zavarosság-mérést, gravimetriás szárazanyag-tartalom meghatározást, mikroszkópos sejtszámlálást, valamint klorofillkoncentráció-mérést végeztünk az algaszám megállapítására [17, 18, 19].

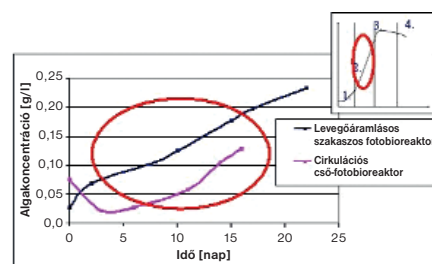
### Kísérleti eredmények

#### Az algák életciklusa

A két reaktorban egyenként meghatároztuk az algák szaporodási kinetikáját. Az 5.

ábrán megfigyelhető a CvT algák szaporodásának exponenciális szakasza. A csőreaktorban az algakultúra lassabban adaptálódott a körülményekhez (lag fázis), majd a szaporodás ebben az esetben is az exponenciális szakaszba lépett (5. ábra). Hasonló eredményre jutottunk a CvH algák szaporodásának vizsgálatakor is.

#### 5. ábra. A CvT algák szaporodási kinetikája levegőáramlásos és cirkulációs fotobioreaktorban desztillált vízben, 17 °C-on, BG-11 tápoldat jelenlétében



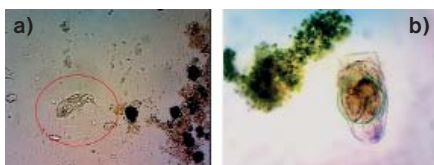


### A szennyvíztisztítás optimális paramétereinek meghatározása

Optimálisnak tekintettünk egy paramétert, ha azt beállítva a CvH és CvT szaporodása a szennyvízben a legintenzívebb volt (2. táblázat).

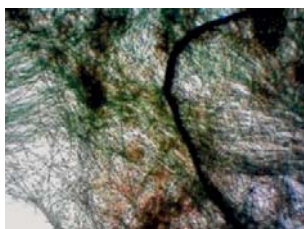
A hőmérséklet szerepe az algák szaporodására

I. 22–25 °C-on az algaszám csökkenését tapasztaltuk a Cv-t és BG-11 tápoldatot is tartalmazó szennyvizekben. Mikroszkóp alatt észleltük egy kerekesebb (Rotatoria) elszaporodását. A Rotatoria baktériumokkal és algákkal táplálkozik és bekebelezi a Cv sejteket (6. ábra).



6. ábra. Rotatoria sp.  
a) Nagyítás: 1:20, b) nagyítás: 1:40

II. 25–28 °C-on megfigyeltük egy fonalas algafaj megjelenését a papírgyári szennyvízben (7. ábra). Bár ezek az algák a szennyvíz kémiai oxigénigényét csökkentették a



7. ábra. Fonális zöldalga (nagyítás: 1:40)

csak *Chlorella vulgaris* tartalmazó szennyvízhez viszonyítva (CvH: KOI=236 mg/l, CvH+fonalas: KOI=200 mg/l), jelenlétük mégis kedvezőtlen a szennyvíz-tisztítási gyakorlatban, mivel akadályozzák az ülepítők működését.

### Az algás kezelés hatása az elfolyó cellulóz-, illetve papírgyári szennyvízre

Mind a cellulózigyári, mind a papírgyári szennyvízben csökkentek, esetenként közel változatlanok maradtak a KOI, BOI<sub>5</sub> értékei a CvT-vel, illetve a CvH-val végzett szennyvízkezelés után az algával nem kezelt elfolyó szennyvízhez viszonyítva (3. táblázat).

| Beállított paraméterek:                  | Tervezett | Optimált  |
|------------------------------------------|-----------|-----------|
| Fényintenzitás, lux                      | 5000??    | 5000      |
| Hőmérséklet, °C                          | 25 ??     | 17        |
| Kiindulási algakonzentráció, g/l         | 1–5 ??    | 0,03–0,05 |
| A levegő térfogatárama, l/h              | 10 ??     | 18        |
| A CO <sub>2</sub> térfogatárama, l/h     | 1 ??      | 1,8       |
| A világos és sötét időszakok aránya, h:h | 12:12 ??  | 14:10     |
| Kezelési idő, nap                        | 3–5 ??    | 3         |

2. táblázat. A szennyvíztisztítás optimális paraméterei

3. táblázat. A Cellulózigyár, illetve a Papírgyár elfolyó szennyvizének jellemzői különböző ökológiai faktorok mellett végzett algás kezelés előtt és után (levegőáramlásos fotobio-reaktor, CvT, kezelési idő: 3 nap)

| Vizsgált szennyvízjellemzők, mg/l            | CELLÓZIGYÁR                                    |                      |                 |                                                                                              |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              | Az elfolyó szennyvíz levegő-átbuborékolatással | Az elfolyó szennyvíz |                 | Az elfolyó szennyvíz CvT-vel kezelve 90–10% levegő-CO <sub>2</sub> keverékkel átuborékolatva |
|                                              |                                                | CvH-val kezelve      | CvT-vel kezelve |                                                                                              |
| KOI                                          | 419,5                                          | 202                  | 274             | 240                                                                                          |
| BOI <sub>5</sub>                             | 91,8                                           | 1563                 | 128,3           | 125,6                                                                                        |
| Összes N-tartalom                            | 11                                             | 10                   | 7               | 12                                                                                           |
| Orto-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -tartalom | 0,31                                           | 0,1                  | 0,05            | 0,1                                                                                          |
| Összes P-tartalom                            | 0,53                                           | 0,22                 | 0,4             | 0,14                                                                                         |

a) A cellulózigyári szennyvíz jellemzői

| Vizsgált szennyvízjellemzők, mg/l            | PAPÍRGYÁR                                      |                      |                 |                                                                                              |
|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------|-----------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                              | Az elfolyó szennyvíz levegő-átbuborékolatással | Az elfolyó szennyvíz |                 | Az elfolyó szennyvíz CvT-vel kezelve 90–10% levegő-CO <sub>2</sub> keverékkel átuborékolatva |
|                                              |                                                | CvH-val kezelve      | CvT-vel kezelve |                                                                                              |
| KOI                                          | 305,5                                          | 236                  | 168             | 280                                                                                          |
| BOI <sub>5</sub>                             | 44,8                                           | 72,3                 | 40,6            | 111,6                                                                                        |
| Összes N-tartalom                            | 15,5                                           | 16                   | 16              | 14                                                                                           |
| Orto-PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> -tartalom | 0,21                                           | 0,08                 | 0,45            | 0,25                                                                                         |
| Összes P-tartalom                            | 1,95                                           | 0,38                 | 0,71            | 0,25                                                                                         |

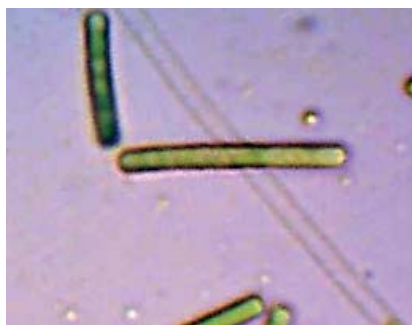
b) A papírgyári szennyvíz jellemzői

A két, általunk alkalmazott fotobioreaktor közül a levegőáramlásos reaktorban hatékonyabban javítottuk a szennyvizek jellemzőit az algás kezeléssel, mint a cirkulációs reaktorban. Ez utóbbi megállapítást a szlovén partnerek félüzemi kísérletei is igazolták.

A CO<sub>2</sub>-átbuborékolatás általában ked-

vezően befolyásolta az algák nitrogén- és foszforfelvétel képességét.

A KOI és BOI<sub>5</sub> értékek már pusztán attól csökkentek, hogy levegőt buborékolattunk át a rendszeren Ennek oka feltehetően az lehetett, hogy a levegő átuborékolatása kedvezett egy baktériumfaj elszaporodásának (8. ábra).



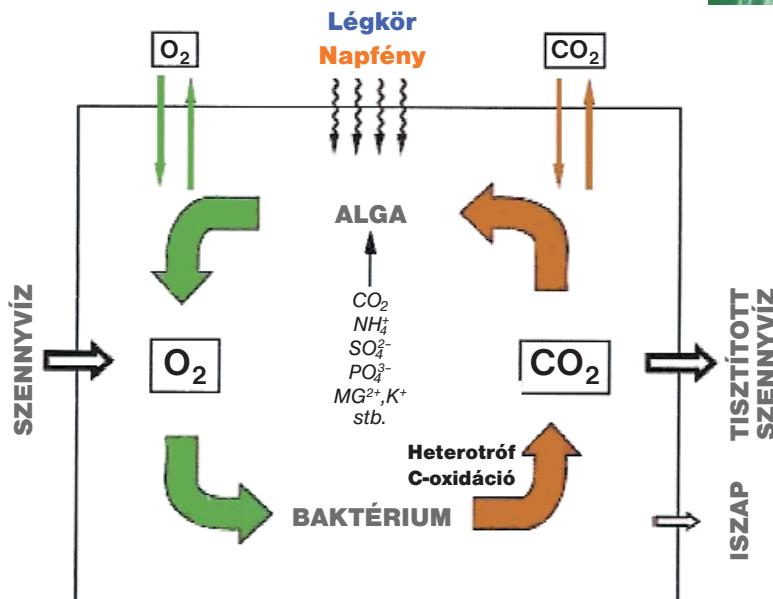
8. ábra. A reaktorokban természetesen elszaporodó cianobaktériumok (*Oscillatoria*) (nagyítás: 1:100)

A reaktorokban elszaporodtak az *Oscillatoria* cianobaktériumok (kékmoszat), a biológiai tisztító eleveiszapjának lakói [20]. Az általuk beindított tisztítási folyamatot a Cv algák hatékonyabbá tették. Feltehetően azért, mert egyrészt az algák bekapcsolódtak a szerves anyag lebontásába, másrészt azért, mert a fotoszintetizáló Cv algák által termelt oxigén kedvezően befolyásolta a cianobaktériumok tevékenységét is. Ez utóbbi elven alapul a kombinált (baktériumos-algás) szennyvízkezelési eljárás (9. ábra).

**Köszönetnyilvánítás.** A szerzők köszönetet mondanak a Magyar Gazdaságfejlesztési Központnak és a Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatalnak az általuk meghirdetett és a fenti munkához elnyert „Kombinált algás és baktériumos szennyvíztisztítás magas környezeti minőségű elfolyó víz elérése céljából” (CORNET\_6-08-1-2008-0013) pályázat pénzügyi támogatásáért.

#### IRODALOM

- [1] D. Pokhrel, T.Viraraghavan, Sci Total Environ. (2004) 333(1–3), 37.
- [2] L-E. de-Bashana, M. Morenoa, J-P. Hernandez, Y. Bashan, Water Res. (2002) 36, 2941.
- [3] G. Thompson, J. Swain, M. Kay, C.E.Forster, Biore-source Technol. (2001) 77(3), 275.
- [4] I. Péterfi, Az algák biológiája és gyakorlati jelentősége, Ceres Könyvkiadó, Budapest 1977.
- [5] S.K. Garg, M. Tripathi, Rev Environ Contam T. (2011) 212, 113.
- [6] I. Orlóczy, J. Tóth, Hidrológiai Közlöny (1966) 6, 265.
- [7] W.J. Oswald, Micro-algae and waste-water treatment, Micro-algae Biotechnology, Cambridge University Press, Cambridge 1992.



9. ábra. Az oxidáló medencékben/aerob tavakban zajló fotoszintézises oxigéntermelés és az alga-baktérium szimbiózis értelmezése [16,20] – CORNET, ALBAQA (Combined ALgal and BActerial wastewater treatment for high environmental QUALity effluents)

- [8] R.A. Wahaab, Environmentalist. (2002) 22, 227.
- [9] M.C. Diez, A. Quiroz, S. Ureta-Zanartu, G.Vidal, M.L. Mora, F. Gallardo, R. Navia, Water Air Soil Poll. (2005) 163, 325.
- [10] K. Murugesan, Indian J Exp Biol. (2003) 41(11), 1239.
- [11] E. Tarlan, B.F.Dilek, U. Yetis, Bioresource Technol. (2002) 84(1), 1.
- [12] N. Buyukkamaci, E. Koken, Sci Total Environ. (2010) 408(24), 6070.
- [13] E. Tarlan, U. Yetis, B. F. Dilek, Water Sci Technol. (2002) 45(12), 151.
- [14] S. Ciputra, A. Antony, R. Phillips, D. Richardson, G. Leslie, Chemosphere. (2010) 81(1), 86.
- [15] M. Sandberg, Water Sci Technol. (2010) 62(10), 2364.
- [16] www.oilgae.com
- [17] C.J. Lorenzen, Limnol Oceanogr. (1967) 12, 343.
- [18] P. Tett, M.G. Kelly, G.M. Hornberger, Limnol Oceanogr. (1975) 20, 887.
- [19] L. Felföldy, A biológiai vízminősítés, Vízügyi hidrobiológia, VGI, Budapest 1987.
- [20] G. Öllös, Csatornázás-szennyvíztisztítás II. Szennyvíztisztítás, Aqua Kiadó, Budapest 1991.

#### ÖSSZEFOGLALÁS

Nagy Henrietta Judit, Kristály Erika, Lele István, Lele Mariann, Gere Pál, Rusznák István, Sallay Péter, Vig András: **Algák alkalmazása a cellulóz- és papírgyári szennyvíztisztításban**

A CORNET, ALBAQA nemzetközi program keretében algakultúrákat alkalmaztunk a papíripari szennyvíz kezelésére. Levegőáramlásos, illetve cirkulációs cső fotobioreaktorokat építettünk, amelyekben meghatároztuk a *Chlorella vulgaris* (Hamburgensis és Tihany) algafaj természetéhez optimális ökológiai faktorokat cellulóz- és papírgyári szennyvizekben. Meghatároztuk a fényintenzitás, a hőmérséklet, a kiindulási algakoncentráció, a kezelési idő, a levegő, valamint a CO<sub>2</sub> térfogatáramának, illetve a világos és sötét időszakok arányának optimális értékeit. Sikeresen csökkentettük a szennyvíz foszfor- és nitrogéntartalmát az algás kezelés közben alkalmazott CO<sub>2</sub>-átbuborékolattal. A KOI és BOI<sub>5</sub> értékeket a legtöbb szennyvízmintában eredményesen csökkentettük az algás kezeléssel. Felismertük, hogy a szennyvízben elszaporodó cianobaktériumok kedvezően befolyásolják a szennyvíztisztítást.

## Duplájára nőtt a szabadalmak száma

Tavaly kétszer annyi szabadalom született Magyarországon, mint 2008-ban. Bendzsel Miklós, a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalának (SZTNH) elnöke szerint az adatok az 1929–33-as világgazdasági válságot leküzdő évek fellendülését idézik. Az egy évvel korábbihoz képest a nemzeti és európai szabadalmi ügyek száma csaknem ötven százalékkal emelkedett.

A lakosság számára viszonyítva kimagasló a magyarországi oltalmak száma; tavaly mintegy százezer érvényes oltalmat – véd-

jegyeket, szabadalmakat, formatervezési és használati mintákat, földrajzi árujelzőket – tartottak nyilván. A Magyarországon hatályos nemzeti és nemzetközi, illetve közösségi iparjogvédelmi oltalmak száma kétmillió.

Újdonság, hogy a szellemi tulajdon védelmére vonatkozó nemzeti stratégia, a Jedlik-terv célkitűzésének megfelelően a 2013–2014-es tanévtől kezdve az általános és középiskolai oktatásban is megjelennek a szellemi tulajdon védelméhez kapcsolódó ismeretek.



Szellemi Tulajdon  
Nemzeti Hivatala



Mareczky Zoltán<sup>1,2</sup>–Fehér Csaba<sup>1</sup>–Barta Zsolt<sup>1</sup>–Réczey Istvánné<sup>1</sup><sup>1</sup> Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar, Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék

mareczky@mail.bme.hu | csaba\_fehér@mail.bme.hu | zsolt\_barta@mail.bme.hu | ireczey@mail.bme.hu

<sup>2</sup> GlaxoSmithKline Biologicals Kft. | zoltan.x.mareczky@gsk.com

# Xilit fermentációs előállítása lignocellulózokból

## Bevezetés

A lignocellulóz gyakran előfordul a természetben, a növényi sejtfal alkotórésze. Fő komponensei a cellulóz, a hemicellulóz és a lignin. A cellulóz rostos szerkezetű polimer, mely a sejtfal szilárdságát biztosítja, és lignin borítja. A lignin bonyolult térbeli szerkezettel rendelkező fenil-propán polimer [1]. Ennek impregnáló és védő funkciója van, ez a védőréteg teszi a szerkezetet ellenállóbbá a biológiai és kémiai támadásokkal szemben [2]. A cellulóz és a lignin között hemicellulóz található, mely szoros kapcsolatot alakít ki közöttük, H-kötéssel és gyengébb van der Waals-erőkkel kapcsolódik a mikrofibrillák felületéhez. A lignocellulóz polimerek vázlatos szerkezetét az **1. ábra** szemlélteti.



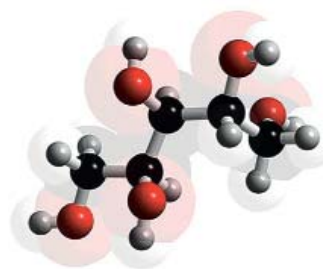
**1. ábra. A lignocellulózok szerkezete [1]**

A hemicellulóz a Földön a második legnagyobb mennyiségben előforduló poliszacharid, az elsődleges sejtfal fő alkotóeleme [3]. A fa szárazanyag-tartalmának 15–25%-át kitevő hemicellulóz D-xilóz (48%), L-arabinóz (35%), D-glükóz, D-mannóz és D-galaktoz (7%) egységekből, valamint ezek acilezett származékaiból épül fel. Polymerizációs foka maximum 200. A hemicellulóz váza jellemzően egy- vagy kétféle cukormolekulát tartalmaz. A xilán főleg kemény fákban és mezőgazdasági melléktermékekben, míg a galakto-glükomannán inkább puha fákban található meg [4]. A hemicellulózból származó xilán enzimese, illetve kémiai bontásával juthatunk el a xilózhoz, mely az ipari xilit- (más néven xilitol-) előállítás kiindulási anyaga. A xilit kedvező élettani hatásának és széles körű felhasználásának köszönhetően a biotechnológiai és mikrobiológiai kutatások középpontjába került. Jelenlegi piaci ára körülbelül 10–15-szöröse a háztartási kristálycukorénak. Ebből kifolyólag folyamatos a kutatás az esetleges alternatív előállítási módszerek, illetve azok optimalizálása terén.

A dolgozat az MKE doktoranduszhallgatóknak kiírt pályázatára készült.  
Pályázó: Mareczky Zoltán.

## A xilit ( $C_5H_{12}O_5$ )

Az öt szénatomos xilózból állíthatjuk elő a xilit nevű cukoralko-



**2. ábra. A xilit szerkezete [6]**

holt. A növényi részekben található xilán alkotóelemeként a xilózból a xilit adott körülmények között előállítható. A természetben egyes zöldségekben megtalálható a xilit, például a karfiolban, illetve a fejes salátában [5]. A kereskedelemben nyírfacukorként került forgalomba, azonosító száma E967. A vegyület szerkezetét a **2. ábra** szemlélteti.

## Felhasználása

A xilitet előnyös tulajdonságainak köszönhetően egyre szélesebb körben használják:

- Infúziós oldatok: Gyógykezeléseknél, orvosi beavatkozásoknál használják a xilitet, infúziós oldatok fontos kiegészítő komponense. A xilit, például, hozzáadott segédanyagként elősegíti a magas vérnyomással járó rendellenességek kezelését [7].
- Cukorhelyettesítő édesítőszer: A xilit édesítő hatása a szacharózéval közel megegyező, így cukorkák és cukormentes rágógumik ízesítésére használják. Negatív oldáshője miatt hűsítő érzést kelt a szájban [8]. Elfogadott és alapvető kezelési lehetőségként szerepel a fogászatban a xilit: széles körben alkalmazzák fogkrémekben és rágógumikban. Öt szénatomos szerkezetéből adódóan a xilit gátolja egyes baktériumok, például a *Streptococcus pneumoniae*, *Haemophilus influenzae* szaporodását [9]. Ennek oka, hogy az említett baktériumok nem képesek metabolizálni és savvá alakítani a xilitet. Ezenkívül a xilitet sikeresen lehet alkalmazni a fogszuvasodási problémák kezelésében, ugyanis elősegíti a fogzománc képződését [10], valamint segít csökkenteni a lepedék képződés és szájszárazság kialakulásának valószínűségét [11].
- Légúti megbetegedések: A xilitet felső légúti megbetegedések gyógykezelésénél is alkalmazzák különböző orrsprayk hatóanyagaként. A xilit hidratálja az orr-melléküregeket és csökkenti a légutak felszíni folyadékának sótartalmát. Szerkezetének köszönhetően pedig a nyálkahártyán nem akkumulálódnak a baktériumok [12].

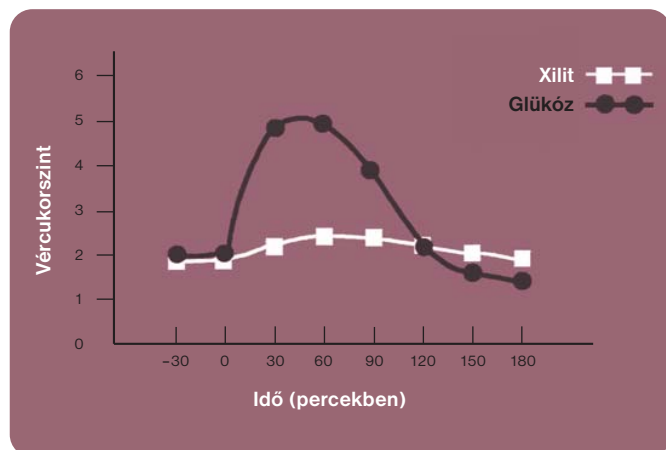




- Testsúlykontroll: A xilit fontos szerephez jut a testsúly kontrollálásában, illetve cukorbetegség esetén kiegészítő kezelés részeként is alkalmazható [13].

### Metabolizmusa

A xilit kisebb mértékben emeli meg a vércukorszintet, mint a glükóz, és időben is hosszabb a folyamat (3. ábra). Így hozzájárul



3. ábra. A vércukorszint változása xilit és glükóz fogyasztásakor [14]

rul a megfelelő vércukorszint megőrzéséhez és biztonságosabb szabályozásához.

A xilit glikémiás indexe alacsony, mindössze 7. Ez az egyetlen cukoralkohol, mely anyagcserezavarok, például Candida diéta esetén is alkalmazható [14].

A xilit kiegyensúlyozott fogyasztásánál nem tapasztalható káros mellékhatás. Túlfogyasztás esetén hasmenés figyelhető meg, a bélben megnövekedett ozmolaritás miatt nem tud beszűrődni a széklet.

A xilit a szervezetben átalakul xilulózzá, majd epimeráz segítségével ribulózzá (pentóz-foszfát út). Ez később továbbalakul glükóz-6-foszfáttá, így kapcsolódik a glikolízishez [15, 16, 17].

### Előállítási lehetőségei

Ipari előállítás során a lignocellulóz-ból indulnak ki, így a legfontosabb alapanyagok közé tartoznak a nagy xilántartalmú keményfák (nyír, bükk), a búza, a zab, valamint a rizs maghéja. Xilánban gazdag továbbá a kukorica csutkája, szára, valamint egyes csonthéjasok héja. Ezek közül a leggyakoribb kiindulási anyag a nyírfa és a kukoricaszár.

A nagy xilántartalmú nyersanyagokból először xilózt állítanak elő, majd ezt kémiai vagy mikrobiológiai módszerrel xilitté redukálják.

A lignocellulóz-ból kiinduló xilit-előállítás fontos lépése a xilóz kinyerése. Különböző előkezelési eljárások alkalmazásával megbontjuk a cellulóz-hemicellulóz-lignin komplex szerkezetét, így hozzáférhetővé válik a hemicellulóz. Az előkezelésnek számos módja van: fizikai, kémiai, biológiai vagy ezek valamilyen kombinációja. A xilóz kinyerése általában mechanikai darabolással kezdődik [18].

- A fizikai eljárások során nem alkalmaznak vegyszereket; célja az, hogy az enzimes vagy kémiai hidrolízist megkönnyítse. Tipikus példája az aprítás (pl. száraz vagy nedves aprítás, gőzrobbantás).

- Kémiai előkezelés során valamilyen vegyszert használnak (savakat, lúgokat vagy szerves oldószereket), mely fellazítja a cellulóz-hemicellulóz-lignin komplexet [18].

Baudel és munkatársai cukornád bagasz nyersanyagból 0,5 v/v%-os kénsav segítségével, 150 °C hőmérsékleten, 30 perc alatt végeztek hidrolízist kevert reaktorban. A hidrolízis hozama 0,15 g xilóz/g bagasz, mely az elméletileg elérhetőnek a 88%-a [19].

Az elválasztott xilózt ezután kétféleképpen lehet xilitté alakítani [20]. Az egyik lehetőség, hogy kémiai úton redukálják hidrogénezéssel, magas hőmérsékleten (100 °C), Raney-Ni vagy Ru/C katalizátoron. Baudel és munkatársai ilyen körülmények között a kísérletük során alkalmazott oldatban lévő 50 g/l xilóz mennyiségét csaknem teljes egészében xilitté alakították. A reakció időtartama 30 perc volt [19]. A xilit hidrogénezés útján történő előállításánál fontos szempont, hogy a redukció során a xilóz mellett más feltárt monoszacharid (például galaktóz, arabinóz) is cukoralkohollá alakul (galaktit, arabit). Hogy ezt elkerüljük, még a redukció előtt szelektíven kell kinyernünk a xilózt.

A xilit másik előállítási lehetősége a fermentáció, ugyanis a xilózt több élesztő- és sugárgombatörzs is képes xilitté alakítani. A szakirodalomban számos cikket találunk kísérleti eredményekről, melyekben a különböző élesztők optimális tenyésztési körülményeit megteremtve tettek kísérletet minél nagyobb mértékű xilitképződés elérésére.

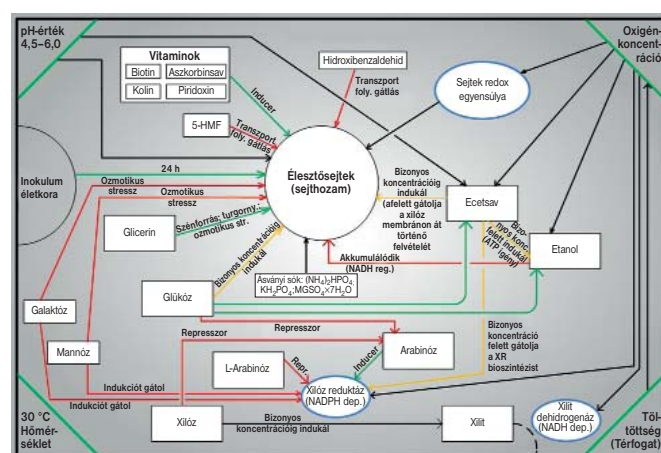
A következő élesztőtörzsek a legalkalmasabbak xilózból történő xilit előállításra [15, 21, 22, 23, 24]: *Bacillus subtilis*, *Candida boidinii*, *C. guilliermondii*, *C. maltosa*, *C. parapsilopsis*, *C. pelliculosa*, *C. shehatae*, *C. tropicalis*, *Corynebacterium* sp., *Cryptococcus* sp., *Debaryomyces hansenii*, *Enterobacter liquifaciens*, *Escherichia coli*, *Hansenula polymorpha*, *Kluyveromyces* sp., *Mycobacterium smegmatis*, *Pachysolen tannophilus*, *Petromyces albertensis*, *Pichia farinosa*, *P. stipitis*, *Rhodotorula* sp., *Saccharomyces cerevisiae*, *Trichosporon* sp.

### A xilit fermentatív előállítását befolyásoló tényezők

A xilózkonverzió határfokát és a xilithozamot számos tényező befolyásolja. A fermentációs rendszer rendkívül összetett (4. ábra), a különböző paraméterek egymásra gyakorolt hatása meghatározó szerepet játszik a folyamatban.

### 4. ábra. A xilit fermentációs rendszere

(piros: represszál, zöld: indukál, sárga: bizonyos körülmények között indukál, fekete: egyértelmű következmény)





### Kiindulási cukorkoncentrációk és tápközeg-összetétel

A tápközeg kiindulási cukorkoncentrációja meghatározó a törzsek növekedése és a xilózm metabolizmus szempontjából, mely közvetve kihat a xilithozam hatásfokára is (4. ábra). Ha a glükóz bizonyos koncentrációnál nagyobb mennyiségben van jelen, akkor jelenléte kedvezőtlenül hat a xilózkonverzióra [16]. Preziosi-Belloy és munkatársai kísérletei alapján 27 g/l koncentrációnál nagyobb glükózmennyiség esetén a xilózkonverzió visszaszorul [25], a tenyészet a xilóz helyett a könnyebben metabolizálható glükózt hasznosítja – így több etanol keletkezik. Ha az etanol koncentráció meghaladja a 30 g/l értéket, az élesztősejtek pusztulásnak indulnak; ez az érték toleranciaértéknek tekinthető.

A glükóz bizonyos mennyiségben szükséges az élesztőknek a szaporodáshoz (4. ábra), azonban a xilózkonverzió az esetek túlnyomó többségében csak azután indul meg, miután az összes glükóz elfogyott a rendszerből.

A megfelelő glükóz/xilóz arány biztosítása kulcsfontosságú lépés a fermentáció megtervezésekor. E cukorarány növelése a fermentáció elején kedvező, ugyanis ennek hatására nő az élesztősejtek koncentrációja. A glükóz/xilóz arány csökkentése azonban a folyamat későbbi szakaszában feltétellel válik, ha az eredményes xilózkonverziót tartjuk szem előtt [26]. Preziosi-Belloy kísérleti eredményei alapján a fermentáció elején a glükóz/xilóz arányt a 0,4–0,5 közötti értékre állítva megfelelő xilózkonverziót érhetünk el [25]. A fermentáció során a glükóz – könnyebb metabolizálhatóságának köszönhetően – teljesen elfogy a tápközegből, így a fermentáció végére a glükóz/xilóz arány lecsökken. A xilózkonverzió eredményes akkor is, ha csak xilózt tartalmaz a tápközeg, és nem található mellette glükóz [27].

Silva és munkatársai a *Candida guilliermondii* törzssel különböző kiindulási glükóz/xilóz arányokat vizsgáltak (1:25, 1:12, 1:5 és 1:2,5). A kísérletekhez használt inokulum csak xilózt tartalmazó táptalajon növekedett. A különböző cukorarányokkal végzett kísérleti eredményeik alapján a legnagyobb xilithozam és sejttömeg-gyarapodás 1:5 kezdeti glükóz/xilóz arány esetén érhető el [28]. Danielle és munkatársai ugyanezen törzssel végzett kísérletei hasonló eredményeket adtak [26].

Érdemes megemlítenünk, hogy Mussatto és munkatársai mérési eredményei alapján 50 g/l xilózkoncentráció alatt a sejtek nem xilittermelésre, hanem inkább sejttömegnövelésre használják a xilózt [27].

A hemicellulózsból származó egyéb monoszacharidok (pl. arabinóz, mannóz, galaktóz) különbözőképpen ugyan, de szintén hatással vannak a xilitfermentáció hatásfokára. A 4. ábra bal oldalán látható, hogy a mannóz és a galaktóz nagyobb koncentrációja kedvezőtlenül hat a xilózkonverzióra: fokozzák az ozmotikus stresszt, meggátolják a xilóz-reduktáz enzim indukcióját, valamint a transzportfolyamatokra is hatással vannak [16]. Az arabinóz szerepe még nem tisztázott, míg Walther és munkatársai az arabinóz pozitív hatásáról számolnak be a *Candida tropicalis* törzs esetében [16], addig Rodriguez és munkatársai szerint egyes szénforrás alkalmazásakor az L-arabinóz gátolja a xilóz-reduktáz működését a *C. guilliermondii* törzsnél, és így negatívan befolyásolja a xilithozamot [29]. A két tudományos cikkben leírt kísérleteket különböző élesztőtörzsekkel végezték, valószínűleg az arabinóz eltérő hatása ennek is következménye.

Mussatto és munkatársai *Candida guilliermondii* törzssel végzett kísérleti eredményei alapján a fermentáció utolsó szakaszában az arabinózból is keletkezik valamennyi xilit. A kísérleti eredmények alapján erre akkor képes a mikroorganizmus, ha képes

az arabinóz → arabit → xilulóz átalakításnál szerepet játszó faktor regenerálására [30].

A 4. ábrán látható, hogy bizonyos koncentrációjú ecetsav jelenléte kedvez a xilózkonverzióknak, egy bizonyos koncentráció felett (3 g/l) azonban az etanol képződésének kedvez (megnövekedett ATP-igény) és gátolja a xilitképződést [31]. Az ecetsav disszociációja összefügg annak gátló tulajdonságával. A fermentációs közeg pH-értéke az ecetsav-disszociáció és az élesztősejtek pH-toleranciája miatt fontos tényező [32].

A xilit fermentációja során általában két melléktermék keletkezik: etanol és glicerín. Ezek mennyisége és aránya függ a kiindulási glükóz koncentrációjától, valamint a levegőztetés mértékétől (4. ábra). Az etanolt az élesztő akkumulálhatja és felhasználhatja NADH regenerálásra [29]. Mussatto és munkatársai kísérleti eredményei alapján 7,5 g/l etanolkoncentráció 84%-os inhibíciót okoz a xilitképződésnél, a glükózból keletkező etanol blokkolja a xilóz-reduktázt [29]. A folyamat során a környezeti paraméterek beállításával és szabályozásával az etanol keletkezését a lehető legnagyobb mértékben vissza kell szorítanunk a nagyobb xilithozam és produktivitás érdekében.

A fermentáció során keletkező másik melléktermék, a glicerín előnyös a kultúra számára, jelenléte növeli a sejtek hozamát, illetve a képződő xilit mennyiségét is. Arruda és munkatársai *Candida guilliermondii* törzssel végzett kísérleteinek eredményei szerint a tápközegben lévő 0,7 g/l glicerín nemcsak a sejthozamra, hanem a xilitképződésre is pozitív hatással volt [33]. Az élesztők számára szénforrásként is alkalmazható a glicerín, valamint a NAD<sup>+</sup> regenerálásán keresztül segít szabályozni a sejtek redox-egyensúlyát. Turgor stresszhatás esetén a glicerín elősegíti a vízfelvételt és a turgornyomás helyreállítását [33].

A tápközeg összetételének vizsgálatánál fontos még kitérnünk arra is, hogy ha a törzseket egy adott összetételű tápközegben előszaporítjuk, és 1–2 nappal később oltjuk át a fermentálni kívánt tápközegbe, az adaptálódott sejtek nagyobb xilózkonverziót és xilithozamot produkálnak [29]. Felipe és munkatársai kísérleti eredményei szerint – a kísérletet 16, 24, illetve 48 órás előtenyésztéssel végezték – a legnagyobb xilithozamot és -kitermelést 24 órás inokulum felhasználásával kapták [31].

Egyes irodalmi források alapján a kísérletekhez jó kiindulási alapként szolgálhat a következő tápközeg-összetétel: előszaporításhoz 60 g/l xilóz, 10 g/l élesztőextraktum, 15 g/l KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 3 g/l (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub>, 1 g/l MgSO<sub>4</sub> · 7H<sub>2</sub>O. Fermentációhoz: glükóz 0–30 g/l, xilóz 60–100 g/l [33]. Nolleau és munkatársai eredményei szerint a kiindulási xilózkoncentráció egy bizonyos érték felett (100 g/l) már nincs hatással a xilithozamra: ennél nagyobb xilózmenyiség esetén már nem számottevő a xilithozam növekedése [34].

A kutatások a természetes nyersanyagok minél eredményesebb felhasználását célozzák, és a modell szubsztrátok helyett előnyösebb a hemicellulóz szubsztrátum szénforrásként történő alkalmazása. Hogy ha egyes kísérleteink során nem modell szubsztráton, hanem hemicellulóz szubsztrátumon kívánjuk elszaporítani az élesztőket, akkor az alábbi szempontokat kell figyelembe vennünk.

A hemicellulóz szubsztrátum összetétele: 88–90% xilóz, 0–3% glükóz, 0–2% ecetsav, 0–1,6% arabinóz és kevés galaktóz és mannóz. Sakakibara és munkatársai génmanipulált *Escherichia coli* törzssel dolgoztak, szénforrásként L-arabinózt használtak. A törzs 30 óra alatt 14,5 g/l xilitet állított elő 15,2 g/l L-arabinózból, mely 0,95 g/g hozamnak felel meg [15]. Chen és kutatócsoportja szubsztrátumhoz adaptált élesztőt (*Candida* sp. B-22) vizsgált, és





kiemelkedő xilithozamot ért el: 105,35 g/l kiindulási xilózból 94,74 g/l xilit képződött [35, 36].

A savas hidrolízis során a xilóz könnyen degradálódik, néhány olyan vegyület is keletkezik, amelyek gátló hatással vannak az élesztőre, ilyen például a furfurool [37, 38].

### A hőmérséklet és a tápközeg pH-értékének hatása

A hőmérséklet és a közeg pH-értéke nagymértékben befolyásolja az élesztők működését és tevékenységét. A fermentáció során optimális a 30 °C-os hőmérséklet. Bár 37 °C felett is növekednek a sejtek, jelentős a sejthozam-csökkenés. A *Candida* nemzetségbe tartozó törzsek számára az optimális pH 4,5 és 6,0 között van, például a *C. parapsilosis*, *C. guilliermondii* és *C. boidinii* törzsek esetében. A *Debaryomyces hansenii* esetében ez az érték 5,5 [24, 39].

### Az oldottoxigén-szint szerepe

A tápközegben lévő oldott oxigén mennyisége, így a levegőztetési viszonyok nagy jelentőséggel bírnak a fermentáció során, ugyanis ezek határozzák meg mind a mikrobák anyagcseréjét, mind a cukrok átalakításáért, illetve a cukoralkoholok keletkezéséért felelős enzimek működéséhez szükséges feltételeket [16, 40].

A xilóz átalakításáért felelős xilóz-reduktáz (XR, E.C. 1.1.1.21) túlnyomórészt NADPH-dependens, míg a xilitet továbbalakító xilit-dehidrogenáz (XDH, E.C. 1.1.1.9) NAD-dependens [34]. Az XDH által használt NAD<sup>+</sup> a légzési láncban regenerálódik (reoxidáció), így intenzív levegőztetés mellett (aerob közegben) jobban regenerálódik a NAD<sup>+</sup>, emiatt jobban működik a XDH. Ez csökkenti a xilitkihozatalt [41], a számunkra értékes termék továbbalakul xilulózzá. Ezt, valamint a NADPH regenerálódását a fermentáció tervezésekor figyelembe kell vennünk, az ideális levegőztetési körülmények megválasztása kulcsfontosságú [42].

Walther és munkatársai rázatott lombikos fermentációk esetén a következő levegőztetési körülményeket fogalmazták meg [16]: 65/250 ml töltöttség aerob, 100/250 ml szemiaerob, 135/250 ml mikroaerob körülményeket teremt 130 rpm fordulatszám mellett. Produktivitás és xilithozam szempontjából a *Candida tropicalis* törzs esetében a szemiaerob körülmények bizonyultak a legjobbnak [16].

A redoxegyensúly a sejtben nagyon fontos tényező. Amennyiben ez az egyensúly fennáll a légzési láncban, akkor bizonyos fókig korlátozva van az oxidatív lépés is, illetve az anaerob (ecetsavas erjedés) lépés is. Így lehet biztosítani a megfelelő körülményeket, melyek a xilitképződésnek kedveznek, azonban gátolják a xilit továbbalakítását [25]. A glicerín a tápközeg összetételénél ismertetett előnyeik kívül hozzájárul még ahhoz, hogy segít ki alakítani a sejtek citoszol redoxegyensúlyát, a megfelelő NAD<sup>+</sup>-regenerálással [33].

Az anaerob körülmények nem megfelelő xilózyanyagcseréhez és ecetsav-felhalmozódáshoz vezetnek. Az ecetsav amellest hogy bizonyos koncentráció felett gátolja a xilóz membránon át történő felvételét, a xilóz-reduktáz enzim bioszintézisét is gátolja [31]. Az ecetsav-koncentráció megfelelő szinten tartása a fermentációs rendszerben kulcsfontosságú a xilóz-xilit biokonverzió hatásfoka szempontjából [31].

### Vitaminok szerepe

Kim és kutatócsoportja kísérleti eredményekkel igazolta, hogy az aszkorbinsav, a biotin, a kolin és a piridoxin fokozzák a xilitter-

melést [43]. A biotint tartalmazó médiumon növekvő törzsek 7%-kal nagyobb xilithozamot produkáltak, mint a biotinmentes élesztőkivonatos táptalajon [43].

### A fermentlé tisztítása, xilit kinyerése

A tápközegben található vagy a fermentáció során képződő inhibitorok oldatból történő eltávolítása történhet CaO-kezeléssel, aktív szénes derítéssel, extrakcióval vagy pH-korrigálással (CaO és H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) [44, 45]. Ipari léptékű előállítás során a tisztítási lépés nagymértékben megemeli az előállítási költségeket [34].

A kristályosítás, vagyis a képződött xilit kristályos formában történő szelektív kinyerése a gyártás egyik fontos lépése, mely az egész folyamat produktivitását és hozamát meghatározhatja. A kristályosítás lépései: aktív szénes derítés, túltelítés, hűtés, centrifugálás és szűrés [46, 45]. A kristályosítás hozamának kedvez az alacsonyabb hőmérséklet (20–25 °C) [30].

### Áttekintés

Összefoglalva a fent leírtakat: a xilit fermentációs úton történő előállítását számos tényező befolyásolja, a megfelelő körülmények megteremtése kulcsfontosságú. A komplex fermentációs rendszerben a különböző faktorok egymásra is hatnak, így ezek optimális értékét irodalmi és kísérleti adatok alapján ahhoz az élesztőtörzshöz kell igazítani, amelyiket xilit-előállításra kívánunk felhasználni.



#### IRODALOM

- [1] Kobayashi H., Fukuoka A., Green Chem. (2013) 15, 1740.
- [2] Gomez L. D., Steele-King C. G., McQueen-Mason S. J., New Phytol. (2008) 178, 473–485.
- [3] Chang M. C. Y., Current Opinion in Chemical Biology (2007) 11, 677–684.
- [4] Pauly M., Keegstra K., Plant Journal (2008) 54, 559–568.
- [5] Chen X., Jiang Z.-H., Chen S., Qin W., International Journal of Biological Sciences (2010) 6, 834–844.
- [6] <http://www.3dchem.com/imagesofmolecules/Xylitol.jpg> (2013. július)
- [7] Kowmacki E., Drack G., Pharmaceutica acta Helveticae (1991) 66, 219–222.
- [8] Kim S.-Y., Oh D.-K., Kim J.-H., Biotechnology Letters (1999) 21, 891–895.
- [9] Canilha L., Carvalho W., Felipe M. G. A., Silva J. B. A., Brazilian Journal of Microbiology (2008) 39, 333–336.
- [10] Silva T. C., Pereira A. F. E., Machado M. A. A. M., Buzalaf M. A. R., Rev. odonto ci-énc. (2009) 24, 205–212.
- [11] Santos D. T., Sarrouth B. E., Rivaldi J. D., Converti A., Silva S. S., Journal of Food Engineering (2008) 86, 542–548.
- [12] <http://www.xlear.com> (2013. július)
- [13] Makinen K. K., J. Den. Res. (2000) 79, 1352–1355.
- [14] <http://www.xylitol.hu> (2013. július)
- [15] Sakakibara Y., Saha B. C., Taylor P., Journal of Bioscience and Bioeng. (2009) 107, 506–511.
- [16] Walther T., Hensirisak P., Agblevor F. A., Bioresource Technology (2001) 76, 213–220.
- [17] Ylikahri R., Advances in Food Research (1979) 25, 159–180.
- [18] Kumar P., Barrett D. M., Delwiche M. J., Stroeve P., Ind. Eng. Chem. Res. (2009) 48, 3713–3729.
- [19] Baudel H. M., de Abreu C. A. M., Zaror C. Z., Journal of Chemical Technology and Biotechnology (2005) 80, 230–233.
- [20] Granström T. B., Izumori K., Leisola M., Appl. Microbiol. Biotechnol. (2007) 74, 277–281.
- [21] Cheng H., Wang B., Lv J., Jiang M., Lin S., Deng Z., Microbial Cell Fact. (2011) 10, 1–12.
- [22] Roberto I., Felipe M. G. A., Mancilha I. M., Vitolo M., Sato S., da Silva S. S., Biores. Technol. (1995) 51, 255–257.
- [23] Horitsu H., Yahashi Y., Takamizawa K., Kawai K., Suzuki T., Watanabe N., Biotech. Bioeng. (1992) 40, 1085–1091.
- [24] Rivas B., Torre P., Dominguez J. M., Perego P., Converti A., Parajo J. C., Biotechnol. Prog. (2003) 19, 706–713.
- [25] Preziosi-Belloy L., Nolleau V., Navarro J. M., Enzyme and Microbial Technology (1997) 21, 124–129.
- [26] Danielle D., da Silva V., de Mancilha I. M., da Silva S. S., das Gracias de Almeida Felipe M., Brazilian archives of Biology and Technology (2007) 50, 207–215.
- [27] Mussatto S. I., Santos J. C., Filho W. C. R., Silva S. S., Journal of Chem. Techn. and Biotechn. (2006) 81, 1840–1845.



- [28] Danielle D., da Silva V., das Gracas de Almeida Felipe M., Jour. of Chem. Techn. and Biotechn. (2006) 81, 1294–1300.
- [29] Rodriguez R. C. L. B., Sene L., Matos G. S., Roberto I. C., Pessoa Jr. A., Felipe M. G. A., Current Microbiology (2006) 53, 53–59.
- [30] Mussatto S. I., Silva C. J. S. M., Roberto I. C., Appl. Microbiol. Biotechnol. (2006) 72, 681–686.
- [31] Felipe M. G. A., Vitolo M., Mancilha I. M., Silva S. S., Journal of Ind. Microbiol. & Biotechn. (1997) 18, 251–254.
- [32] Herrero A. A., Gomes R. F., Snedecor B., Tolman C. J., Roberts M. E., App. Microb. Biot. (1985) 22, 53–62.
- [33] Arruda P. V., Felipe M. G. A., Current Microbiology (2009) 58, 274–278.
- [34] Nolleau V., Preziosi-Belloy L., Delgenes J. P., Navarro J. M., Current Microbiology (1993) 27, 191–197.
- [35] Chen L. F., Gong C. S., J. Food. Sci. (1985) 50, 226–228.
- [36] Heikkilä H., Nurmi J., Rahkila L., Töyrylä L., US Patent No. 5,081,026 (1992).
- [37] Rao R. S., Jyothi Ch. P., Prakasham R. S., Sarma P. N., Rao L. V., Bioresource Technology (2006) 97, 1974–1978.
- [38] Tsao G. T., Cao N., Gong C. S., Encyclopedia of Bioprocess Technology: Fermentation, Biocatalysis and Bioseparation (1999) 3, 1391–1400.
- [39] Aranda-Barradas J. S., Garibay-Orijel C., Badillo-Corona J. A., Salgado-Manjarrez E., Biochemical Engineering Journal (2010) 50, 1–9.
- [40] Faria L. F. E., Gimenes M. A. P., Nobrega R., Pereira N. Jr., Applied Microbiol. Biotechnol. (2002) 98–100, 449–458.
- [41] Hahn-Hägerdal B., Jeppson H., Skoog K., Prior B. A., Enz. Microbiol. Technol. (1994) 16, 933–943.
- [42] Aranda-Barradas J. S., Delia M. L., Riba J. P., Bioprocess Engineering (2000) 22, 219–225.
- [43] Kim T-B., Oh D-K., Biotechnology Letters (2003) 25, 2085–2088.
- [44] Buhner J., Agblevor F. A., Applied Biochemistry and Biotechnology (2004) 119, 13–30.

- [45] Faveri D. D., Perego P., Converti A., Borghi M. D., Chemical Engineering Journal (2002) 90, 291–298.
- [46] Misra S., Gupta P., Raghuwanshi S., Dutt K., Saxena R. K., Separation and Purification Technology (2011) 78, 1–8.
- [46] Sampaio F. C., Passos E. M. L., Passos F. J. V., Faveri D. D., Perego P., Converti A., Chemical Engineering and Processing (2006) 45, 1041–1046.

## ÖSSZEFOGLALÁS

*Mareczky Zoltán, Fehér Csaba, Barta Zsolt, Réczey Istvánné: Xilit fermentációs előállítás lignocellulózokból*

A xilit nevű cukoralkohol kedvező élettani hatásainak és széles körű felhasználásának köszönhetően méltán került a biotechnológiai és mikrobiológiai vizsgálatok középpontjába. Ezt a nyírfacukor néven is ismertté vált cukoralkoholt nyírfából, illetve más növényi nyersanyagokból, például kukoricarostból állítják elő. A nyersanyagok különböző előkezelése után nyert xilózt alakítják tovább kémiai úton hidrogénezéssel, illetve fermentációval. A számos élesztőtörzsszel, illetve egyes sugárgombákkal kivitelezhető folyamat során a tápközegben található egyéb monoszacharidok (glükóz, arabinóz, maltóz stb.) hatásán kívül számos további tényező is befolyásolja a xilózkonverzió hatásfokát. Ilyen paraméterek például a cukrokat átalakító enzimek és koenzimek regenerációjáért felelős redoxpotenciál, a megfelelő levegőztetési viszonyok, a hőmérséklet, valamint a közeg pH-értéke.

Körtvélyessy Gyula

■ Email: gyula@kortvelyessy.hu

Biztonsági adatlapok. Tizenharmadik rész

# Expozíció ellenőrzése/egyéni védelem

## Bevezető gondolatok

Az adatlap rendelet elsősorban arra hívja fel a figyelmet, hogy ennek a pontnak összhangban kell lennie a kémiai biztonsági jelentéssel, ha ilyen készült. Ha igen, akkor tökéletes esetben (ez a tapasztalatom szerint elég ritka) minden végpontra kell DNEL és PNEC értékeknek lennie. (Humán: szájon át, belélegzéssel, ill. bőrön át és ebből mindből kell egy-egy a munkavállalókra és a lakosságra is. A környezet esetén pedig 9 végpont van.) Nagyon fontos, hogy ha valamelyik hiányzik, az azt jelenti, hogy azt az expozíciót a regisztráció nem támogatja, tehát az adott termék felhasználásánál sem fordulhat az az expozíció elő. Ilyen esetek válthatják ki leginkább a további felhasználó kötelező kémiai biztonsági értékelését a REACH XII. melléklete szerint.

Másfelől ugyanez a szakasz szolgál arra is, hogy az adatlap-készítő megadja annak a tagországnak a munkahelyi expozíciós határértékeit, melyekben a termékét forgalmazni akarja. Megjegyzem, hogy az adatlap rendelet fordításába itt hiba csúszott. A többi nyelvben egyértelműen úgy fogalmaztak, hogy annak a tagországnak a határértékeit kell megadni, melyben az adatlapot hozzáférhetővé teszik. A magyarra sajnos ez úgy került át, hogy „a jelenleg a biztonsági adatlapot kibocsátó tagállamban alkal-

mazandó kötelező nemzeti határértékeket” kell megadni. Ennek nyilvánvalóan semmi értelme, az adatlap-iránymutatás is egyértelmű ebből a szempontból (és a magyarázatot már nem fordították rosszul! Az OKBI már intézkedett e rossz fordítás korrigálására). Nyilván több ország adatát is meg lehet itt adni, ha több országba szállítanak, és persze a szállító országának határértékét is, ha oda is szállít. Kérdés, hogy érdemes-e például egy magyar nyelvű adatlapot azzal is bővíteni, hogy egy nagy, sok országból álló táblázatot iktatnak ide. Egyetlen „előnye” van, hogy látszódná: hiába van ezekre EU-irányelv, jelentős eltérések lehetnek a tagországok között. Ráadásul nálunk a 25/2000-ben sokkal több anyagra van határérték, mint az irányelvben, tehát ott kell rákeresni. Az adatlap rendelet egyértelműen előírja, hogy a nemzeti előírásnak az azonosító adatait is meg kell adni a határértékek mellett. Az iránymutatásban elérhetőek a megfelelő linkek a különböző tagországokra.

## A 8.1 alpontban megadandó adatok

Magyar nyelvű adatlap esetén (magyar átvevő) a 25/2000 EüM-SzCsM rendeletben meg kell keresni, hogy szerepel-e az anyagunk, vagy a keverékünkben lévő bármely anyagkomponens az



|                                     | REACH                                                  | 25/2000 EüM-SzCsM                                        |
|-------------------------------------|--------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| A szabályozás formája               | Európai rendelet                                       | Irányelv → hazai rendelet                                |
| Ki végzi a kockázatbecslést?        | Gyártó/importőr                                        | Munkaadó                                                 |
| Milyen vegyületekre vonatkozik?     | A munkahelyre bevitt anyagok (tisztán vagy keverékben) | A munkahelyen előforduló (bevitt + képződő + behordott?) |
| Munkahelyi koncentrációs határérték | DNEL                                                   | AK és CK                                                 |

### 1. táblázat. A REACH és a munkahelyi kémiai biztonság előírásainak összehasonlítása

I. melléklet 339 elemből álló listájában. Figyelnünk kell arra, hogy nem elég a CAS számos keresés, mivel elég sok az olyan elem, mely anyagcsoportot jelöl, tehát nincs mellette CAS szám. Ilyenkor névre kell keresni, nyilvánvalóan a veszélyt adó névrészletre. Tehát mondjuk réz-szulfát esetén a rézre.

Meg kell adni a legfontosabb, és ez az iránymutatás szerint azt jelenti, hogy az 1., illetve a 3. szakaszban megadott anyagokra vonatkozó monitorozási módszereket. Tehát, hogy a személyre helyezett, vagy a munkahelyi levegőt mérő, vagy biológiai monitorozást ajánl-e az adatlapkészítő. Ha az anyag szerepel a fenti rendelet 2. mellékletében, a biológiai monitorozásnál, akkor az ott található értékeket is meg kell adni. Fontos itt megjegyezni, hogy a veszélyes anyagoknak kitett munkavállalókra vonatkozik a 33/1998-as, munkakörüi alkalmassági vizsgálati rendelet. Ebben kémiai kóroki tényezőknél kitett munkavállalókat, illetve a munkáltatójukat időszakos orvosi vizsgálatra és adott esetben biológiai monitoring mérésre is köteleznek. Ebben is van egy 39-es anyaglista, benne igen széles anyagcsoportok, például rákkeltők, vagy növényvédők szerepelnek.

Fontos követelmény, hogy intermediéreként regisztrált anyag esetén ezt itt jelezni kell, és azt, hogy a felhasználónak szigorúan ellenőrzött körülményeket kell megvalósítani (ahogy ezt meg kellett ígérje, mielőtt ilyen regisztrációt a gyártó/importőr beadott). Ez azért is fontos, mert gyakran előfordulhat, hogy a termék olyan felhasználóhoz is eljut, akit előzetesen nem kérdeztek meg erről.

### Gondolatok a kémiai biztonsági értékelésben és a nemzeti előírásokban szereplő munkahelyi maximális légtér-koncentrációkról

Ha valaki összeveti néhány anyagra a regisztrációban megállapított DNEL (származtatott hatásmentes szint) értékeket a 25/2000 rendeletben megadott kötelező munkahelyi határértékekkel, hamar észreveszi, hogy ezek a legkevésbé sem azonosak. Mindkét irányban akár nagyságrendi eltérés is lehetséges: vagy a rendeleti határérték a szigorúbb, vagy a DNEL. Az ok kézenfekvő: más módszerrel, gyakran más vizsgálati bázison állapították meg a kétféle értéket. Nyilván a rendeletben szereplő értéket kell betartani, ha az alacsonyabb, de mi a helyzet, ha a DNEL a szigorúbb? 2012-ben Helsinkiben erről munkaértekezletet tartottak [1]. A REACH és a „kémiai” munkavédelmi előírások közötti különbségeket az 1. táblázat mutatja.

Ezen világosan megmutatták, hogy egy munkáltató igen nehéz helyzetben van, hogy melyik rendelkezésnek feleljen meg, hiszen a REACH a felhasználók számára az expozíciós forgatókönyvek és ezekben a DNEL értékek betartását írja elő.

Rámutattak a kétféle módszerből következő kétféle eredményre is. Fontos különbség az is – amit ebben a cikksorozatban

már többször említettem – hogy míg a REACH kifejezetten az anyagokkal foglalkozik, melyekkel a munkavállaló dolgozik, addig a munkavédelmi törvények az EU-ban és a magyar szabályozás is bármely, a munkahelyen *meglévő* veszélyes anyagra vonatkoznak. Tehát azokra is, melyek például egy munkafolyamatban kémiai keletkeznek, vagy például azzal a monomerrel, mely egy polimerből annak feldolgozásánál szabaddá válik annak ellenére, hogy csak igen kis mennyiségben található a polimerben.

### Környezeti kibocsátások és hulladékok

Annak ellenére, hogy a 8.1 alpontban az adatlap rendelet előírja a környezeti kibocsátásokra vonatkozó PNEC értékek megadását, nem igényli itt egyértelműen az adatlap rendelet, hogy a biztonsági adatlapban tárgyalt anyag(ok)ra a készítő megadja a forgalomba hozás helyszínére érvényes környezeti kibocsátási határértékeket (levegőbe, élővízbe, talajba, csatornába stb.). A megfelelő hely lehetne talán ez az alpont, vagy a 12. szakasz (Ökológiai információk), vagy a 13. szakasz (Ártalmatlanítási szempontok). De a tapasztalatom szerint ez nem is gyakorlat. Az iránymutatás alapján a 15. szakasz (Szabályozással kapcsolatos információk) szolgálhatna ezek közlésére, hiszen nyilvánvaló, hogy a felhasználó számára ezek az adatok kulcsfontosságúak. Gondolok itt arra, hogy egy, a termékben lévő komponensre, például a diklóretánra milyen kibocsátási határértékek vonatkoznak Magyarországon élővízbe vagy levegőbe. A 15. szakasz követelményeit részletesen a következő közleményben tárgyalom, és ott bizony ez is szerepel (de nem láttam még ilyen adatot is tartalmazó adatlapot).

#### IRODALOM

[1] [http://echa.europa.eu/hu/view-article/-/journal\\_content/cc6ee709-b14c-4b84-a097-f9d3cbb3e1a1](http://echa.europa.eu/hu/view-article/-/journal_content/cc6ee709-b14c-4b84-a097-f9d3cbb3e1a1)

#### ÖSSZEFOGLALÁS

Körtvélyessy Gyula: **Biztonsági adatlapok. Tizenharmadik rész. Expozíció ellenőrzése/egyéni védelem**

A biztonsági adatlap 8. szakaszában a munkahelyen létrejövő expozíciók ellenőrzésére vonatkozó adatokat kell megadni. Ezeket részben a nemzeti munkahelyi határértékek jelentik, másrészt a kémiai biztonsági értékelésben kapott származtatott hatásmentes szintek (DNEL értékek). A tapasztalat szerint ezek között ugyanazon anyagra jelentős eltérések lehetnek, a szigorúbbat kell betartanunk felhasználóként.





# Elmélet és gyakorlat

## Beszélgetés Fogarasi Géza kvantumkémikussal

*Fogarasi Géza az ELTE Kémiai Intézetének emeritus professzora. Egyetemista kora óta az ELTE-hez kötődik, 1985 és 2005 között – teljes fennállása alatt – ő vezette az Elméleti Kémiai Tanszéket. 2013 májusában Akadémiai Díjat kapott „a számításos szerkezeti kémia hazai megalapításáért és módszertani megalapozásáért, az infravörös spektrumoknak, valamint a molekulák térszerkezetének kvantumkémiai számításaiiban elért eredményeiért, továbbá nemzetközileg is elismert új eljárások kidolgozásáért”.*

– Az 1998-as „kvantumkémiai” Nobel-díjról szóló cikkében hangsúlyozta, hogy a kvantumkémikus kezében a számítógép szerkezetkutató műszer.<sup>1</sup> Milyen utat járt be a kvantumkémia néhány évtized alatt, hogy bekerülhessen a vegyészek eszköztárába?

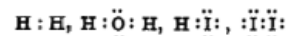
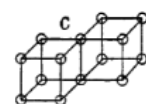
– „A kvantumkémia helye a kémiában” kérdés valóban foglalkoztat. Elméleti kémikusként is azt vallom, hogy a kémia elsődlegesen kísérleti tudomány. Szó sincs arról, hogy elméleti, számítógépes úton minden kérdést megoldhatunk. Magam is egyszerű kísérleteken keresztül ismerkedtem a kémiával, még gyerekkoromban: rettenetesen élveztem azokat a színreakciókat, apró gyújtogatásokat, amelyeket a „Kis kémikus” készlet vegyszereivel produkáltam. A „klasszikus” kémiát máig sokra tartom, ugyanakkor az is nyilvánvaló, hogy az elméleti-számítógépes módszerek egyre nagyobb szerepet játszanak nemcsak a kísérletek értelmezésében, hanem a tervezésében is. Másrészt, „filozofikusabb szinten”: a kémia molekuláris elmélete fontos részét képezi természet-szemléletünknek, egész világképünknek.

Engem a kémia egésze érdekel. Ezért, miután mintegy 15 évig adtam elő elméleti kémiát, a 90-es évek vége felé örömmel vettem át (tulajdonképpen: kiharcoltam) az általános kémia oktatását. Ebben a bevezető tárgyban számomra a kémiai *gondolkodásmód* megismertetése jelent örömet s egyben kihívást. Vigyázni kell, hogy ne tengjen túl az elmélet, de már a kémiai

tanulmányok kezdetén tanulságos elgondolkozni például azon, hogy a 19. században végig értetlenül álltak szemben azzal a kérdéssel, hogy mi kapcsolhat össze két azonos atomot a legegyszerűbb molekulákban, például a H<sub>2</sub>-ben, O<sub>2</sub>-ben. Nagy viták folytak az atom és a molekula fogalmáról, pedig akkor már sok mindent tudtak a kémiai anyagok szerkezetéről, például van't Hoff már megfogalmazta azt az elképzelést, hogy a szén négy kémiai kötése egy tetraéder csúcsai felé irányul. (A „nagy” Wilhelm Ostwald viszont még a 20. század elején is csak hasznos *hipotézisnek* tekintette az atomokat.) Az atomok molekulákká kapcsolódásának értelmezése csakis a kvantumelméleten alapulhat, a kémiai kötésre a kvantummechanika ad magyarázatot. „Klasszikusan” nem tudjuk összerakni a H<sub>2</sub>-molekulát, mert a két pozitív és két negatív töltésből álló rendszer nem stabil (!). A kémiai kötés a kvantummechanika – a Schrödinger-egyenlet alapján – szabatosan írja le, de a kvantummechanika hihetetlenül bizarr elmélet, mely klasszikus fogalmainkkal teljesen érthetetlen. Durva egyszerűsítéssel úgy szoktam fogalmazni, hogy az elektronfelhő az a kötőanyag, amely a két magot összetartja. (De tegyük gyorsan hozzá, hogy a „felhő” hasonlat nagyon félrevezető lehet; ebből a felhőből nem szedhetünk ki tötrészeket, „cseppeket”, hanem csak teljes, egész elektronokat – ez az ionizáció.)

Kevésbé ismert, hogy tíz évvel a kvantummechanika *előtt*, nem sokkal a Bohr-modell publikálása után, 1916-ban javasolta Lewis azt a modellt, melyet a kötések leírására lényegében ma is használunk.<sup>2</sup> Miként az eredeti cikkből vett ábrán látjuk, az atommag körül egy kocka pontjai

ba helyezte az elektronokat, hangsúlyozva, hogy ezek száma a tapasztalat szerint legfeljebb 8 lehet (íme, az oktett-szabály!). A kötés, például a I<sub>2</sub>-molekulában, a két közös elektron képezi. Az egyszerűbb jelölés érdekében vezettem be azokat a „pöttyöket”, amelyeket ma is használunk. Ez nagyon jól működik, csak persze szilárd elméleti alap nélkül. Számomra Lewis teljesítménye legalább a Bohréval vetekszik, s tükrözi azt az intuitív gondolkodást, ami annyira szép a kémiában.



Gilbert N. Lewis jelölései

– *Mengyelejev is kvantummechanikai tudás nélkül állította fel a periódusos rendszert.*

– Az 1860-as években a kvantummechanika még a láthatáron sem volt, mi több, az atomokat az oszthatatlan végső építőköveknek tekintették, az elektronok létezéséről nem tudtak.<sup>3</sup> Mengyelejev, empirikus alapon, tulajdonképpen csak sorba rakta az elemeket az „atomsúlyok” szerint. Legfeljebb a „hosszú szalagot” időnként visszakanyarította, mert észrevette a kémiai tulajdonságok periodicitását. Ma persze tudjuk, hogy a sorrendet nem az „atomsúly”, hanem a rendszám (egyben az elektronok száma) szabja meg, és az volt a szerencséje, hogy a kettő egymással párhuzamosan fut, egy-két kivételtől eltekintve.

– *A periodicitást szintén a kvantummechanika értelmezi.*

– Igen, s általánosan, minden atomi tulajdonságot. De a kvantumkémianak abban látom az elvi jelentőségét, hogy egyértel-

<sup>1</sup> Fogarasi Géza, Szalay Péter: Természet Világa (1999) 113–119. Beszélgetésünk óta újra elméleti kémiai eredményeket ismertek el Nobel-díjjal; erről az MKL 2014. februári számában olvashatják Fogarasi Géza írását.



mű magyarázatot adott a kémiai *kötésre*. Ma is gyakran idézik Dirac 1929-es mondatát: „Az új törvényekkel a fizika jelentős része matematikailag helyesen írható le, és a kémia teljes egészében értelmezhető.”<sup>24</sup> Csak az egyenletek nagyon bonyolultak...

A kvantummechanika akkor kezdett a vegyészek eszközévé válni („kvantumkémia”-ként), amikor az 50-es, 60-as években megjelentek a számítógépek, és egyszerű esetekben lehetővé vált a Schrödinger-egyenlet közelítő megoldása.

– Mikor kezdték el kidolgozni a közelítő módszereket?

– Az atomokra (sőt, a  $H_2$ -molekulára) vonatkozó első számítások már a 20-as évek végén, a 30-as években megjelentek, de ekkor még nem létezett a számítógép, ezek tehát „kézi” számítások voltak, melyeket legfeljebb a – négy aritmetikai alapműveletet ismerő – tekerős mechanikus számológépek segítettek. 1963-ban Pulay Péter még ilyet használt a diplomamunkájához az ELTE-n. Pár év múlva az Általános Kémiai Kémiai Tanszék könyvtárában már négyen ültünk egymás mellett – Török Ferenc, Pulay, Borossay Gyöngyi meg én –, és zörgöttük az új, „elektromechanikus” számológépeket.

– Hogyan indultak el a magyarországi kvantumkémiai kutatások?

– Az atomok statisztikus elméletét Gombás Pál már az 1930-as, 40-es években tanulmányozta. Ez az elmélet az előfutára a kvantumkémia ma nagyon népszerű sűrűségfunktional-elméletének (DFT). A Műegyetem Fizikai Intézetében Gombás mellett dolgozott Gáspár Rezső, aki ezt a kutatási irányt folytatta Debrecenben, ahol aztán az Elméleti Fizika Tanszék professzora lett. 1954-ben az *Acta Physica Hungarica*-ban (még németül!) megjelent cikke a DFT-elmélet egyik alapcikke.

A mai értelemben vett kvantumkémia az 1960-as években fejlődött ki. Magyarországon Ladik János írta az első kvantumkémia-könyvet (1969). Az úttörők között volt a fantasztikus tudású Kapuy Ede, és ekkoriban kezdte meg a kvantumkémiai csoport szervezését az ELTE-n Török Ferenc. Ők ketten írták az eddig talán leg-

alaposabb kvantumkémiai könyvet, az *Ato-mok és molekulák kvantumelméletét*. A 70-es évek elején Török el tudta indítani a kvantumkémia oktatását.

– Remek előadásokat tartott.

– Igen, s azt hiszem, szerették is a hallgatók. Nemsokára megjelent a Török–Pulay-féle *Elméleti kémia* jegyzet. Ezt később kiegészítette *A szerkezetkutató módszerek elmélete*, amit többen írtunk a spektroszkópiái, diffrakciós módszerekről. Érdekes módon, az elméleti munkáiról nevezetes Pulay nemrég azt nyilatkozta, hogy ő is spektroszkópusként kezdte. Ez valóban így volt, mert a 60-as években a kvantumkémia még nagyon egzotikus területnek számított, a szerkezetkutatás viszont már integrálódott a kémiába: az IR-spektroszkópia akkoriban élte a fénykorát.

Török Ferenc korán, 1981-ben meghalt, Pulay Péter pedig ekkortájt maradt hivatalos útja után Amerikában („disszidált”), így rám maradt az örökség. Azt hiszem, sikerült megőrizni a csoport szellemiségét, és az elméleti kémia nagyon erős lett az ELTE-n. Önálló tanszéket kaptunk, amelyet én vezettem a tanszéki rendszer átalakításáig. Fantasztikus csapat jött össze: előfordult, hogy nyolc ember közül hat professzor volt, de természetesen nem csak kvantumkémiai kutatások folytak. Csatlakozott hozzánk, többek között, Náray-Szabó Gábor, Surján Péter, saját tanítványaimként pedig Szalay Péter és Császár Attila. Ma már mindketten egyetemi tanárok, Attila elsősorban a nagyon pontos spektroszkópiái számítások területén, Péter a kvantumkémia legmagasabb szintjét jelentő *coupled cluster* módszer fejlesztésében szerzett nemzetközi hírnevet.

Ezzel nagyjából egy időben indultak (és léteznek máig) kiváló csoportok a KKKI-ban, a BME-n és Szegeden. Név szerint a mára már „nagy öregnek” számító, kiváló teoretikus Mayer Istvánt említem csak. Szubjektív okokból, ELTE-s „származása” miatt emelem ki a fiatalabbak közül Kállay Mihályt, aki az ELTE-n Surján mellett diplomázott, de sajnos nem tudtunk neki állást adni, így végül a Műegyetemre került. Misi nagyon gyorsan nemzetközi hírnevet szerzett, épp ma védte meg a doktori disszertációját, és az idén indíthatja el Lendület-kutatócsoportját.

– Milyen eredmények kerültek ki a műhelyükből?

– Az ELTE-s csoport, Pulay Péter vezetésével, a spektrumok értelmezésében végzett – túlzás nélkül állíthatjuk – nemzetközileg is úttörőként elismert kutatásokat. Ebben alapvető szerepet játszott Pulay frap-

páns eljárása, amelyet „gradiens-” vagy „erő”-módszernek neveznek. Ő fogalmazta meg és programozta be az első sikeres algoritmust, amellyel lehetővé vált az IR-spektrumok, vagyis a molekularezgések *ab initio* kvantumkémiai kiszámítása.

Mi szabja meg ezeket a rezgéseket? Szemléletesen az, hogy mennyire rugalmasak a kötések, milyen energiával lehet a kötéshosszat, kötősszöget megváltoztatni. Ezt viszont az elektronszerkezet határozza meg, amelyről akkor szerzünk információt, ha megoldjuk az adott molekula elektronjaira vonatkozó Schrödinger-egyenletet, az atomok helyzetének, mint paraméternek, a függvényében.

Vegyünk például a benzolmolekulát. Tudjuk, hány atommag és elektron van a molekulában, de tegyük fel, hogy nem ismerjük a geometriáját, ezért induljunk ki valamilyen közelítő C–C és C–H távolságokból. Ennek alapján a rendszer Schrödinger-egyenletéből kiszámolhatjuk az energiáját. Ez az energia a rögzített atommagok egymás közötti taszításából, az elektronok egymás közötti kölcsönhatásából, az elektronok mozgásából, az elektronfelhő és az atommagok közötti kölcsönhatásból származik. Azt mondjuk, hogy az elektronok a magok által keltett potenciáltérben mozognak, és a rendszer energiáját, ahogy említettem, a Schrödinger-egyenlet megoldása szolgáltatja.

Miért érdekel bennünket ez az energia? Mert az atomok legelőnyösebb elhelyezkedését keressük a benzolban. Sorra vehetünk egy csomó geometriát, és különböző kötéstávolságokkal újra meg újra meghatározhatjuk a rendszer energiáját, hogy megkeressük az energia minimumát. Az egyensúlyi geometriát éppen ezzel az energiával definiáljuk. Pulay Péter módszere ezt a számítást egyszerűsítette (e nélkül már a benzol szerkezetének a meghatározása is kezelhetetlen feladat lenne). Az ő ügyes algoritmusával néhány lépésben eljuthatunk az egyensúlyi geometriához: például a benzol esetében megkapjuk az „ideális” C–C és C–H távolságokat. A „geometriai optimalítás”, amit most vázoltam, ma már minden kvantumkémiai programban benne van, és mindegyik Pulay algoritmusára vezethető vissza.

Az IR-spektrum azon alapul, hogy az atomok nincsenek „befagyasztva” az egyensúlyi helyzetben, hanem a körül rezegnek. A rezgési frekvenciájuk, amit mérünk, attól függ – szemléletesen, ahogy említettem –, hogy egy adott deformációval szemben milyen engedékeny a molekula. A kvantumkémia első és máig legsikeresebb alkalma-

<sup>24</sup> Gilbert N. Lewis, *The Atom and the Molecule*; J. Am. Chem. Soc. (1916) 38, 4, 762., <http://chemonet.hu/hun/olvaso/histchem/mol/lewis.html>

<sup>3</sup> Maxwell, 1875 körül, így írta le az atomokat: „... foundation stones of the material universe ... unbroken and unworn. They continue to this day as they were created – perfect in number and measure and weight.” (Scientific American (1997) Aug. 73.), <http://www.victorianweb.org/science/maxwell/molecules.html>, <http://chemonet.hu/hun/olvaso/histchem/mol/maxwell2.html>

<sup>4</sup> P. A. M. Dirac, *Proc. Roy. Soc. A* 123, 714 (1929), in: Török Ferenc: *Fizikai Szemle* (1977) 401.



zása a molekuláris tulajdonságok – az IR-spektrumok, az NMR-eltolódások – egyre pontosabb számítása, a spektrumok értelmezése. Gyengéje, hogy még ma is inkább csak izolált molekulákat kezel.

Az IR-spektrumok értékelésén, Pulay módszerének továbbfejlesztésén együtt is sokat dolgoztunk, és komoly sikereket értünk el. 1979-ben megjelent egy cikkünk a JACS-ben,<sup>5</sup> és 2003-ban, amikor a folyóirat 125 éves volt, kikeresték a 125 legsikeresebb (legtöbbet hivatkozott) dolgozatát.<sup>6</sup> A miénk is felkerült a sikerlistára, nem is akárhova, a középmezőnybe – Kálmán Alajos vette észre, és ő újságolta lelkendezve. Több „magyar” cikk van a listán: a negyedik helyen áll Brunaer, Emmett és Teller 1938-as híres dolgozata a gázadszorpcióról, s az oszcilláló reakciókat tárgyaló Field–Körös–Noyes-cikk is szerepel a válogatásban. Ez a dolgozatunk eddig körülbelül 1600 hivatkozást kapott; még ma is évente nagyjából 50-szer idézik.

– A kvantumkémia valóban „szerkezetkutató műszer” lett.

– Igen, segíti a spektrumok kiértékelését. Ma már a preparatív szerves kémikusok is használják a kereskedelembe kapható kvantumkémiai programokat, amelyeket nemcsak a végtermékek, hanem a közttermékek körültekintő azonosítása érdekében is lefuttatnak.

A csoportunk munkájából szintén idézhetek friss példát. Egyik fiatal kollégám mátrixizolációs technika alkalmazásával vesz fel IR-spektrumokat: inert gázban, néhány K hőmérsékleten infravörös ablakra fagyasztja le a vizsgált anyag gőzeit. Így nagyon éles spektrumokat kap, amelyekkel akár konformációs egyensúlyokat is vizsgálhat. A spektrum azonban egyszerre mutatja a különböző konformerek rezgéseit. Tisztán tapasztalati úton lehetetlen lenne értelmezni a sávokat, de az egyes feltételezett konformerek IR-spektrumának kiszámításával megállapítható, hogy milyen konformerektől származik a mért spektrum, és ezek milyen arányban vannak jelen.

– Egy másik alkalmazásra – a molekuladinamikai modellezésre – szintén az utóbbi években mutatott példát.

– A kilencvenes években, amikor kezdett rutinszerűvé válni a spektroszkópiai munkánk, pesszimistán azt mondtam a



**A tanítványok is professzorok lettek**  
(Szalay Péter, Fogarasi Géza, Császár Attila)

kollégáimnak: álljon meg a menet, ez nem kémia, hanem molekulafizika. De néhány év múlva lehetővé váltak a molekuladinamikai számítások, a kémiai reakció egyfajta nyomon követése.

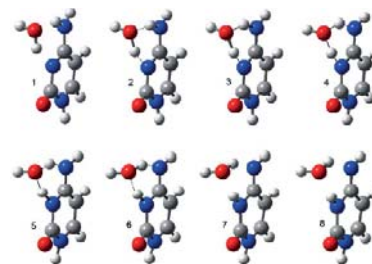
A dinamikában ma többnyire együtt használják a klasszikus és a kvantummechanikai megközelítést. Tegyük föl, hogy van két reagens, és azt szeretnénk például tudni, hol alakul ki átmeneti állapot, amikor közelítenek egymáshoz. A számítógépes szimuláció során elindulunk egy geometriából, és adunk az atommagoknak valamekkora kezdeti kinetikus energiát. Az energiát és a magokra ható erőt ezután elektronszerkezeti számításból határozzuk meg, de az atomok a klasszikus mechanika törvényei szerint mozognak. Ezzel a módszerrel vizsgáltam a citozin tautomerizációját. Az első számításokból az adódott, hogy a szabad citozinmolekula esetében nem várható tautomerizáció, mert az átmenet gátja magas. De ha beiktatok egyetlen egy vízmolekulát – ami a természetes körülményeket közelíti –, akkor bekövetkezik az átalakulás.

Molekuladinamikai számításokat sokkal bonyolultabb, biológiai rendszerekre is végeznek, de akkor empirikus adatok alapján felépített potenciálfelületeket (PES) használnak. (A PES tehát azt adja meg, hogy a molekula különböző helyzeteinek mekkora az energiája.) Én tisztán elméleti, *ab initio* kvantumkémiai számításokat végeztem. Ilyenkor az elektronokra vonatkozó Schrödinger-egyenletet kell egy „trajektó-

ria” mentén nagyon sokszor megoldani. A különböző trajektóriák úgy adódnak, hogy az (1) szerkezetből kiindulva, minden atommag véletlenszerű lökést kap (ez képviseli a molekulák ütközését). Az atomok a Newton-törvények szerint elmozdulnak kicsit, utána megint kiszámítom az elektronenergiát. Azt a Schrödinger-egyenletet, amelyet valamikor a hidrogénmolekulára is nehezen oldottunk meg, erre a jóval több atomot tartalmazó rendszerre több százegyszer is megoldottam, hogy megtudjam,

lesz-e olyan trajektória a potenciálfelületen, amely elvezet a másik tautomerhez. Ez már dinamikai számítás: valódi kémiai történéseket modellez.

**A tautomerizációs trajektóriából vett pillanatképek az átmenetről: az 1 femtoszekundumos felbontással végzett szimuláció minden ötödik geometriája látható**

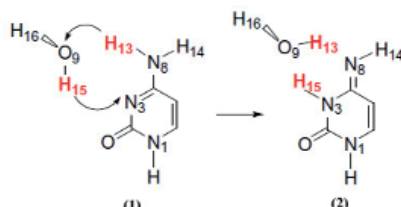


– Hogyan készítik fel a vegyészhallgatókat a kvantumkémia használatára?

– A számítógépes kémia „kötelezően választható” tárgy. Hat–nyolc fős csoportokkal leülünk a számítógépek elé, és először együtt futtatunk elemi számításokat: veszünk például egy hidrogénmolekulát, és mindenki különböző távolságokban helyezi el benne a hidrogénatomokat. A program segítségével szinte gombnyomásra megkapjuk a Schrödinger-egyenlet megoldását, s a diákok egymás adatait összesítve felrajzolhatják a potenciálgörbét. Később aztán egyedi feladatokat is kapnak, ilyen például néhány egyszerű molekula (víz, ammónia, etilén stb.) szimmetriájának, egyensúlyi geometriájának meghatározása, a molekulapályák alakjának megjelenítése, az ionizációs energiák számítása. Erre a tréningre, úgy gondolom, szükség van, mert a korábban egzotikusnak tartott kvantumkémia mára bekerült a kutatóvegyészek mindennapi gyakorlatába, és fontos, hogy a kereskedelmi programokat ne *black box*ként, hanem tudatosan, „értve” használják.

**Silberer Vera**

**A citozin vízzel közvetített tautomerizációja az amino-oxo formából az imino-oxo formába**



<sup>5</sup> Pulay, P. et al.: J. Am. Chem. Soc. (1979) 101, 2550–2560.

<sup>6</sup> <http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/ja021403x>





# Hírek és Kémikusok

## Angela Merkel

2013. december 17-én a német parlament, a Bundestag előtt harmadik alkalommal tette le a szövetségi kancellár hivatali esküjét Angela Merkel. Pártja, a CDU/CSU a szeptemberi parlamenti választásokon a szavazatok 41,5%-ának megszerzésével a német történelem egyik legnagyobb győelmét aratta. Pályafutása igen jelentősen eltér más nagy hatású politikai vezetőktől: például egyike azon nagyon kevés kormányfőknél, akik természettudományos doktori fokozatot szereztek.



Angela Dorothea Kasner az akkori Nyugat-Németországban, Hamburgban született 1954. július 17-én. Édesapja, Horst Kasner (1926–2011) protestáns lelkész volt, aki Berlinben született Horst Kazmierczak néven. Családjá 1930-ban németesítette nevét. Horst 1948-tól Heidelbergben, lánya születésekor pedig éppen Hamburgban végzett teológiai tanulmányokat. Feleségének leánykori neve Herlind Jentzsch; az angol és latin nyelv tanáraként dolgozott, s 1928-ban született a mai Lengyelországban lévő Gdańskban. Néhány héttel Angela születését követően édesapját a brandenburgi Quitzow faluba helyezték lelkésznek, 1957-től pedig az ugyancsak brandenburgi Templin városkában szolgált, így a későbbi kancellár egészen a német újraegyesítésig az NDK-ban élt. A család, akkoriban igen kivételes módon, meglehetősen szabadon utazhatott Nyugat-Németországba is, így a templini lelkész minden bizonnyal jó viszonyban volt az uralkodó kommunista párttal.

A középiskolás Angela folyékonyan beszélt oroszul, nyelv- és matematikatudásáért kitüntetést is kapott. 1973 és 1978 között a lipcsei egyetemen fizikából diplomát szerzett. 1977-ben férjhez ment diáktársához, Ulrich Merkelhez, akinek vezetéknévét mind a mai napig viseli, noha házasságuk 1982-ben válással végződött.

*J. Am. Chem. Soc.* **1988**, *110*, 8355–8359

8355

### Evaluation of the Rate Constant for the $S_N2$ Reaction $CH_3F + H^- \rightarrow CH_4 + F^-$ in the Gas Phase

Angela Merkel,<sup>\*</sup> Zdeněk Havlas,<sup>\*†</sup> and Rudolf Zahradník<sup>‡</sup>

Contribution from the Central Institute of Physical Chemistry of Academy of Sciences of GDR, 1199 Berlin-Adlershof, Rudower Chaussee 5, German Democratic Republic, Institute of Organic Chemistry and Biochemistry, Czechoslovak Academy of Sciences, Flemingovo nám. 2, 16610 Prague 6, Czechoslovakia, and J. Heyrovský Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry, Czechoslovak Academy of Sciences, Dolejškova 3, 18223 Prague 8, Czechoslovakia. Received February 19, 1988

Angela Merkel 1978 és 1990 között a Tudományos Akadémia Központi Fizikai Kémiai Intézetében dolgozott, Berlin-Adlershofban. Itt 1983-tól 1986-ig marxizmus-leninizmust is kellett tanulnia; ezen tanulmányait elégséges (genügend) minősítéssel fejezte be, bár ez a tény későbbi politikai pályafutása szempontjából aligha bizonyult balszerencsésnek. Szakmai előrehaladása viszont sokkal jobb volt. Kvantumkémiairol szóló értékezésével doktori (*Dr. rer. nat.*) fokozatot szerzett, és összesen mintegy tíz tudományos publikáció szerzője volt: a legrangosabb ezek közül 1988-ban jelent meg a *Journal of the American Chemical Society* (**1988**, Vol. 110, pp. 8355–8359.) folyóiratban. Habár diplomáját fizikából szerezte, munkahelye és kvantumkémiai kutatási témája a fizika és kémia közötti határterület volt, publikációi pedig egyértelműen kémiai folyóiratokban jelentek meg (pl. *Zeitschrift für Physikalische Chemie*). Az akadémiai kutatóintézethez kötődik második házassága is: jelenlegi férje, Joachim Sauer a kvantumkémia professzora. Csak hosszú együtt töltött évek után, 1998-ban kötöttek házasságot, közös gyermekük nincs, bár férje egy előző házasság révén két fiú apja. Férjével egy közös publikációja is van (H. Mix, J. Sauer, K. P. Schröder, A. Merkel *Collection of Czechoslovak Chemical Communications*, **1988**, Vol. 53, pp. 2191–2202.). Joachim Sauer kerüli a nyilvánosságot, nagyon ritkán jelenik meg hivatalos alkalmakkor a kancellárral együtt.

Angela Merkel 1989-ben, a berlini fal leomlásakor kezdett politizálni a Demokratikus Ébredés párt soraiban. A Lothar de Maizière által vezetett, újraegyesítés előtti utolsó NDK-s kormány helyettes szóvivője volt. 1990-ban a Bundestag tagjának választották, politikai mentorává az akkor kancellár, Helmut Kohl vált, aki egyszerűen „mein Mädchen” (kislányom) néven emlegette őt. A szociáldemokraták és Gerhard Schröder 1998-as győzelmekor Merkel az ellenzék vezetője lett, majd 2005-ben első ízben választották kormányfővé.



Németország jelenlegi kancellárja nevezetes arról, hogy szereti a labdarúgást: a német válogatott mérkőzéseit nem egyszer a helyszínen tekinti meg, s időnként a Bundestag ülései alatt is sportközvetítéseket hallgat rádióan. Természettudományos diplomája, konzervatív politikai pártban játszott szerepe és kormányzati sikerei miatt sokak a néhai brit miniszterelnök, Margaret Thatcher (1925–2013) alakjával állítják párhuzamba (l. Magyar Kémikusok Lapja, 2012. december, 382–383. oldal). Az „Iron Lady” mintájára ezért időnként Merkelt angolul „Iron Girl” vagy akár „Iron Frau” néven is emlegetik, bár az Otto von Bismarckra (1815–1898) utaló, magyarul is jól hangzó „Vaskancellár” szót ugyancsak használták már rá. Németországban leggyakoribb beceneve „Mutti” (mama), ezt a *Der Spiegel* magazinnak köszönheti. Német kancellári hivatalánál fogva az Európai Unió *de facto* vezetője, a Forbes magazin 2012-ben a Föld második legbefolyásosabb emberének tartotta.

Angela Merkel természettudományos előképzettségét politikai céljainak elérése érdekében is kedvezően tudja kamatoztatni: a *Science* tudományos folyóirat kétszer is ismertette véleményét (*Science* **1998**, Vol. 281, pp. 336–337., és **2006**, Vol. 313, p. 147.) tudományfinanszírozási kérdésekben.

Lente Gábor



## Vegyészkalendárium

Pap József Sándor rovata

**JAMES BRYANT CONANT (1893. MÁRCIUS 26.) – MECHANIZMUSOK A KÉMIÁBAN ÉS A POLITIKÁBAN.** Pályafutása a legkevésbé sem nevezhető szokványosnak, s nehezen foglalható össze, hogyan ívelt a Harvard kémiaprofesszori pozíciójától, az NSZK amerikai nagyköveti posztján keresztül, egészen az amerikai középiskolai rendszer átalakításáig (önéletrajzi könyvének címe is e sokszínűséget ragadja meg: *My Several Lives*).



A történet apja fotótechnikai műhelyéből indul, ahol „családi” kapcsolatba kerül a kémiával. A Roxbury Latin Iskola tanulójaként aztán erős képzést kap fizikából és kémiából, tanára, Newton Black mindenféle módon tereli a tudomány felé, rendelkezésére bocsátja saját laboratóriumát és ismeretlen mintákat ad neki elemzésre. Még karrier-tanácsokkal is ellátja, kikövezi útját T. W. Richards harvardi csoportjái.

Black terveit azonban keresztezi egy új szerves kémikus érkezése a Harvardra, Kohler professzor ugyanis az akkor már doktorandusz Conant segítségére támaszkodik kurzusai szervezésekor. Conantra (saját bevallása szerint is) alapvető hatással van Kohler racionális és összeszedett személyisége. Így történhet meg, hogy kettős disszertációt ad be, amelynek 44 oldala Richards témavezetése alatt a folyékony nátrium-amalgámok elektrokémiai tulajdonságait, míg 234 oldal Kohler irányítása mellett ciklopropán-származékok leírását tartalmazza. Téziseit 1916-ban védi, a következő szemeszterben oktatóként jegyzi az almanach, majd 1919-től már adjunktus. 1921-ben nősül, felesége Grace T. Richards, volt témavezetője lánya.

Néhány analitikai cikkét követően szerves kémiai témák felé fordul. Elsősorban a reakciók mechanizmusa foglalkoztatja. Egyik példája ennek Fieserrel közös munkája, amelyben a kinonok redukciós potenciálja és reakcióik sebessége között keresik az összefüggést. Másik, sokat hivatkozott közleménye a szerves klórvegyületek kálium-jodiddal való reakcióját tárgyalja. Több cikket közölnek gyökök stabilitásáról és telítetlen vegyületekre való addíciójáról, utóbbi jelentősége a polimerkémia fejlődésével válik egyértelművé. Szupersavak, savasság kvantitatív meghatározása, nemvizes oldatok elmélete, kinetikus és termodinamikai kontroll, szabad gyökök, szerves reakciók nagynyomású megvalósítása, úttörő munkája a hemoglobinnal, hemocianinnal és klorofill vizsgálatában mind megférnek rövid tudományos kutatói (első) pályafutásában. (Sokak szerint Conant szerves kémiai kutatása hozzájárult a német hegemonia megtöréséhez.)

1933-ban, minden különösebb előjel nélkül kéri fel a Harvard Egyetem elnöki posztjára. Ezzel egy csapásra búcsút int a kutatásnak és átfogó újításokat foganatosít az egyetem szakmai és szervezeti politikájában. Így indul második karrierje. Neki köszönhető a „tenure” rendszer mai szigora, a nemzeti ösztöndíjak létrehozása, amely lehetővé teszi szegény, de tehetséges fiatalok

felvételét, a kiemelkedő tanárok számára létesített professzori státuszok, az iskolai adminisztrátorok képzésének kiépítése és a sportösztöndíjak eltörlése a Harvardon. A történelem úgy hozza, hogy objektív szemléletre országos szinten is szükség van, hiszen Európában nyugtalanító folyamatok körvonalazódnak. Már 1933-ban felismeri a hitleri mozgalom globális fenyegetését és ennek megfelelően tevékenyen részt vesz mindenben, ami a Harmadik Birodalom elszigeteléséért küzd. Részt vesz a National Defense Research Committee (NDRC) megalakításában. Angliában fogadja a király, és találkozik Churchillel, szorgalmazza a technikai-tudományos eredmények minél hatékonyabb megosztását országai között, mindezt még Amerika háborúba lépése előtt. Az atombomba fejlesztése idején már az NDRC elnöke, így komoly szerepe van a fegyver létrehozásában. Érdekes, hogy a háború alatt szorgalmazza a civil tudósok és intézmények részvételét a katonai fejlesztésekben, hiszen ez a túlélés záloga, 1945 után azonban ennek épp ellenkezőjét, vagyis a titkosított egyetemi kutatások azonnali beszüntetését hirdeti. 1946-ban Truman elnök felkéri az Atomenergia Bizottság elnökségére, ezt elutasítja, de tanácsadóként részt vesz a szervezet működésében. Ugyanebben az évben a Nemzeti Tudományos Tanács (a Nemzeti Tudományos Alap, NSF döntéshozó testülete) elnökévé választják. 1950-ben a Nemzeti Tudományos Akadémia élére is jelölik, de visszalép.

Eisenhower elnöki ciklusa alatt megint fordul Conant sorsa, lemond a Harvard vezetéséről és először az Egyesült Államok németországi főbiztosa, majd az NSZK ratifikálásakor hazája nagykövete lesz. Ezzel a német egyetemi hálózat megújításának meghatározó (és tudományos körökben elfogadott) alakjává válik. A szovjetek által kettéosztott Berlinben minden tőle telhetőt megtesz a helyzet rendezéséért és igyekszik elsimítani a McCarthy szenátor keltette feszültségeket.

1957-ben Eisenhower regnálása véget ér, Conant pedig lemond nagyköveti tisztéről. Ezzel együtt az amerikai középiskolai rendszer

mély tanulmányozásába kezd. Egy év alatt nagyjából 50 iskolát látogat meg több mint egy tucat államban! Kiadványaiban javaslatokat tesz az iskolarendszer átalakítására. A *The American High School Today* 1957-ben több hétig vezeti az eladási listákat, ami egy ilyen jellegű műtől nem kis teljesítmény. Ennek és további könyveinek is köszönhető, hogy az amerikai közoktatás a következő évtizedben alapvető változásokon megy át. Ebben az időszakban a teleket New Yorkban, a nyarakat New Hampshireben tölti. Egészsége 1977 nyarán megroppan, 1978. február 11-én éri a halál. Feleségével két fiút nevelnek fel. (Forrás: P. D. Bartlett, *Biog. Mem. Natl. Acad. Sci.* 1983, **34**, 91–124.)

*Conant mindig elfogadta a legnagyobb kihívásokat, akár annak árán is, ha ezzel élete gyökerestül megváltozott. Tisztában volt vele, hogy erre nem mindenki képes, de azért nem rejtegette véleményét, ha szerinte valaki értelmetlen dologba fogott. Egyszer ezt írta volt tanítványának első független cikkére: „remélem, nem ezen a témán dolgozol tovább...”, vagy máskor, egy beadandó pályázat kapcsán: „Ha teljes sikerrel jársz, lesz-e ebből több, mint a szerves kémia története lábjegyzetének lábjegyzete?” Mindkét esetben hallgattak tanácsára...*





**PETER JOSEPH WILHELM DEBYE (1884. MÁRCIUS 24.) – A JÓSZÍVŰ FIZIKUS.** A sokat megélt Maastricht szülötte, családja története generációkra visszamenőleg szorosan kapcsolódik a városéhoz. Apja kovácmester, anyja éveken át a városi színház pénztárosa. Peter kedves gyermekkori emlékei az itteni operaelőadásokhoz



kötődnek. Hollandul csak hatéves kora körül tanul meg, a környéken használatos dialektus az igazi anyanyelve. Öt évet jár polgári iskolába és bár sok tantárgyból kiválóan teljesít, a görög és latin képzettség hiánya miatt nem jelentkezhet holland egyetemre. Apja éjt nappallá téve dolgozik annak érdekében, hogy fia legalább külföldön tanulhasson. Aachenre esik a választás, éveken

át 30 km-t ingázik ide. A sok határátlépéstől neve is németesedik, Debijeből Debye lesz.

Tanárai Max Wien gyakorlati és Arnold Sommerfeld elméleti fizikából. Diplomamunkája elektrotechnológiai témában születik, ahogyan első cikke is. Sommerfeld azonban felismeri a fiú képességeit, és 1906-ban a fiatalembert magával viszi Münchenbe. Debye itt doktorál 1908-ban, a fényszórásról szóló dolgozatának címe „Über den Regenbogen” (A szivárvány felett). Kiváló matematikai érzéke mellett már itt nyilvánvalóvá válik, mennyire mélyen érdekli az anyag és a fény kölcsönhatása. A müncheni környezet kiváló táptalaj érdeklődése felvirágoztatásához: Röntgen itt végzi híres kísérleteit, Laue csatlakozik Sommerfeld csoportjához és Ewald doktorija is ekkor születik. Debye két fontos publikációja köthető ide: egy összefoglaló a stationer és kvázistacioner elektromos terekről és Planck sugárzási törvényének matematikai levezetése.

Életének számos állomása közül a következő Zürich, ahol Einsteint követi az elméleti fizika katedrán. Az 1912-ben kidolgozott elméletében pontos kvantitatív leírást ad a szilárd testek rácsrezgésekből eredeztethető fahőjére. Feltételezi, hogy ezeknek a rezgéseknek van valamilyen frekvenciatartományuk és egy legnagyobb frekvenciájuk is. 1912-ben arra következtet, hogy a molekulák rendelkezhetnek állandó dipólus momentummal és közli a moláris polarizációt leíró egyenletét (a dipólus momentumot ma Debye-ban adjuk meg). Szeretne kísérletes kutatást indítani, hogy mérésekkel igazolja elméletét, ezért Utrechtbe költözik, de rövidesen más irányba mozdul (véltetőleg Bohr atomelméletének köszönhetően), így a kísérleti munka még jó ideig várat magára. Közben megnősül, müncheni főbérlijének egyik lányát veszi el (fia szintén neves fizikus lesz). Utrechtből rövidesen távozik, hogy hat évet töltsön Göttingenben, ahová a kísérleti laborok vonzzák. Az utrechti időszakot azonban még egy fontos munkája teszi emlékeztetéssé: a röntgendiffrakció intenzitásának és a rácsrezgés kapcsolatának vizsgálata. Figyelemre méltó, hogy a diffrakció elméletét Laue 1912-ben jelenteti meg, és alig pár hónappal rá már megszületik Debye közleménye.

Göttingenben porított szilárd minták (elsőként LiF) röntgendiffrakciós vizsgálatába kezdenek, ehhez házilag építenek műszert. Szerencsére, a háború alatt is zavartalanul dolgozhatnak, mivel Debye holland, asszisztense, Scherrer pedig svájci. A siker teljes, a diffrakciót leíró cikkükkel épp megelőzik Hull publikációját, így megnyitják az utat egy új analitikai módszer számára. Szintén jelentős közleményei fűződnek a van der Waals-erők részletes magyarázatához. Érdekes egybeesés, hogy további eu-

rópai munkahelyein mindig 6–7 évet tölt (Zürich, Lipcse és Berlin követik egymást), hogy 1940-ben végül Amerikában kössön ki. Vándorlásai közben a *Physikalische Zeitschrift* szerkesztője lesz, ahová sokat publikál, többek között az elektrolitok sajátságairól, asszisztense, Erich Hückel társszerzősége mellett, vagy a Compton-effektus pontos magyarázatáról 1923-ban, hangsúlyozva a fény hullám-részecske ket-tős természetét. Az elektrolitok problematikája abból ered, hogy van't Hoff törvénye erős elektrolitokra nem alkalmazható. Debye meglátása, hogy számolni kell az ionok elektrosztatikus kölcsönhatásával, ahogyan azt Milner tette korábban. A Debye–Hückel-elmélet feltételezi, hogy az elektrolitok oldatban teljesen disszociálnak, és az ideálistól eltérő viselkedést az ionok közötti elektrosztatikus kölcsönhatások okozzák. Az elmélet megmutatja, hogyan kell kiszámítani az ionokra jutó extra szabadenergiát és az aktivitási koefficiens. (Zürichben látogatja meg az ifjú Onsager 1925-ben, hogy közölje vele elmélete hiányosságait. A híres „beköszönő” mondat állítólag így hangzott: „Wis-sen Sie dass Ihre Elektrolyt-theorie falsch ist?”)

A lipcsei évek során válik végérvényesen fizikai kémikussá. Itt visszatér a diffrakciós vizsgálatokhoz, amelyeket kiterjeszt elektromokra is, és kiadja *Polar Molecules* című könyvét. 1935-ben elfogadja a berlini Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft Fizikai Intézetének igazgatói állását, ahol a Rockefeller Alapítványnak köszönhetően a kísérleti fizika legmodernebb fellegvára épülhet ki. Debye kiterjeszti korábbi fő munkáit, többek között adiabatikus demagnetizálással sikerül az addigi legkisebb hőmérsékletet elérniük. 1936-ban kémiai Nobel-díjjal tüntetik ki a molekulaszervezet meghatározásában elért vívmányaiért, amelyeket a röntgen- és elektrondiffrakció, valamint a dipólus momentum meghatározásának segítségével ért el. Ugyanekkor tölt nála egy évet Budó Ágoston, akivel a dielektrikumokat vizsgálja.

1939-ben Debye tudta nélkül az intézetben radiokémiai kutatásokat kezdenek, őt pedig kényszerítik, hogy vegye fel a német állampolgárságot, különben nem léphet be az épületbe. Ekkor emigrál Amerikába, és élete hátralevő részében a Cornell Egyetemen tanít. Itt még 83 publikációt közöl, immár mint kémia-professzor. Új témája a polimerek és átlagos molekulatömegük meghatározása, amelyhez fényszóráson alapuló módszert dolgoz ki. Halála napjáig irányítja a csoportját, még a kórházból is – telefonon. 1965-ben a Kennedy reptéren szívinfarktus szenved, s ebből ugyan felépül, de egy következő 1966-ban végleg elragadja. Rendkívüli szívélyességét példázó idézetek szép számmal találhatók a jelölt forrásban. (Forrás: M. Davies, *Biogr. Mem. Fell. R. Soc.* 1970, **16**, 175–232.)

*A teljesen apolitikus Debye 2006-ban náci kollaboránsként tünt fel Sybe Rispens „Einstein Hollandiában” című könyvében. Debye aláírása valóban szerepel egy 1938-as, a Holland Fizikai Társaság elnökeként írott levélben, amely lemondásra szólítja fel zsidó kollégáit. Rispens könyve akkora vihart kavart, hogy az Utrechti Egyetem vezetése a Debye Intézet nevének megváltoztatása mellett döntött. Aktív együttműködését azonban tények sora vonja kétségbe, ráadásul kortársai közül egy sem tartotta antiszemitának. Sőt, 1940-es emigrációja is azzal hozható összefüggésbe, hogy nem akart náci nyomásra német állampolgár lenni. Valószínűbb, hogy az adott helyzetben elkerülhetetlennek tartotta a levél aláírását. (További csavar a történetben J. Reiding 2010-es cikke. Paul Rosbaud, az ismert MI6 kém és Debye levelezésére, valamint életrajzi tényekre alapozva Reiding nem kevesebbet állít, mint hogy Debye a brit kémiszervezet informátora lehetett.)*





## Az őselemektől a kémiai elemekig

A filozófusok és a természettudósok három évezredig fáradtak azon, hogy az anyagi világot néhány alpanyagra, elemre vezessék vissza.



Az indiai gondolkodók a Védák könyvében, Kr. e. 1000 körül, az anyag és szellem egységét öt elem – a tűz, a föld, a levegő, a víz és az éter – formájában testítették meg.

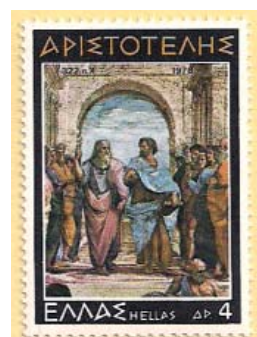
A görög filozófiába Empedoklész (Kr. e. 495–435) vezette be a négy őselem, a tűz, a víz, a levegő és a föld fogalmát. Arisztotelész (Kr. e. 384–322) a négy őselemhez ötödikként az étert fűzte hozzá.

Éterhipotézise egészen Einsteinig végighúzódott a fizikai elméleteken.



Démokritosz (Kr. e. 460–370) szerint kis, tovább nem osztható részecskék léteznek, amelyeket atomoknak nevezett. Elmélete hosszú időre feledésbe merült, de Arisztotelész tanai tovább éltek.

A középkor az alkímia idősza volt, amelyben az anyagokat és tulaj-



donságaikat is a kénre, a higanyra és a sóra vezették vissza. Az alkímisták a „bölcsek követ” keresték, amely meghosszabbítja az életet és a fémeket arannyá változtatja. Paracelsus (1493–1541) szerint az élő szervezetek is az alkímia három alpanyagából épülnek fel.



A kén-higany-só tanának egyik első kritikusa Robert Boyle (1627–1691) volt, aki az 1661-ben megjelent „Szkeptikus kémikus” című művében az elemeket olyan anyagoknak tekintette, amelyek kémiaiilag azonosak és tovább nem oszthatók.



A német természettudós, Joachim Jungius (1587–1657) számára az antik világ fémeszközei és az alkímisták három alpanyaga kémiai elemek voltak, amelyek egyneműek és oszthatatlanok.

John Dalton (1766–1844) angol fizikus vezette be a hidrogénre vonatkoztatott relatív atomtömeg fogalmát. A svéd kémikus, Jöns Jacob Berzelius (1779–1848) mintegy 2000 molekula atom- és molekulaszám-táblázatát készítette el. Berzelius 1813-ban ajánlotta a máig is érvényes kémiai jelölések bevezetését.



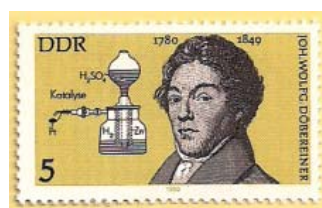
A kémiai elemek első összeírását a francia kémikus Antoine Laurent de Lavoisier (1743–1794) végezte el. A német kémikus, Leopold

Gmelin (1788–1853) szerves kémiai kézikönyvében az elemeket a nemfémek, a könnyű- és a nehézfémek csoportjára osztotta.

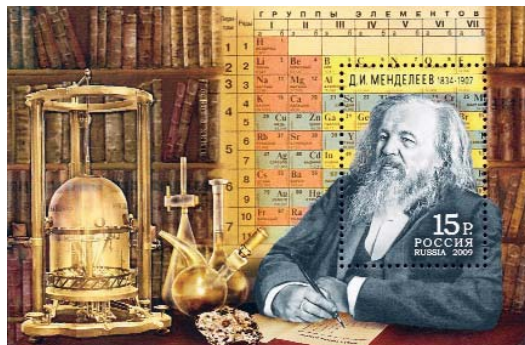
A szintén német Johann Wolfgang

Döbereiner (1780–1849) az akkor ismert elemeket a hasonlóságuk alapján hármas csoportokba, triádokba rendezte.

Az elemek ma is használatos periódusos rendszerének a kidolgozását az orosz kémikusnak, Dmitrij Ivanovics Mengyelejevnek köszönhetjük. Munkásságának ismertetése megér egy önálló fejezetet.







tezését és tulajdonságait megjósolta, és ezek helyét kérdőjellel jelezte meg a táblázatban.



A periódusos rendszer megalkotásának 100. évfordulójára kiadott szovjet bélyegen egy ilyen előrejelzését ábrázolták. Az alumínium és az indium között egy 68-as atomtömegű elemet jósolt meg, amelyet meg is találtak, és galliumnak nevezték el. A 116-os atomtömegű elem helyét Mengyelejev 1871-ben maga korrigálta, és a 113 atomtömegű indiumot helyezte ide.

Winkler a germánium felfedezésével a 72-es tömegszámú hiányt tudta pótolni.



Ma nem is képzelhető el kémia laboratórium vagy tanterem a periódusos rendszer nélkül.

A periódusos rendszer magyarázatát a kvantummechanika törvényeinek köszönhetjük.

Boros László



ját ábrázolja. Mindkettőn a periódusos rendszer későbbi változatát látjuk a háttérben, hiszen 1871-ben még nem ismerték például a nemesgázokat, a galliumot, a germániumot.

Mengyelejev néhány elem lé-

Ménes András–Krascsenits Zoltán

■ Szent István Egyetem

■ Magyar Tannyelvű Alapiskola és Gimnázium, Bratislava

## Száznyolcvan éve született Dmitrij Mengyelejev

**D**mitrij Ivanovics Mengyelejev 1834. január 27-én született a szibériai Tobolszkban, ami sokszor a politikai elítéltek gyűjtőállomása volt a cári Oroszországban. Ő volt a legfiatalabb Ivan Pavlovics Mengyelejev és Marija Kornilova 16 gyereke közül. Apja a filozófia, a politika és a szépművészet tanára volt. Hályog miatt, sajnos, megvakult, és nem sokkal Dmitrij megszületése után le kellett mondania gimnáziumi állásáról. Nyugdíja kevés volt a család igényeinek kielégítésére, ezért a parancsoló természetű, agilis asszony lépett elő családfővé. Marija képes volt rá, hogy férje halála után felújítsa és felvirágoztassa a család elhanyagolt üveggyárát.





Mengyelejev ifjúkora a becsvágy és az értelem története a 19. századi Oroszországban. A tobojszki gimnáziumban az ifjú Mengyelejev nem rajongott a latin nyelvért és a klasszikusokért, viszont kedvelte a matematikát és a fizikát. Amikor édesanyja felismerte, hogy fia tehetséges, elment vele Szentpétervárra, ahol Mengyelejevet felvették a Központi Pedagógiai Intézetbe. Az anyja nem sokkal ezután meghalt. Mengyelejevet is megcsapta a halál lehellete, tüdőbajt kapott, és egy neves doktor kijelentette, hogy rövid ideig fog élni. Egy még nevesebb doktor, név szerint Nyikolaj Pirogov viszont azt mondta, hogy éppen ellenkezőleg, túl fogja élni az orvosait. 1856-ban, ugyanabban az évben, amikor megkapta a diplomáját kémiából, egészségi állapota is helyreállt.

Miután néhány évig tanított a szentpétervári egyetemen, Mengyelejev Heidelbergben folytatta tanulmányait, ahol felfedezte azt a jelenséget, amelyet ma kritikus hőmérsékletnek neveznek: azt a pontot, amely fölött a gáz nem cseppfolyósítható. 1860-ban részt vett az úttörő hatású, karlsruhei kémiai kongresszuson, ahol Stanislaw Cannizzaro felújította Avogadro feltevését, végre világossá téve az atomok és molekulák kapcsolatát. (Amadeo Avogadro azt állította, hogy azonos térfogatú gázok ugyanazon hőmérsékleten és nyomáson azonos számú molekulát tartalmaznak. Ez lehetővé tette, hogy meghatározzák a molekulákat alkotó elemek tömegét.) Mengyelejevet, miután 1865-ben ledoktorált, 1867-ben kinevezték a szentpétervári egyetemen az általános kémia professzorává.

A hatvanas évek során Mengyelejev belefogott, hogy megírja *A vegytan alapelveit*, felismerve, hogy Oroszországnak nagy szüksége van szerves kémiai tankönyvre. Miközben ezzel foglalkozott, sokkal nagyobb célt tűzött maga elé – noha nem ő volt az egyetlen –, mégpedig hogy rendet tegyen ezen a zavaros területen. Más vegyészekhez hasonlóan hitt benne, hogy a különböző elemekben van valami alapvetően egységes. „De egy gombától egy tudományos törvényig semmit sem lehet felfedezni anélkül, hogy az ember ne járja utána – írta. – Így hát nekiláttam, egy-egy kartonlapra feljegyeztem az elemeket az atomsúlyukkal, jellegzetes tulajdonságaikkal együtt. A hasonló elemeknek az atomsúlyuk is hasonló volt [vagy egyenletesen növekedett], és ez meggyőzött róla, hogy az elemek tulajdonságai periodikus kapcsolatban vannak az atomsúlyukkal.”

Mengyelejev észrevette a tulajdonságok ismétlődését, az elemek kémiai és fizikai tulajdonságainak szabályos vagy periódusos jellegét.

Hangsúlyozni kell, hogy a táblázat megalkotása közben Mengyelejev felhasználta hatalmas vegyi ismereteit és rendkívüli éleslátását. Az atomsúly viszonyszám, bizonyos esetekben csak megközelítés, amely tapasztalati úton alakult ki. Ilyen módon a periódusos táblázat maga vált szervező erővé, Mengyelejevben pedig megvolt a vakmerőség, hogy feltételezze olyan elemek létezését, amelyeket akkor még nem fedeztek fel. „A szokásos elemek között – írta – rendkívül furcsa, hogy hiányoznak a bór és az alumínium analógjai.” Megjósolta három elem létezését és tulajdonságait. Ezeket eka-alumíniumnak, eka-bórnak, eka-szilíciumnak nevezte el. Ezt követően 1875-ben felfedezték a galliumot, 1879-ben a szkandiumot és 1885-ben a germániumot. Mengyelejev némely más jóslata kevésbé sikeresnek bizonyult.



1860 körül számosan törekedtek arra, hogy osztályozzák az elemeket, de Mengyelejev periódusos táblázata bizonyult a legsikeresebbnek. Némelyek szerint meg kell osztani a sikert Lothar Meyerrel, aki csaknem ugyanakkor hasonló osztályozást készített, de talán Alexandre-Émile Béguyer de Chancourtois-val is. Mengyelejev magyarázatainak világossága és azon készsége folytán, hogy megjósolja a fel sem fedezett elemek tulajdonságait, az ő periódusos táblázata lett „szabvány”. *A vegytan alapelvei* egyedülálló könyv, világos nyelvezetű, ugyanakkor sok lábjegyzet és anekdota tarkítja. Számos nyelvre lefordították.

Oroszországban mindeme teljesítmények mellett azért is emlékeznek rá, mert úttörő munkát végzett a Fekete-tenger melletti terület olajiparának fejlesztésében. Ebből a célból 1876-ban ellátogatott az Egyesült Államokba, ahol éppen a centenáriumi ünnepségek zajlottak. Más európai utazókhöz hasonlóan neki sem tetszett Amerika, primitív helynek találta, ahol nem érdekődnek a tudomány iránt.

Mengyelejev hipnotikus erejű képmásának láttán az ember azt hinné, hogy rendhagyó volt a magánélete. 1863-ban, harmincegy éves korában, nővére rábeszélte, hogy vegye feleségül Fedoszja Nyikityicsma Lecsevát. Rendkívül boldogtalan házasság volt. Miután két gyermekük született, elváltak, mert nem bírták elviselni egymást ugyanazon fedél alatt. 1876-ban, mielőtt elutazott volna az Egyesült Államokba, Mengyelejev megismerkedett a gyönyörű, tizenhét éves Anna Ivanova Popovával, és elhatározta, hogy vagy ez a lány lesz a felesége, vagy belefojtja magát az óceánba. Noha nem tudta azonnal elérni, hogy az ortodox egyház elválással a feleségétől, mégis talált egy pópát, aki hajlandó volt összeesküdni Annával. Ilyen módon egy ideig bigámiában élt. Hogy elkerülje a számonkérést, a cárhoz fordult.

Egy történet szerint egy nemesember, aki ugyanilyen felmentésért kilincselte Sándor cárnál, a vegyészre hivatkozott. „Mengyelejevnek csakugyan két felesége van – felelte Sándor cár –, nekem azonban csak egy Mengyelejevem van.”

Második házassága rendkívül boldognak bizonyult, négy gyermekük született. Anna bevezette férjét a művészek világába, a férfi gyűjtő és kritikus lett, végül beválasztották az Orosz Művészeti Akadémia tagjai közé. Élete végén apjához hasonlóan az ő szemén is hályog keletkezett. 1907. január 20-án hunyt el. ●●●

## IRODALOM

- [1] Römp: Vegyészeti lexikon, Műszaki Könyvkiadó, 1984.
- [2] Fizikai Kislexikon, Műszaki Könyvkiadó, 1977.
- [3] Magyar Nagylexikon, Magyar Nagylexikon Kiadó, 2003.
- [4] Fizikai kézikönyv műszakiaknak, Műszaki Könyvkiadó, 1980.
- [5] Műszaki lexikon, Akadémiai Kiadó, 1974.
- [6] Természettudományi Lexikon, Akadémiai Kiadó, 1968.
- [7] Új magyar lexikon, Akadémiai Kiadó, 1962.
- [8] Tolnai világlexikon, Tolnai Nyomdai Műintézet és Kiadóvállalat Rt., 1927.
- [9] Cambridge enciklopédia, Maecenas Kiadó, 1992.
- [10] John Simmons: The Scientific 100, Carol Publishing Group, 1996.
- [11] Egyetemes lexikon, Magyar Könyvklub, 2001.
- [12] Hargittai István: Dmitrij Mengyelejev hiányzó Nobel-díja. Természet Világa (2012) 561–563.
- [13] Inzelt György: Dmitrij Ivanovics Mengyelejev. In: A tizenkét legnagyobb orosz. 2009. 177–196.
- [14] Jurij Fialkov: Beszédesség kérdőjelek a kémiában. Móra Könyvkiadó, 1975.
- [15] William H. Brock: The Fontana History of Chemistry. Fontana Press, 1992.
- [16] Makra Zsigmond: Az „atomkor” kezdete. Természet Világa (2012) 568.
- [17] Mark A. Green, Michael J. Welch: Gallium radiopharmaceutical chemistry. International Journal of Radiation Applications and Instrumentation (1989) 435–448.





# Kiss István

## (halálának első évfordulójára)



Kiss István 2012. november 23-án, élete kilencvenedik évében meghalt. Most, hogy az életrajzát áttekintem, csodálkozva látom, aktív életének mennyire rövid szakaszát töltötte csak közöttünk, az (egykori) KFKI-ban. Ő volt az, aki elindította a Csillebércen folyó kémiai kutatásokat. Mi, idősebbek, mindmáig meghatározónak érezzük a kutatómunkának azokat az elveit, amelyeket – szóban vagy magatartásával – ő fogalmazott meg.

Nyilván nem a hatvan évvel ezelőtti feladatokon akarunk dolgozni. De a kutatások akkori szellemét szívésen idézzük vissza.

Kiss István 1923-ban született Seregélyesen. Édesapja szabómester volt, hárman voltak testvérek. Középiskoláit a békéscsabai evangélikus gimnáziumban végezte; egy írásának tanúsága szerint erre a kiváló iskolára, amely a háború idején „a szélsőséges áramlatoknak nem teret adva” nevelte diákjait, és amelynek egyik kiváló tanára „az ötvenes években sem tűrte meg a kulákozást”, érettségije után 65 évvel is hálával emlékezett. Egyetemre a faji törvények miatt nem mehetett, ezért kitanulta édesapja mesterségét. Szabósegédként dolgozott Budapesten 1944. március 19-ig, akkor letartóztatták, internálták, majd Auschwitzba került. A háború utolsó napján szabadult. Erről az évről soha nem beszélt előttünk.

Hazatérése után a Szegedi Tudományegyetem vegyész szakán kezdte meg tanulmányait, rövidebb ideig Budapesten tanult (közben a Goldberger-gyár laboratóriumában volt laboráns), végül Szegeden, 1949-ben szerezte meg a vegyész oklevelet. Az ottani Szerves Kémia Tanszéken kezdett dolgozni, majd 1951-ben aspiránsi ösztöndíjjal Leningrádba került, ahol a tudományegyetemen Busmakin professzor vezetése alatt többkomponensű rendszerek fázisegyensúlyaiával foglalkozott. Ebben a témában védte meg kandidátusi értekezését 1954-ben. Hazaérkezése után egy évig az MTA Központi Kémiai Kutató Intézetének lett tudományos munkatársa, majd a Központi Fizikai Kutató Intézetbe hívták, ahol a radiokémiai kutatások megszervezésével bízták meg, tekintettel az akkor már épülőfélben lévő kísérleti reaktorra. Négy témakörben indította meg a munkát: a radioaktív izotópok kémiaja, a stabilis izotópok elválasztása, az uránkémia és a sugárkémia területén.

A reaktor indulása két téma intenzív művelését tette lehetővé és kívánta meg. Kiss István mindkettőben aktívan vett részt. Egyfelől a neutronfizikai kutatásokhoz  $^{10}\text{B}$ -ben dúsított bőrvegyületeket kellett előállítani, másfelől a termikus neutronok kiváltotta magátalakulások segítségével radioaktív izotópprepará-

tumokat lehetett vizsgálni, majd termelni. Ez utóbbi területen elért tudományos és gyakorlati eredményeiért 1963-ban Kossuth-díjat kapott. Akadémiai doktori értekezésének tárgya azonban az első területhez kapcsolódott: a stabilis izotópok fizikai kémiai vizsgálatairól és desztillációs dúsításáról szóló disszertációját 1968-ban védte meg. A radioaktív vegyületekkel kapcsolatos munkákban a korszerű nukleáris preparatív eljárások és mérési módszerek továbbfejlesztésére volt szüksége, az izotópeffektusok vizsgálatában, értelmezésében és alkalmazásaiban a klasszikus fizikai kémia útjain járt.

Szemmel láthatóan ezt kedvelte jobban, talán leningrádi tanulmányai hatására is. Rendszeres egyetemi oktatómunkáját 1959-ben kezdte meg, mint a Magkémia kollégium előadója, én azonban már az 1957/58-as tanévben hallgattam egy speciális kollégiumát ezzel a címmel. Főként izotópdúsításról volt benne szó – egyebek között a desztilláció fizikai kémiai elméletét tanította nekünk, nagyon szabatosan.

A nukleáris kémia egyetemi oktatásában évtizedeken át aktívan vett részt. Vértes Attilával együtt írt könyvét *Magkémia* címen magyarul az Akadémiai Kiadó 1979-ben jelentette meg, átdolgozott angol változatát *Nuclear Chemistry* címen az Elsevier adta ki. Ez a mű, noha terjedelme és tartalma meghaladja a hallgatói igényeket, tudomásom szerint ma is szolgálja az egyetemi oktatást.

Mi, akik a vezetése alatt dolgoztunk, tudományos szervezőmunkájának az eredményeit is tapasztalhattuk. A KFKI Kémiai Főosztálya az ő idejében vált nagy létszámú, hatékonyan dolgozó kutatóhellyé. A radiokémia vagy a klasszikus fizikai kémia területét érintő alapkutatásokat éppúgy támogatta, mint azokat az alkalmazott munkákat, amelyek a hazai ipar nem egy területén, a kohászati analitikától az izotópgyártáson át a nukleáris energetikáig nyertek felhasználást.

Mást is kell tudnunk róla. Az ő személye és magatartása tette lehetővé, hogy biztonságos körülmények és igényes feltételek között folytathattuk a munkánkat. Például engem egy veszedelmesen rossz kádervélemény birtokában (alapján?, ellenére?) vett fel az osztályára. Okos bátorságának köszönhetjük, hogy alig voltunk kitéve a politikai éghajlat változásainak.

1966-ban elhagyta az intézetet, akkor úgy hittük, csak egy időre; 1971-ig Bécsben, a Nemzetközi Atomenergia Ügynökség (IAEA) munkatársa lett. Hazatérése után azonban az Országos Mérésügyi Hivatal tudományos elnökhelyettese, majd elnöke lett. 1978-ban visszatért Bécsbe, 1984-ig az Ügynökség osztályvezetőjeként dolgozott.

Ettől az időtől kezdve találkozásaink ritkává és esetlegessé váltak. Szakmai kérdésekről kevesebbet beszélgettünk. Nem volt dicsekvő természetű ember: csak most tudtam meg, hogy szülőhelye, Seregélyes, 2003-ban díszpolgárává avatta. Halála előtt néhány héttel találkoztunk össze ott, ahol megszoktuk, a 21-es busz peronján. Fölényes legyintéssel hárította el egészségi állapotára vonatkozó érdeklődésemet.

Halálát felesége, Dr. Vermes Éva gyermekgyógyász, fia, két lánya, tíz unokája, gyarapodó számú dédunokája gyászolja. Velük gyászolnak egykori kollégái.

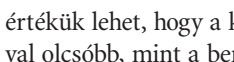
Schiller Róbert



## Pálinkás polimerkémia

Alkoholbarát kémikusok tapasztalata szerint az egyelektron-transzferen alapuló, gyökös, élő polimerizáció (*single-electron transfer living radical polymerization, SET-LRP*) számára a legtöbb alkoholos ital is megfelelő oldószer. A kísérleteket poli-*N*-izopropil-akrilamid előállítására végezték réz(0)-tartalmú katalizátor jelenlétében. A kipróbált közegek között voltak sörök, borok és töményebb italok is, például ouzo vagy román házi pálinka. Az eredmények látványosan demonstrálják, hogy a reakció nem érzékeny változatos funkció-csoportokat is tartalmazó szennyeződések jelenlétére. Ezenkívül gyakorlati értékük lehet, hogy a kipróbált alkoholos italok jelentős része jóval olcsóbb, mint a bennük lévő etanol lenne.

*Polym. Chem.* 5, 57-61. (2014)



### CENTENÁRIUM

Sir Ernest Rutherford:  
The structure of the atom  
*Journal: Philosophical Magazine*  
Series 6, Volume 27, pp. 488–498.  
(1914. március)

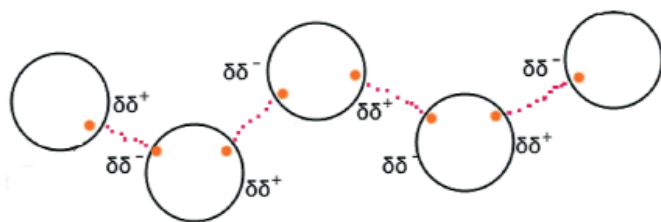
Ernest Rutherford (1871–1937) új-zélandi születésű fizikus volt, a magfizika atyjaként vonult be a tudománytörténelembe. Pályája

kezdetén megalkotta a radioaktív felezési idő fogalmát, valamint felismerte a radioaktív alfa- és béta-sugárzás közötti különbséget. 1908-ban kémiai Nobel-díjat kapott az elemek bomlásának és a radioaktív anyagok kémiaiájának tanulmányozásáért. Már Nobel-díjasként az 1910-es években fedezte fel az atommagot, majd később a protont. 1932-ben, amikor James Chadwick felfedezte a neutront Cambridge-ben, a Cavendish Laboratóriumban, a labornak Rutherford volt az igazgatója.

## Kvázikristályos oxidok

A kvázikristályok felfedezéséért 2011-ben Dan Shechtman ugyan kémiai Nobel-díjat kapott, de ez az anyagcsoport még mindig különlegesnek számít. A legtöbb ma ismert kvázikristály fém, amelyet speciális ötvöztési módszerekkel lehet előállítani. Német tudósok a közelmúltban új módszert dolgoztak ki kvázikristályos oxidfilmek előállítására. Platinafelületen hagyományos módszerrel BaTiO<sub>3</sub> kristályokat növesztettek, amelyeket aztán vákuumban hevítettek. Elektron-diffrakciós vizsgálatok arra a váratlan következtetésre vezettek, hogy a folyamat eredményeként kvázikristályok keletkeztek. A módszer általánosíthatónak tűnik, vagyis más oxidok esetében is működhet.

*Nature* 502, 215. (2013)



## Mérhető van der Waals-erő

A van der Waals-erők általában semleges részecskék között hatnak, fő jellemzőjük a gyengeség. Belga tudósoknak a közelmúltban sikerült közvetlen módszert kidolgozniuk a kölcsönhatás erősségének mérésére. Rubídium-87 atomokat csapdáztak nagyon jól fókuszált lézersugarakban, s ezután megfigyelték az alapállapot és a gerjesztett állapotok közötti oszcillációt. Ezek az oszcillációk egyértelműen a két atom közötti távolságtól függtek, és így alkalmasak voltak a van der Waals-erő kiszámítására is.

*Phys. Rev. Lett.* 110, 263201. (2013)

### APRÓSÁG

A katari Las Raffan iparvárosban 2013 decemberében új héliumtermelő üzemlet adtak át. Ezzel a kis arab ország az Egyesült Államok után a világ második legnagyobb hélium-előállítója lett.



## Olvadék-levegőelem

A levegőelemek, amelyek az oxigén és a fémek közötti redoxireakciók felhasználásával termelnek áramot, már régóta ismertek a tudományban: legegyszerűbb megvalósításukhoz



mindössze alufólia és sóoldattal átitott papírtörölköző szükséges. Angol tudósok a levegőelem egy új típusát alkották meg, amelyet – kissé talán szerencsétlenül – olvadék-levegőelemnek (*molten air battery*) neveztek el. Az ötlet lényege, hogy az elektrolit szilárd anyag helyett folyadék, ebben az esetben lítium-karbonát, amely 723 °C-on olvad, és az anód anyagából oxidációval képződő komponenssel gyakran alacsony olvadáspontú eutektikumot is képez. Háromféle anódot is teszteltek: elemi vasat, grafitot és vanádium-boridot (VB<sub>2</sub>). Az így készített elemek újratölthetők, térfogati energiasűrűségük minden eddig használt akkumulátorénál kedvezőbb.

*Energy Environ. Sci.* 6, 3646. (2013)

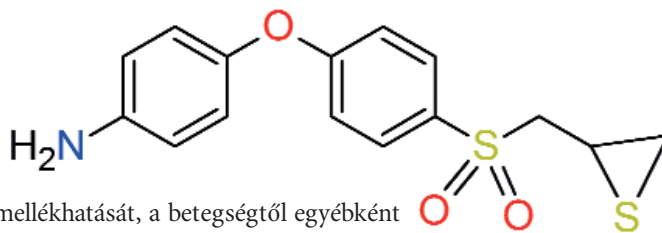
Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt  
Lente Gábor rovatszerkesztőnek: [lente.gmk@science.unideb.hu](mailto:lente.gmk@science.unideb.hu).





## A HÓNAP MOLEKULÁJA

A gyógyszerfejlesztésben ND-322 kóddal ismert 4-[4-((tiirán-2-il)-metilszulfonil)fenoxi]anilin ( $C_{15}H_{15}NO_3S_2$ ) egy mátrix metalloproteináz enzim (MMP-9) ismert, 2011-ben előállított inhibitora. A közel-múltban egérkísérletekben kimutatták, hogy az MMP-9 enzim gátlásával hatásosan lehet kezelni a cukorbetegség egyik kellemetlen mellékhatását, a betegségtől egyébként függetlenül keletkező sebek és horzsolások igen lassú gyógyulását. Az MMP-9 inhibitoroknak, így az ND-322-nek is a jövőben nagy szerepe lehet az ilyen gyógyszeres kezelésekben.



ACS Chem. Biol. 9, 105. (2014)

## Ritkaföldfémevő baktériumok



Holland tudósok egy olyan élőlényt fedeztek fel, amelynek az életfolyamataihoz ritkaföldfémek szükségesek. A *Methylobacterium fumariolicum* SolV nevű metanotróf, vagyis metánt fogyasztó baktériumot olasz iszapvulkánokban találták néhány éve, de laboratóriumi körülmények között sokáig nem sikerült tenyészteni; ehhez az eredeti iszapvulkán anyagára is feltétlenül szükség volt. Az analízis során kizárták, hogy szerves anyag legyen a baktérium szaporodásához hiányzó komponens, viszont szokatlanul nagy mennyiségben találtak ritkaföldfémeket: cériumot, lantánt, praeodimiumot és neodimiumot. A mesterséges táptalajhoz ezeket az elemeket szándékosan hozzáadva a baktériumok növekedésnek indultak. További vizsgálatok azt mutatták, hogy a baktériumban lévő metanol-dehidrogenáz enzim a más élőlényekben szokásos kalcium helyett nagyrészt cériumot tartalmaz. A felfedezés a ritkaföldfémek bányászatának biológiai elősegítésével igen nagy jelentőségű lehet.

Env. Microbiol. 16, 255. (2014)

## Antik ólmot a fizikusoknak!

A részecskefizikusok általában nem kereskednek műkincsekkel. Ezért talán meglepő, hogy egy amerikai és egy olasz részecskefizikai kutatóintézetben dolgozó kutatók az 1990-es évektől kezdve jelentős mennyiségű, elsüllyedt hajókból kiemelt antik ólomtárgyat vásároltak. A jelenség mára felhívta magára néhány archeológus figyelmét is. A fő ok az, hogy a manapság bányászott ólomban a radioaktív  $^{210}\text{Pb}$ -izotóp még viszonylag jelentős mennyiségű, és ez zavarja a detektorokat. Az izotóp felezési ideje 22 év, így a több száz éves mintákban már alig-alig van belőle. Történészek ezért attól tartanak, hogy a fizikusok által generált nagy kereslet illegális kereskedelmi csatornákat is életre kelt majd, s így akár az antik tárgyak archeológiai információtartalmának elvesztésével is járhat.



Rosetta 13.5, 40. (2013)

## TÚL A KÉMIÁN

### Eltáncolt bizalom

A *Nature* folyóirat tavalyi utolsó számában a szerzők egyetlen mondatos levélben, indoklás nélkül visszavontak egy 2005-ben megjelent cikket, amely azt állította, hogy Jamaicán végzett vizsgálatok szerint a szimmetrikusabb testfelépítésű férfiak és nők tehetségesebb táncosok, mint a kevésbé szimmetrikusak. Ez a megfigyelés a tánc és a szexuális kiválasztódás közötti kapcsolatot igazolta volna. A szerzők a Rutgers Egyetem kutatói voltak, s a *Science* magazinnak adott interjú szerint egyikőjük számára már nem sokkal a publikáció után gyanússá váltak az adatok. Vizsgálódásainak eredményeként rájött, hogy a tanulmányba bevont táncosokat a cikk első szerzője előzetesen alaposan kiválogatta úgy, hogy az eredmények automatikusan a munkahipotézist igazolják. Igen tanulságos, hogy az első szerző kivételével a többiek már 2008-ban kérték a cikk visszavonását, és 2009-ben már bizonyítékuk is volt a tudományos etikai vétségre, a nagy nevű lap mégis csak évekkel később volt hajlandó ezt közölni. Közben a cikket 136 alkalommal hivatkozták a szakirodalomban.

*Nature* 438, 1148. (2005) | *Nature* 504, 470. (2013)

*Science* 342, 1152. (2013)

### RETRACTION

doi:10.1038/nature12728

### Retraction: Dance reveals symmetry especially in young men

William M. Brown, Lee Cronk, Keith Grochow, Amy Jacobson, C. Karen Liu, Zoran Popović & Robert Trivers

*Nature* 438, 1148–1150 (2005); doi:10.1038/nature04344

We retract this Letter, which reported strong positive associations between symmetry and dancing ability in a group of young Jamaican men. K.G. could not be contacted.





## Tisztségviselő-választás a Nitrogénművek Zrt. Munkahelyi Csoportjánál

2013. január 28-án tartotta az MKE pétfürdői munkahelyi csoportja a tisztségviselő-választást, amelyre Szoboszlai Sándor, a Nitrogénművek Minőségellenőrzési és Minőségbiztosítási Osztályának vezetője, a munkahelyi csoport elnöke nyugdíjba vonulása miatt került sor. Szoboszlai Sándor 1992-től 2007-ig a titkári, 2007-től napjainkig az elnöki funkciót töltötte be a munkahelyi csoport élén. Ezen időszak alatt az üzemi csoport számos hazai és külföldi résztvevővel közös szakmai program, előadás, tapasztalatcserét szolgáló látogatás szervezésében vett részt. Az ülésen a résztvevők előadásokat hallgattak meg a Nitrogénművek Zrt. folyamatban lévő és tervezett, kapacitásbővítést megcélzó beruházásairól (előadók: Kövesdi Zsolt, Ammónia beruházási projekt irodavezető és Bierbauer Norbert, Műtrágya beruházási projekt irodavezető). Az ülést megtisztelte jelenléte-



vel, és köszöntötte a leköszönő elnököt Simonné Dr. Sarkadi Livia, az MKE elnöke és Androsits Beáta, az MKE ügyvezető igazgatója. Dr. Blazsek István, a Nitrogénművek Zrt. vezérigazgatójának méltató szavai után került sor a tisztségviselő-választásra, melynek eredményeképpen a munkahelyi csoport elnökének a tag-ság Fülöp Tamást, a Nitrogénművek Zrt. fejlesztési osztályának vezetőjét, titkárának pedig Iváncsics Ildikó kereskedelmi koordinátort választotta meg.

## TUDOMÁNYOS ÉLET

### Nemzetközi Vegyészkonferencia

Az Erdélyi Műszaki Magyar Tudományos Társaság (EMT) 2013 novemberében tizenkilencedik alkalommal szervezte meg a Nemzetközi Vegyészkonferenciát, melynek Nagybánya adott otthont. A konferenciát 1995-ben rendezték meg először, célul tűzve ki az új kutatási eredmények bemutatásán kívül az egyetemek, kutatók, oktatók, illetve egyetemi hallgatók kapcsolatfelvételét. A konferencia plenáris előadásait követő szekció-előadások az évek során bővültek a diák poszterszekcióval, illetve a doktoranduszplénummal, melyek lehetőséget adnak az egyetemi hallgatók és doktoranduszok munkájának bemutatására.

Az első napon, a konferencia megnyitóját követően plenáris előadásokra került sor, amit kulturális műsor is követett. Az uta-



zás fáradalmait kipihenve, másnap a további plenáris előadások után a doktoranduszplénum következett, ahol tanszékünkéről többen is részt vettünk, a szerves kémia és biokémia szekcióban. A délután második felében szekció-előadások következtek, melyek a harmadik napon is folytatódtak szerteágazó témakörökben, így a szerves és szervetlen kémia, biokémia, gyógyszerkémia, fizikai, környezeti, analitikai kémia, valamint oktatás-módszertan területén. Poszterek bemutatására is sor került, ahol hallgatók is nagy számban vettek részt.

A szakmai beszélgetéseket, vitákat felszabadult szórakozás követte a konferencia zárásaként szervezett banketten. Az utolsó napon még néhány előadást hallhattunk, végül a záróünnepélyen átadták a doktoranduszplénum és diák poszterszekció kiemelkedő résztvevőinek járó díjakat.

Új ismeretsegekkel, hasznos tapasztalatokkal és élményekkel tértünk haza. Szeretném köszönetemet kifejezni a Magyar Kémikusok Egyesületének a konferencián való részvétel támogatásáért.

Szánti-Pintér Eszter

## TUDOMÁNYOS ÉLET

### MTA-PE Transzlációs Glikomika Kutatócsoport: laboravatás

A Transzlációs Glikomika Kutatócsoport laboratóriumi helyiségeinek ünnepélyes avatását 2013. november 21-én tartották a Pannon Egyetem Műszaki Informatikai Karán, Veszprémben. A kutatólaboratóriumot a Magyar Tudományos Akadémia Lendület III. programjának támogatásából újították fel.

A Műszaki Informatikai Kar Műszaki Kémiai Kutatóintézetében 2013-ban alakult az MTA-kutatócsoport. Guttman András világhírű kutató, több rangos amerikai egyetem professzora, az MTA külső tagja a Lendület program keretében iskolateremtő szándékkal hozta létre a kutatólaboratóriumot.

Az avatási ceremónián Friedler Ferenc, a Pannon Egyetem rektora beszédében hangsúlyozta, hogy a kutatólaboratórium létrehozásához három lényeges tényező kellett: egy kiváló professzor, az Akadémia, amely támogatást biztosít, és az egyetem, mely a folyamatokat, szakmai fejlesztéseket megfelelően koordinálja. Ezenfelül kiemelte, hogy a Pannon Egyetem három alaptevékenysége (oktatás, kutatás, innovációs tevékenység) közül a kutatási munka kiemelten fontos, a neves professzorok vezette kutatólaboratóriumok eredményesen működnek, a most avatott kutatólaboratórium is hosszú távú, kiváló befektetés az intézmény számára.

Guttman András, a kutatócsoport vezetője köszöntőjében kiért arra, hogy 35 éve végzett az intézményben, és az ez alatt az idő alatt a világ minden tájáról felhalmozott tudást ebben a la-



boratóriumban szeretné az egyetem szolgálatába állítani. Hangsúlyozta, hogy a laboratórium indulásának kedvező a fogadtatása, és már most jelentős magyarországi és nemzetközi partnerkapcsolatokkal büszkélkedhet. A Műszaki Informatikai Kar és a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával olyan projekt valósulhat meg, melynek keretében a cirkuláló ráksejtek újszerű vizsgálatára nyílik lehetőség, és a kutatás mellett oktatási tevékenységet is tudnak folytatni.



Friedler Ferenc és Guttman András felavatja a labort

Az MTA–PE Transzlációs Glikomika Kutatócsoport célja humán eredetű mintákból a cirkuláló ráksejtek glikomikai vizsgálatára új, integrált technológiák fejlesztése és alkalmazása, illetve a klinikailag fontos glikoproteinek azonosítása a mintákban található limitált számú cirkuláló ráksejtől (száztól néhány ezer sejtig) diagnosztikai és terápiás céllal. A laboratóriumban innovatív fejlesztéseket végeznek a rangos szakemberek, ugyanis számos fontos vizsgálatot nem lehet ilyen kis mennyiségű minta esetén elvégezni, hiszen az erre alkalmas analitikai módszerek csak napjaink áttöréseinek révén válnak elérhetővé.

A laboratóriumot világ színvonalú eszközökkel szerelték fel; a berendezések értéke több, mint százmillió forint.

Garay Tóth János

## OKTATÁS

### 10. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia

(Pune, India, 2013. december 3–12.)

A Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpiát (International Junior Science Olympiad, röviden IJSO) 2004-ben Indonézia alapította. A versenyen való részvétel egyik leglényegesebb kritériuma, hogy csak 16. évüket be nem töltött diákok indulhatnak a versenyen. Magyarországon ez azt jelenti, hogy érdemben a középiskolát épp elkezdő, illetve születési idejüktől függően egyes 10. osztályos diákok, kivételes esetben igen tehetséges 8. osztályos általános iskolások is versenyezhetnek.

A versenyen elvileg egyenlő arányban szerepel a három természettudományos tantárgy (fizika, kémia, biológia), így azoknak, akik több tárgybán is járatosak, a felkészítőn kevesebbet kell hozzátanulniuk. A versenyfelkészítőre korábban azon diákok jelentkezését vártuk, akik a versenyt megelőző tanévben egy vagy több természettudományi országos verseny döntőjébe jutottak. Ebben az évben 16 diákból választottuk ki a hatfős csapatot.

Ezt az olimpiát az oktatási kormányzat 2007 óta anyagi segítséggel is támogatja. Ebben az évben az Emberi Erőforrások Minisztériuma által biztosított támogatás az utazási és kint tartózkodási költségeknek körülbelül a 35 százalékát tette ki. A Richter Gedeon Nyrt. a verseny elejétől fogva jelentős anyagi támogatást nyújt a csapatnak: idén tőlük kaptuk a legnagyobb mértékű támogatást. Ebben az évben is pályáztunk a MOL Új Európa Alapítványához, és tőlük kaptuk a csapat kiutazásához hiányzó mintegy 20–25 százaléknyi támogatást. További segítséget kaptunk a Concord Alapkezelő Zrt.-től, a Diagnosticum Zrt.-től és az Astellas Pharma Kft.-től, valamint (oltások biztosításával) az érdi Központi Gyógyszertártól. Az utazás anyagi oldalának lebonyolítását az MKE végzi, amiért nagyon hálásak vagyunk.

A versenyre való felkészítést ebben az évben is júniusban kezdtük meg, mivel a megtanulandó tananyag olyan nagy, hogy az őszi felkészítés nem elegendő. Néhány napos elméleti bevezető után az általános iskolai tankönyvekből jelöltük ki az elsajátítandó (illetve átismétlendő) ismereteket, összefüggéseket, illetve az általunk készített prezentációkból kellett az új anyagot elsajátítaniuk a versenyre készülőeknek. A felkészítőre jelentkezettek között az idén is több 7. osztályt végzett volt, akik közül csak a kiemelkedően tehetségeseknek van esélyük eredményt elérni. Szeptember legelején írtuk meg az első selejtező dolgozatot. A válogató eredménye alapján tizenegy diák maradt versenyben, köztük a 7. osztályt végzett *Botlik Bence Béla* is.

A kiválasztott diákokat szeptemberben és októberben minden hétfőn a korábbi versenyek tapasztalatai és a követelmények alapján az ELTE Apáczai Csere János Gimnáziumban készítettük fel (Gyertyán Attila fizikából, Ács Zoltán biológiából, Villányi Attila kémiából). A második válogatóra november 1-jén került sor. Az így kialakult hatfős csapat az utolsó hónapban a további elméleti felkészítő mellett kipróbálhatta a gyakorlati forduló csapatmunkáját is. A gyakorlati felkészítésben részt vett Vörös Tamás kémia szakos egyetemi hallgató is, aki a csapat harmadik kísérő tanára volt.

Az idei magyar csapat tagjai: *Pápai Gábor*, a szekszárdi Garay János Gimnázium 10. osztályos tanulója, *Turi Soma*, a budapesti ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium 9. osztályos tanulója, *Stenczel Károly Tamás*, a gödöllői Török Ignác Gimnázium 9. osztályos tanulója, *Luu Hoang Kim Ngan*, a budapesti ELTE Radnóti Miklós Gyakorló Gimnázium 10. osztályos tanulója, *Gémes Antal*, a hódmezővásárhelyi Bethlen Gábor Református Gimnázium 9. osztályos tanulója, *Pusztai Árpád*, az érdi Vörösmarty Mihály Gimnázium 10. osztályos tanulója. Botlik Bence Béla csak néhány ponttal maradt le a bejutástól, így benne a jövő évi csapat legígéretesebb tagját reméljük.

A csapat december 1-jén este indult zürichi átszállással, és másnap este érkezett Mumbaiba. Zürichben és Mumbaiban egy-egy éjszakát saját költségen töltöttük el, majd a szervezők december 3-án hétórás autóbuzsós transzferrel juttattak el a verseny helyszínére, Punéba.

Az indiai szervezők megfelelő állami támogatás mellett kiváló körülményeket biztosítottak a verseny lebonyolításához.

A kísérő tanárokból álló nemzetközi zsűri a második, a negyedik és a hatodik napon vitatta meg az egyes fordulók feladatait, ezeket ezután minden ország tanárai késő éjszakáig fordították a saját nyelvükre, másnap a diákok versenyeztek. A harmadik, gyakorlati fordulót a hetedik napon a diákok csapatmunkában oldották meg.

Évek óta azt tapasztaljuk, hogy a verseny feladatai egyre inkább a középiskola legutolsó, az egyetem első évében tanított



**A csapat (balról jobbra): Pápai Gábor, Luu Hoang Kim Ngan, Gyertyán Attila (tanár, hátul), Stenczel Tamás Károly, Villányi Attila (tanár, hátul), Pusztai Árpád, Gémes Antal (hátul), Turi Soma, Vörös Tamás (tanár)**

tananyag felé tolódnak el. Ebben az évben ráadásul a fizika kérdések részaránya – mind az elméleti, mind a gyakorlati fordulóban – jelentősen meghaladta a kémiáét és még inkább a biológiáét. Mind a fizika, mind a kémia kérdések egy része túlságosan nehéznek bizonyult az európai diákok számára, így aranyérmet – három orosz versenyzőn kívül – kizárólag ázsiai diákok szereztek.

A pontegyeztetés estéjére kialakult a végleges sorrend, és ez alapján a nemzetközi zsűri egyetértésével történt meg a ponthúzás. A 38 ország 223 diákja közül 22 kapott aranyérmet, 44 ezüstöt és hivatalosan 68 bronzérmet. (Valóságban ennél több érmet került kiosztásra, mivel a versenyszabályzat szerint a szervező ország még egy 6 fős csapatot indíthat.) Ebben az évben is valamennyi diákunk éremmel tért haza, amivel csak 13 ország büszkélkedhet. Eredményünk azonban kissé elmarad az elmúlt évekéktől: Stenczel Tamás Károly ezüstérmet, a csapat másik öt tagja bronzérmet kapott. Csapatunk a szerzett érmekből számított pontszámok alapján a 12–14. helyen végzett. A magyar csapat december 13-án érkezett haza a versenyről.

Az IJSO idej feladatsorait – csakúgy, mint a korábbiakat – az érdeklődők hamarosan letölthetik a magyar csapat hivatalos honlapjáról (<http://ijsokemavill.hu>).

A verseny folytatódik, bár a jövő évi helyszín egyelőre bizonytalan: 2015-re két ország, Sri Lanka és Dél-Korea is jelentkezett, és Sri Lanka tanárai azt ígérték, hogy megkísérik 2014-re elfogadtatni a minisztériumukkal a verseny megszervezését. 2016-ra Kazahsztán hívta meg a versenyt, 2017-ben valószínűleg Hollandiában, 2018-ban Németországban lesz az IJSO. Észtország pedig bejelentette, hogy 2020-ban ők tervezik a verseny lebonyolítását.

**Villányi Attila**



EMBERI ERŐFORRÁSOK  
MINISZTERIUMA



Új Európa Alapítvány



RICHTER GEDEON

## Varázslatos Kémia Nyári Tábor – 2013

Ebben az évben is megrendezték a már sok éves múlta visszatekintő Varázslatos Kémia Nyári Tábor, amelynek Eger és Szeged után idén Debrecen városa adott otthont. A táborozók szállása a

Svetits Katolikus Gimnázium kollégiumában volt, igen közel a belvároshoz, míg a programok a Debreceni Egyetem kémia tanszékén zajlottak, ahová mindennap autóbusszal utaztunk ki. Idén 38, kémia iránt elkötelezett diák vett részt a táborban, közülük sokan az Irinyi János kémiaversenyen vagy egyéb helyeken nyerték a tábor, ahogy én is. Ezért köszönet illeti a különdíjak felajánlóját, a Labsystem Kft.-t, amelynek jóvoltából hárman lehetünk itt. Köszönet illeti emellett a Magyar Kémikusok Egyesületét, annak ügyvezető igazgatóját, Androsits Beátát, aki a tábor főszervezője volt. Végül, de nem utolsósorban szeretnénk köszönetet mondani a Debreceni Egyetem professzorainak és a kutatócsoportoknak, valamint mindenkinek, aki nélkül nem lehetett volna a tábor olyan, amilyen lett.

A tábor első napján, hétfőn délután 2 órára mindenki megérkezett a tábor kollégiumába. A budapestiek együtt utaztak, emellett voltak, akiket a szüleik hoztak és olyanok is, akik egyénileg oldották meg az utazást. Amint a budapestiek is megérkeztek, egyből elfoglaltuk a szálláshelyet, majd indultunk a Debreceni Egyetem kémia tanszékére. A buszról leszállva az egyetem főépülete és az előtte lévő szökőkút egyből igen gyönyörű látványt nyújtott nekünk. A kémia tanszékre érve gyorsan megalakítottuk a 6-7 fős csapatokat, amelyek mind-mind a kémia különböző területeivel foglalkozó külön kutatócsoportokhoz kerültek, melyek a következők voltak: Környezetkémiai Reakciómechanizmusok Kutatócsoport, Kémiai Glikobiológiai Kutatócsoport, Napenergia Hasznosítás, Hidrogénfejlesztés és -tárolás Kutatócsoport, Heterociklusos Vegyületek Kutatócsoport, Ritka(föld)fém-kémiai Kutatócsoport, Bioszervetlen Kémiai Kutatócsoport.

Mivel a csapatom és így én is a Ritka(föld)fém Kutatócsoporthoz kerültünk, erről fogok részletesebben beszámolni.

A csapatok megalakulása után minden csapat el is indult saját kutatócsoportjához, ahol már az első napon elkezdődött a munka. Nekünk többek közt bemutatták a ritka(föld)fém-komplexeiket valamint az MRI-ben használt kontrasztanyagokat is. Az előadást feszült figyelemmel követtük és lázasan jegyzeteltünk, mivel péntekre, a tábor zárására minden csapatnak egy-egy prezentációt kellett készítenie a kutatócsoportjuk munkájáról.

Ezután meghallgatunk egy előadást Antus Sándor professzor úrtól, aki a heterociklusos vegyületeket mutatta be. Sajnos, én ezt nem teljesen értettem, mivel kilencedikesként még nem tanultam szerves kémiát, viszont a tízedikesek élvezték. Este minden csapat belekezdett a projektjébe.

Másnap délelőtt ismét minden csapat ellátogatott a kutatócsoportjához, és ott dolgozott 3 órát. A mi csapatunk háromféle módon titrált: hagyományos módon, félautomata titráló berendezéssel és automata titrátorral. Megismerkedtünk az automata pipetta működésével is, valamint betekintést nyerhettünk a különféle titrálási görbék okaiba, ami az anyagok különböző típusú protonálódására vezethető vissza, így lehetséges az, hogy egyes anyagoknál nagy „ugrást” láthatunk, míg más esetekben „platókat” figyelhetünk meg, ilyen volt például az EDTA görbéje is.

Ebéd után körbejártuk az egyetemet, valamint ellátogatunk az igen sok növényfajnak otthont adó botanikus kertbe. Ezután Somsák László professzor úr tartott nekünk előadást a kémiai glikobiológiáról, ami már számomra is érdekes volt, mivel itt már minden világos volt nekem is.

Este városnézésre indultunk, ám feladatokat is kaptunk: meg kellett kérdeznünk a debrecenieket arról, hogy mit tudnak a hidrogén-kloridról, közismertebb nevén a sósavról, illetve fényképet kellett készíttetnünk velük, valamint alá kellett íratnunk periódusos rendszerünket is. Sajnálattal tapasztaltuk, hogy az emberek je-





lentős része alig ismeri a sósavat, egy kivétellel mindenki csak azt említette, hogy maró hatású, illetve oldani lehet benne valamit, sőt valaki még a konyhasóval is összekeverte. Viszont egy részben ittas megkérdéztet tudta a legtöbbet anyagunkról: beszélt a molekulaszervezetéről, de még a savi disszociációról is. Emellett persze betekintést nyerhettünk egyebekbe is, többek közt az öregedés titkába, azaz, hogy emberünk honnan veszi észre öregedését, de ezt sajnos ide nem írhatom le. Este ismét a projektmunkánkkal foglalatostkodtunk, valamint beszélgettünk egymással.

Szerdán délelőtt a kutatócsoportunknál betekintést nyerhettünk a spektrofotométer működési elvébe, valamint ki is próbálhattuk a berendezést. Mérésünk igen jól sikerült. Emellett most utoljára még kérdéseket tehetünk fel kutatócsoportunknak a témájukról, illetve segítséget kérhettünk a projektmunkánkhoz. Ebéd után ellátogattunk Hajdúszoboszlóra, a Vegyészkonferenciára, ahol egy előadásra is beültünk, majd hármunkat, a Labsystem Kft. különdíjasait (az Irinyi-versenyen a legjobb mérésért tünettek ki) beszélgetésre invitálta a cég képviselője, aki igen szimpatikus volt számunkra. Bemutatott nekünk több automata pipettát, köztük egy több mint kétszázézer forintot érő digitális eszközt is. Ezután a fürdőbe mentünk, sőt vízmintát is vettünk a strandon, amit helyben ki is elemeztünk egy minilabor segítségével. A fürdőlátogatás után lehetőségünk nyílt elbeszélgetni a Vegyészkonferencia meghívott professzoraival. Engem leginkább az élelmiszer-kémia, azon belül is az élelmiszer-adalékanyagok érdekelték, amikről tettem is fel kérdést, akárcsak csapattársam. Minden kérdésünkre választ is kaptunk. Este folytattuk a prezentációnk készítését.

Csütörtökön délelőtt Ősz Katalin beszélt nekünk a Kémia Diákolimpiáról, amelyet 2008-ban már sokadszor rendezhetett hazánk, sőt 1968-ban az alapító három ország egyike is Magyarország volt. Ez után az érdekes előadás után látványos kémiai kísérletekben volt részünk, ami magában foglalta például a folyékony nitrogénnel való kísérletezést is a sok más izgalmas kémiai

reakció mellett. Délután látogatást tettünk a Laboratóriumi Medicina Intézetben, ahol megcsodálhattuk az igen modern műszereket, amelyekkel itt dolgoznak. Ezután a hallgatói laboratóriumban kísérletezhettünk. Vizsgáltunk csapadékképződéssel járó reakciókat, valamint végrehajtottuk a szökőkút-kísérletet is ammóniával. Emellett injekciós módszerrel előállítottunk oxigén-, hidrogén- és acetilén-gázt, sőt ezek keverékeiből álló különféle durranógázokat (oxigén-hidrogén 1:2, valamint acetilén és oxigén 1:2,5 arányú keverékét), amiket meg is gyújtottunk. Igazán élveztük ezeket a kísérleteket, így újra és újra előállítottuk a durranógázokat, amíg csak el nem fogyott a reagensünk. A kísérletezés után egy érdekes előadást hallgathattunk meg az aerogelekről Lázár István professzor úrnak köszönhetően. Este a projektmunkánk befejezése előtt most először kaptunk egy kis szabadidőt, így sétálhattunk volna a gyönyörű debreceni belvárosban, ha nem esett volna az eső. Így viszont csak vásárolni mentünk el.

Ez volt a táborban az utolsó esténk. Nem vártuk a hazautat, szívesen maradtunk volna még, hiszen mindenki élvezte a sok szakmai program mellett egymás társaságát is, viszont a táborozók gyakran több száz kilométerre laktak egymástól. Igaz, hogy lehetett volna kicsit több szabadidő és kisebb szigor, de ezek ellenére nem beszéltem olyan táborozóval, aki rossz véleményvel lett volna az itt töltött szűk egy hétről. Mindnyájunknak tetszett a tábori lét, beleértve az előadásokat, a kísérleteket, a munkát a kutatócsoportunkkal, a közös munkát, a hajnalig tartó beszélgetéseket, és minden egyebet, ami a táborhoz fűződik.

Pénteken, a tábor utolsó napján Lente Gábor beszélt nekünk a kémiai mítoszokról, majd mi adtuk elő egymásnak a prezentációkat. Minden csapat igazán kitett magáért, így érdekes és érthető prezentációkat tekinthettünk meg. Ezt az eredményhirdetés követte, ahol a zsűri kihirdette a nyerteseket. Ebéd után, sajnos, eljött a fájdalmas búcsú pillanata. Rossz volt belegondolni, hogy a táborban megismert barátaimmal, társaimmal talán sosem találkozunk többet, de ha mégis, akkor is leghamarabb valamelyik





kémiaversenyen vagy a jövő évi táborban. Én biztosan ott leszek.  
Gyertek ti is!

**Csorba Benjámín**

Örömmel adjuk közre az egyik résztvevő diák beszámolóját.

Nagy-nagy köszönettel tartozunk a Debreceni Egyetem Kémiai Intézete Ritkaföldfém, Aerogél, Napenergia, Reakciókinetika, Bioszervetlen, Szakmódszertan, Heterociklusos Vegyületek, Kémiai Gliobiológiai kutatócsoportjai vezetőinek és dolgozóinak, valamint a Laboratóriumi Medicina Intézetnek. A kutatást vezető professzorokkal, fiatal kutatókkal, egyetemi hallgatókkal való személyes találkozások bepillantást engedtek a „gyakorló kémikusok” életébe.

Vendéglátóink közül szeretnénk kiemelni házigazdáink nevét: Dr. Várnagy Katalin, Dr. Ósz Katalin, Dr. Lente Gábor egyetemi oktatók és Tóth Albertné középiskolai tanár.

A tábor sikeréhez nagymértékben járultak hozzá támogatóink: a Nemzeti Tehetség Program, a MOL Nyrt., a Richter Gedeon Nyrt. és a Labsystem Kft. Köszönjük, hogy évről évre segítik tehetséggondozó programunkat.

**Androsits Beáta, Martonné Ruzsa Valéria  
és Dr. Medzihradszky Dénes**

az MKE részéről a tábor szervezői és egyben kísérői



„Megvalósult  
álmok?”  
– nanotechnológia  
a hétköznapiakban

A hat éve alapított Nanopaprika (a NanoTudomány Nemzetközi Közössége) a fenti címmel esszé- és rajzpályázatot írt ki, melynek eredménye a következő.

Esszé kategóriában könyvjutalomban részesült: **Karkas Réka** (Szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium). Felkészítő tanár: Nagyné dr. Regdon Ibolya. Rajz kategóriában I. díjat kapott: **Tabányi Miklós** (Galamb József Mezőgazdasági Szakképző Iskola). Felkészítő tanár: Hadárné Judit, és **Turay Mary Ama** (Majosháza). II. díjban részesült: **Keresztúri Tamás** (Galamb József Mezőgazdasági Szakképző Iskola). Felkészítő tanár: Hadárné Judit.

TABÁNYI MIKLÓS MUNKÁJA



## HÍREK AZ IPARBÓL

### Vegyipari mozaik

**Verseny az innovációs pénzekért.** A kutatók mellett a kis- és közepes vállalkozások is pályázhatnak arra a több ezer milliárd forintnyi uniós támogatásra, amely a 2014 és 2020 közti új kutatás-fejlesztési és innovációs keretprogramban áll rendelkezésre. Az induló vállalkozásokat a technológiai inkubátorok segíthetik hozzá a sikeres részvételhez.

Várhatóan március végéig meghirdeti az Akkreditált Technológiai Inkubátor program második ütemét a Nemzetgazdasági Minisztérium. A pályázatot az előző tenderhez hasonló, 2,1 milliárd forintos kerettel írja ki a tárca. Tavaly összesen tizennyolc pályázó nyújtotta be ajánlatát, közülük négyen nyertek támogatást. A program azzal a szándékkal indult újtára, hogy segítséget



nyújtson az induló innovatív kisvállalkozásoknak abban, hogy az ötletből termék szülessen. Feladataik közé tartozik, hogy mentálálással, nemzetközi tapasztalataikkal és kapcsolataikkal olyan sikeres cégeket építsenek fel a kiválasztott kisvállalkozások közül, amelyek megjelenhetnek a nemzetközi piacokon és alkalmasak a további kockázati tőkebefektetésekre. A második szakasz szakmai koncepciójáról és a részletekről egyelőre nem született döntés, azt az eddigi tapasztalatok kiértékelése után a Budapest HUB munkacsoport dolgozza ki.

Korányi László, a Magyar Innovációs Hivatal megbízott elnöke a lap kérdésére elmondta: az első forduló sikerét jelzi, hogy a várakozásokat messze meghaladó számú pályázat érkezett, a négy nyertes mellett még további négy-öt kiváló csapat adott be magas színvonalú pályázatot. A nyertesek már elkezdték kiválasztani az induló vállalkozásokat, ugyanakkor a program érdemi eredményeiről egyelőre nem tudott beszámolni az elnök. Természetesen ahhoz, hogy ezekből a cégekből sikeres vállalkozások legyenek, több időre van szükség, de önmagában már azt is sikerként lehet elkönyvelni, hogy a pályázatra való felkészülés felpezsdítette a magyar startup ökoszisztémát – jegyezte meg.

Az úgynevezett „Gazella” program az Európai Unió új kutatás-fejlesztési és innovációs keretprogramjának, a Horizon 2020 előszobájának is tekinthető. A korábbi ciklushoz képest új elemként a kis- és közepes vállalatok egyedül is pályázhatnak támogatásra. Azok az induló kisvállalkozások, amelyek részt vesznek az inkubátorprogramban, jó eséllyel pályázhatnak a 2014 és 2020 között rendelkezésre álló uniós pénzekre. A program január elsején indult, összesen 70,2 milliárd euró (21 113,4 milliárd forint) keretösszeggel. A magyar kutatók részvételét nem korlátozzák a programban, annyi pénzt nyerhetnek el, amennyi sikeres pályázatot benyújtanak.

Korányi László szerint a hazai kutatók már az előző ciklusban



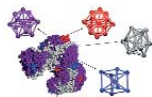


is jól teljesítettek. Az új tagállamok közül – Lengyelország mögött – Magyarországról jelentkezett a legtöbb sikeres pályázó, összesen 260 millió eurót (78,2 milliárd forint) nyertek el. A Nemzetgazdasági Minisztérium szerint megvannak a technikai és szervezeti feltételei annak, hogy Magyarország sikeresen vegyen részt az uniós szinten a kutatás-fejlesztési forrásokért zajló versenyben. Ennek köszönhetően 2020-ra a kutatás-fejlesztésre szánt GDP-arányos ráfordítás elérheti az 1,8 százalékot. (mno.hu)



**Az Országos Atomenergia Hivatal (OAH) évindító sajtótájékoztatója.** Az OAH 2014 januárjában évnyitó sajtótájékoztatót tartott Fichtinger Gyula, az OAH főigazgatójának vezetésével. Az OAH-nak – mint hatóságnak – egyik legalapvetőbb feladata, hogy az atomenergia alkalmazásának biztonságát garantálja. A Paksi Atomerőmű tervezett üzemideje 30 év, a tervezett üzemidőt követő üzemeltetés még 20 év, de ehhez egy rendkívül szigorú engedélyezési eljárásnak kell pozitívan zárulnia. Az 1. blokk üzemidejének a meghosszabbítása már megtörtént 2032-ig. A 2. blokk üzemeltetési engedélye a tervezett harmincéves üzemidejének elteltével, 2014. december 31-én lejár. Az MVM Paksi Atomerőmű Zrt. kérelmére az OAH megindította az engedélyezési eljárást, amelyben az erőmű által benyújtott elemzések és vizsgálati eredményekre alapozva év végéig dönteni fog a blokk üzemidejének 20 évvel történő meghosszabbításáról. Az OAH a döntésénél bevonja a környezetvédelmi szakhatóságot, továbbá áprilusra közmeghallgatást tervez, de mint a főigazgató kifejtette, a 20 éves meghosszabbítás a 2. blokknál természetesen nem automatikus.

Fichtinger Gyula főigazgató a sajtótájékoztatón azt is elmondta, 2009-ben nyilvánvalóvá vált, hogy Magyarország atomerőmű-építést tervez, az OAH azóta foglalkozik az erre való felkészüléssel. Ez a jogszabály-környezet a biztonsági követelményrendszer és a hatósági munka létszám-, illetve költségényeire is kiterjed, illetve magában foglalja a lehetséges blokk típusok, szállítók által megajánlott erőmű típusok általános műszaki jellemzőinek a megismerését is. A felkészülés során öt erőmű típust néztek meg, közte a befutónak tűnő orosz konstrukciót is. Mindegyik rendelkezik a megfelelő biztonsági rendszerekkel. Az új követelmények jelentős része már beépült a hazai jogrendszerbe, néhány – elsősorban a fukusimai tapasztalatokból származó – követelmény előírása folyamatban van. A főigazgató a kérdésekre azt is kifejtette, hogy nem kérték ki az OAH véleményét a paksi atomerőmű bővítésére vonatkozó megállapodás előtt. Nem kérdezték, hogy legyen-e atomerőmű, és ha lesz, az milyen típusú legyen. Azt is hozzá tette, nem kötelező egyetlen országban sem ilyen előzetes vélemény-, illetve előzetes engedélykérés. A hatóság majd csak akkor jut szerephez, ha az alaptípust a hazai követelményrendszerhez, adottságokhoz, sajátosságokhoz kell igazítani. (B. E.)



**Akadémiai kutatók új megvilágításba helyezték az anyagtudomány egyik alapvető fontosságú kérdését.** A kristályosodás folyamatának pontosabb megismeréséhez és ezáltal anyagtudományi, légkörfizikai, biológiai/kriobiológiai és geofizikai kérdések megválaszolásához is hozzájárulhatnak azok az eredmények, amelyekről az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont két munkatársa számolt be a *Nature Physics*-ben. A kutatók a folyó-



irat felkérésére foglalták össze a nagyszámú kristályszemcsekből álló anyagok megszilárdulási folyamatának első, kevésbé ismert fázisával kapcsolatos felismeréseket.

Gránásy László és Tóth Gyula cikkének előzménye egy kínai tudósokból álló kutatócsoport tanulmánya, amelyben a folyadék- és a kristályos fázisok közti átmenet folyamatával kapcsolatos vizsgálataikról számoltak be. A két magyar fizikus e közlemény kapcsán kapott felkérést a *Nature Physics*-től, hogy összegezze az anyagtudomány egyik, gyakorlati szempontból is alapvető fontosságú jelenségével, a kristálycsíra-képződéssel kapcsolatos ismereteket.

„A kristálycsíra-képződés vagy nukleáció a nagyszámú kristályszemcsekből felépülő, úgynevezett polikristályos anyagok létrejöttének egyik fontos fázisa. Ezek az anyagok általában olvadék állapotból történő megszilárdulással alakulnak ki. A folyamat első, de legkevésbé ismert lépcsője a kristálycsíra-képződés, amelynek során növekedésre képes nanométeres kristályrészecskék jönnek létre” – magyarázta Gránásy László. Mint elmondta, a nukleáció folyamata nemcsak a mikroszerkezet meghatározása, hanem az atomi méretek tartományába eső, úgynevezett nanostruktúrák előállítása szempontjából is alapvető jelentőségű. „A kristálycsíra-képződés két szakaszból áll. Először a folyadéknál sűrűbb, kristályszerű lokális atomi renddel jellemezhető, de a térben hosszú távú rendet nem mutató, amorf tartományok jelennek meg, majd a második lépcsőben alakul ki a hosszú távú atomi rendet megvalósító kristályos anyag” – foglalta össze a kínai kutatók megállapítását Gránásy László. Hozzátette: ezt a képet egészítik ki az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpontban korábban végzett elméleti vizsgálatok, amelyek szerint a kristályszerű lokális szerkezettel jellemezhető amorf tartományok mellett folyadékszerű lokális szerkezettel rendelkező amorf tartományok is megjelennek. A magyar kutatók cikkükben kínai kollégáik és saját eredményeik alapján helyezték új megvilágításba a nukleáció folyamatát.

„Az elméleti eredmények összegzése arra utal, hogy a kétlépcsős kristálycsíra-képződés valószínűleg izotróp/gömböszerű részecskékből álló anyagok széles körére, például a fémekre, a nem-szerves anyagokra, a gömböszerű fehérjékre, illetve a vírusokra lehet jellemző” – hangsúlyozta a fizikus. Hozzátette ugyanakkor, hogy a számítógépes szimulációk alapján a gömb alaktól eltérő molekulákból álló víz fagyása esetén is lehetséges kétlépcsős kristálycsíra-képződés. Gránásy László szerint a nukleáció részleteinek megértése elősegítheti a megszilárdulás során kialakuló mikroszerkezet pontosabb szabályozását. Ez egyebek mellett az ipari ötvözetek tulajdonságainak további optimalizálását tenné lehetővé, de a kristálycsíra-képződés fontos szerepet játszik például a felhőképződésben, az ásványok létrejöttében, a vesekövek kialakulásában, valamint a biológiai minták (szervek stb.) fagyasztásos tárolásában is, így a kutatási eredmények hasznosítása sok területen lehetséges. (MTA)

**Banai Endre összeállítása**



## Richter-hírek

### Latin-Amerikában terjeszkedik a Richter speciális, nőgyógyászati üzletága

A Richter többségi tulajdont szerez egy brazil gyógyszer-kereskedelmi vállalatban. A Richter Gedeon Nyrt. új marketing partnerével, a Next Pharma Representação, Importadora, Exportadora e Distribuidora Eireli – EPP tulajdonosával olyan megállapodást írt alá, amely célja a brazil gyógyszerpiacra történő közvetlen belépés.



A Richter kezdetben 51%-os többségi tulajdoni részesedéssel rendelkezik a Next Pharma vállalatban és a megállapodás opciós lehetőséget biztosít a fennmaradó 49%

jövőbeni megszerzésére is. A megállapodás aláírását követően a vállalat új neve „Gedeon Richter do Brasil Importadora, Exportadora e Distribuidora S.A.” lesz.

A Next Pharma fő üzleti profila a nőgyógyászati termékvonalhoz tartozó készítményeknek braziliai törzskönyvezése (így az Esmya®-nak is) és e termékek értékesítését és promócióját támogató hálózat kiépítése lesz.

Ez a fontos ügylet a Richter földrajzi lefedettségének növelésére tett újabb stratégiai lépésnek tekinthető azáltal, hogy közvetlen jelenlétet biztosít Brazíliában, a világ egyik leggyorsabban növekvő gyógyszerpiacán.

### Újabb akvizícióval terjeszkedik specializált, nőgyógyászati üzletágán belül a Richter Latin-Amerikában

A Richter Gedeon Nyrt. mexikói marketing-partnerével, a DNA Pharmaceuticals, S.A. de C.V. tulajdonosával olyan megállapodást írt alá, amelynek célja a mexikói gyógyszerpiacra történő belépés megalapozása.

A megállapodás értelmében a Richter kezdetben 70%-os többségi tulajdoni részesedéssel rendelkezik a DNA vállalatban, majd a következő 3 éven belül kivásárolja a fennmaradó 30%-os tulajdonrészt. A megállapodás aláírását követően az új vegyesvállalat neve „Gedeon Richter Mexico, S.A.P.I. de C.V.” lesz.

A DNA tevékenysége főként a nőgyógyászati termékvonalhoz tartozó készítmények, elsősorban az Esmya® mexikói törzskönyvezésére és e termékek értékesítését támogató hálózat kiépítésére fókuszál.

„A nemrégiben bejelentett braziliai akvizíciót követően a DNA-val kötött szerződés újabb stratégiai lépésnek tekinthető a Richter közvetlen latin-amerikai földrajzi jelenlétének diverzifikálása irányában. A latin-amerikai régió a világ leggyorsabban növekvő gyógyszerpiacainak egyike” – mondta Bogsch Erik, a Richter vezérigazgatója.

„Ez a kibővített, Richterrel kötött együttműködés új, izgalmas fejezetet nyit Társaságunk történetében, mivel az egyik legdinamikusabban növekvő nőgyógyászati üzletággal rendelkező céggel sikerült megállapodnunk. Ezenfelül a két cég együttműködése tökéletes szinergiát teremt az Esmya® piaci bevezetéséhez Mexikóban” – nyilatkozta Oscar H. del Cid, a DNA Pharmaceuticals elnöke.

**Nagy Gábor**

## A Targetex Kft. sikeres projektet zárt

A TargetEx Kft. a „Vállalatok komplex technológiai innovációjának támogatása” című pályázat keretében elnyert támogatással sikeres kutatási projektet fejezett be „Foszfodiészteráz esszé és fókuszált könyvtár szolgáltatáscsomag továbbfejlesztése új enzímecélpontok és módszerek bevonásával gyógyszerjelölt anyagok azonosítására” címmel. A pályázat összköltsége 86 millió forint volt, melyhez 38 millió forint támogatást nyert el a vállalkozás.

„A TargetEx Kft az NFÜ támogatásával egy korábbi sikeresen befejezett projektje keretében fejlesztette ki a PDE enzimek inhibitorainak keresésére alkalmas nagy áteresztőképességű szűrési eljárásait. A most lezárult projekt eredményeképpen újabb, a piac által igényként jelzett foszfodiészteráz enzimeket vontunk be szolgáltatásaink körébe, és így módon már a teljes PDE palettára kiterjedő termékeket és szolgáltatásokat kínálhatunk portfóliónkban – mondta Cseh Sándor, a magyar biotechnológiai kisvállalat ügyvezetője. – Ezek ebben a formában a piacon csak kevésbé elérhetők. A kereskedelmi forgalomban foszfodiészterázok mérésére alkalmas kitek kaphatók ugyan, de a kifejlesztett, validált esszé szolgáltatásként való eladása, amelyre egyre nagyobb az igény, nem jellemző. Elmondhatjuk, hogy a kifejlesztett és ajánlani tervezett szolgáltatás, mind az elérhető foszfodiészterázok számát, mind a szolgáltatás komplexitását tekintve a korábbi fejlesztéseink versenyképességét jelentősen megnöveli. További előnye a szolgáltatás színvonalához képest kedvező ára is.”

„A foszfodiészteráz enzimek (PDE-k) gátlása számos kórkép esetében kedvező terápiás hatással bír, ezért számos gyógyszerfejlesztési projekt célja azok gátlószereinek azonosítása. A foszfodiészterázok a ciklikus adenozin-monofoszfát (cAMP) és a ciklikus guanozin-monofoszfát (cGMP) bomlását katalizálják. Ezek az anyagok a sejteken belül másodlagos hírvivő molekulák, szintjük szabályozásával befolyásolhatók az élettani és patológias folyamatok. A rendszer bonyolultságát mutatja, hogy a cAMP/cGMP szint szabályozására 11 tagú PDE enzimes család alakult ki – magyarázta Lőrincz Zsolt, a TargetEx Kft. tudományos igazgatója. – A legújabb kutatások alapján olyan foszfodiészterázok kerültek előtérbe gyógyszer-célpontként, amelyeknek eddig kisebb jelentőséget tulajdonítottak, illetve új terápiás területekre hatnak, mint például a Parkinson-kór, a depresszió, a cukorbetegség, a COPD (krónikus obstruktív tüdőbetegség) és az oxidatív stresszben érintett neurológiai kórképek. Ezek összességében nagy betegszámot érintő betegségek, ami mutatja a terület jelentőségét.”

„A projektben a következő új termékek és szolgáltatások születtek: a) PDE enzimek; b) Nagy áteresztőképességű, validált tesztrendszerek specifikus PDE gátlószerek keresésére; c) PDE szelektivitási panel (enzim gátlási értékek meghatározása a kiválasztott enzimeken); d) PDE fókuszált vegyülettár” – sorolta Dorman György, a TargetEx Kft. új termékek bevezetéséért felelős szakértője.

„Nagyon hasznosnak bizonyult a Nemzeti Fejlesztési Ügynökségtől kapott pályázati támogatás. A 86 millió Ft összköltségű projekt 45%-át valósítottuk meg az Európai Unió és az Európai Regionális Fejlesztési Alap forrásaiból. Projektünk eredményei a biotechnológiában alkalmazhatók, és az ágazatban főtevékenységet végző TargetEx Kft. termékportfóliójának bővítéséhez járultak közvetlenül hozzá. A projekt az Új Széchenyi Terv kitörési pontján keresztül csatlakozik a magyar gazdaság meghatározó céljaihoz” – egészítette ki Bágyi István, a TargetEx Kft. pályázati igazgatója.

**Bágyi István**





## MKE-HÍREK

## Konferenciák, rendezvények

## MKE Vezetői értekezlet

Időpont: 2014. március 21., péntek 10 óra  
Helyszín: Magyar Kémikusok Egyesülete  
1015 Budapest, Hattyú u. 16. II. emelet 8.

Szeretettel várjuk a szakosztályok, társaságok, szakcsoportok, területi szervezetek és munkahelyi csoportok elnökeit, titkárait.

Megjelenésükre feltétlenül számítunk!

**Sarkadi Livia**  
elnök

## Sohár Pál akadémikus előadása

Wagner zenéje. A fiatalok szárnypróbálgatásaitól az érett remekművekig

Időpont: 2014. március 19. 15. óra  
Helyszín: Magyar Kémikusok Egyesülete  
1015 Budapest, Hattyú u. 16. II. emelet 8.  
Minden érdeklődőt szeretettel várunk!

## 16. Labortechnika Kiállítás

2014. március 18–20.  
SYMA Rendezvényközpont C épület  
(Budapest, XIV. Dózsa György út 1.)

## XLVI. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny

2014. április 25–27.  
Szegedi Tudományegyetem  
A Versenykiírás a [www.irinyiverseny.mke.org.hu](http://www.irinyiverseny.mke.org.hu) honlapon található.

## ESCAPE 24 – European Symposium on Computer Aided Process Engineering

2014. június 15–18.  
Eötvös Loránd Tudományegyetem, 1117 Budapest,  
Pázmány Péter stny. 1/a  
ONLINE REGISZTRÁCIÓ: <https://www.mke.org.hu/conferences/escape24/registration/>  
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!  
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Bondár Mónika, [escape24@mke.org.hu](mailto:escape24@mke.org.hu)

ICOS-20 – 20<sup>th</sup> International Conference on Organic Synthesis

2014. június 29. – július 4.  
Eötvös Loránd Tudományegyetem, 1117 Budapest,  
Pázmány Péter stny. 1/a  
ONLINE REGISZTRÁCIÓ: <http://www.icos20.hu/>  
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!  
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Schenker Beatrix, [icos20@mke.org.hu](mailto:icos20@mke.org.hu)

## MKE egyéni tagdíj (2014)

Kérjük tisztelt tagtársainkat, hogy a **2014. évi tagdíj** befizetéséről szíveskedjenek gondoskodni annak érdekében, hogy a Magyar Kémikusok Lapját 2014 januárjától is zavartalanul postáz-

hassuk Önöknek. A tagdíj összege az egyes tagdíj-kategóriák szerint az alábbi:

|                                           |               |
|-------------------------------------------|---------------|
| • alaptagdíj:                             | 8000 Ft/fő/év |
| • nyugdíjas (50%):                        | 4000 Ft/fő/év |
| • közoktatásban dolgozó kémia tanár (50%) | 4000 Ft/fő/év |
| • ifjúsági tag (25%):                     | 2000 Ft/fő/év |
| • gyesen lévő (25%)                       | 2000 Ft/fő/év |

## Tagdíj-befizetési lehetőségek:

- banki átutalással  
(az MKE CIB banki számlájára: 10700024-24764207-51100005)
- a mellékelt csekken
- személyesen (MKE-pénztár, 1015 Budapest, Hattyú u. 16. II/8.)

Banki átutalásos és csekkes tagdíjbefizetés esetén a **név, lakcím, összeg rendeltetése** adatokat kérjük jól olvashatóan feltüntetni. Ahol a munkahely levonja a munkabérből a tagdíjat és listás átutalás formájában továbbítja az MKE-nek, ez a lista szolgálja a tagdíjbefizetés nyilvántartását.

## Előfizetés a Magyar Kémiai Folyóirat 2014. évi számaira

A Magyar Kémiai Folyóirat 2014. évi díja fizető egyesületi tagjaink számára 1400 Ft. Kérjük, hogy az előfizetési díjat a tagdíjjal együtt szíveskedjenek befizetni. Lehetőség van átutalással rendezni az előfizetést a Titkárság által küldött számla ellenében. Kérjük, jelezzék az erre vonatkozó igényüket!

Köszönjük mindazoknak, akik 2013-ban kettős előfizetéssel hozzájárultak a határon túli magyar kémikusoknak küldött Folyóirat terjesztési költségeihez. Kérjük, aki teheti, 2014-ban is csatlakozzon a kettős előfizetés akcióhoz.

**MKE Titkárság**

Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy a **személyi jövedelemadójuk 1 százalékának felajánlásából idén 895 289 forintot**

utal át az APEH Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásait, köszönjük, hogy egyetértenek a kémia oktatásáért és népszerűsítéséért kifejtett munkánkkal. A felajánlott összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, a 8. Kémikus Diákszimpozium, valamint a 2013-ban ötödször megrendezett Kémiatábor egyes költségeinek fedezésére használtuk fel, valamint arra a célra, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő határon túli honfitársunkhoz.

Ezúton is kérjük, hogy a 2013. évi SZJA bevallásakor – értékelve törekvéseinket – éljenek a lehetőséggel, és személyi jövedelemadójuk 1%-át ajánlják fel az erre vonatkozó Rendelkező Nyilatkozat kitöltésével.

Felhívjuk figyelmüket, hogy akinek a bevallás pillanatában adótartozása van, az elveszíti az 1% felajánlásának a lehetőségét!

**Az MKE adószáma: 19815819-2-41**



Terveink szerint 2014-ben az így befolyt összeget ismételten a hazai kémiaképzés feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, a XV. Országos Diákvegyész Napok, valamint a 2014-ben hatodszor szervezendő Kémiatábor egyes költségeinek fedezésére használjuk fel.

Továbbra is céljaink közé tartozik, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő határon túli honfitársunkhoz.

## Jelölések egyesületi díjakra

Hagyományosan az MKE éves rendes Küldöttközgyűlésén, 2014 májusában kerül sor az egyesületi elismerések kiosztására. 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 főtítkárr, a főtítkárhelyettesek, 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 tehetők:

**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 vegyészmérnöki 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 2014. március 31.**

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

- elektronikusan, e-mail: [androsits@mke.org.hu](mailto:androsits@mke.org.hu),
- faxon: 06 1 201 8056,
- levélben: Magyar Kémikusok Egyesülete (1015 Budapest, Hattyú u. 16.), ahol személyesen is leadható(k) a jelölés/jelölések.

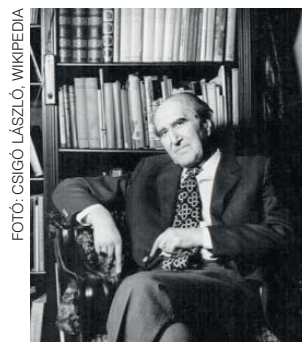
Az MKE-tagsággal kapcsolatban felvilágosítással tud szolgálni Süli Erika (MKE Titkárság), telefon: 06 1 201 6883, e-mail: [mkl@mke.org.hu](mailto:mkl@mke.org.hu).

**Magyar Kémikusok Egyesülete**

## IDÉZETSAROK

Szegeden történt valamikor az ezerkilencszázhetvenes évek elején, az SZBK nukleotidkémiai laboratóriumában. Örök talány marad, miért használtam azon a délelőttön víz helyett vizes ammónium-hidroxid oldatot a reakcióelegy megbontásához. Pedig sokadszor ismétlem már a reakciót, hiszen egy gyakorta használt alapanyag előállításáról volt szó. Ez a véletlen, mondhatnám figyelmetlenség, mert a kíváncsiság nyugodni nem hagyott, elindított egy sokéves kutatómunkát, mely több mint húsz év alatt összefüggő, logikus történetté kerekedett, és egy előre gondosan megtervezett munka benyomását kelthette. Pedig ha visszagondolok erre a több mint két évtizedre, nekem inkább az alig húszéves Szentkuthy Miklós bölcs megállapítása jut az eszembe.

**Tomasz Jenő**



FOTÓ: CSIGÓ LÁSZLÓ, WIKIPEDIA

*Minden nagy rendszer és markáns pozitívum melléktermék: „cél” egyáltalában nincsen, csak hajszolás és nyargalás a semmiben, azonkívül eredmények, melyeket sosem számítottunk ki, melyekről nem is álmodtunk soha és melyeket utólag hazudunk „cél”-unknak.*

(Szentkuthy Miklós: Prae, Magvető, 1980, I/49.)

## HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

*LXIX. No. 3. March 2014*

### CONTENTS

|                                                                                                                     |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <i>Application of algae in the wastewater treatment of pulp and paper industries</i>                                | 70 |
| HENRIETTA JUDIT NAGY, ERIKA KRISTÁLY, ISTVÁN LELE, MARIANN LELE, PÁL GERE, ISTVÁN RUSZNÁK, PÉTER SALLAY, ANDRÁS VÍG |    |
| <i>Fermentative xylitol production from lignocelluloses</i>                                                         | 74 |
| ZOLTAN MARECZKY, CSABA FEHER, ZSOLT BARTA, ISTVANNE RECZEY                                                          |    |
| <i>Safety data sheets. Part XIII. Exposition control/individual protection</i>                                      | 78 |
| GYULA KÖRTVÉLYESSY                                                                                                  |    |
| <i>Theory and practice. An interview with Professor Géza Fogarasi</i>                                               | 80 |
| VERA SILBERER                                                                                                       |    |
| <i>Noted and Chemist. Angela Merkel</i>                                                                             | 83 |
| GÁBOR LENTE                                                                                                         |    |
| <i>Chemistry calendar (Edited by JÓZSEF SÁNDOR PAP)</i>                                                             | 84 |
| <i>Science on stamps. From classical to chemical elements</i>                                                       | 86 |
| LÁSZLÓ BOROS                                                                                                        |    |
| <i>Dmitri Mendeleev born 180 years ago</i>                                                                          | 87 |
| ANDRÁS MÉNES, ZOLTÁN KRASCSENITS                                                                                    |    |
| <i>Chembits (Edited by GÁBOR LENTE)</i>                                                                             | 90 |
| <i>The Society's Life</i>                                                                                           | 92 |
| <i>News of the Month</i>                                                                                            | 92 |





# Chemspec europe

The fine & speciality chemicals connection

18-19 JUNE 2014  
HUNGEXPO  
BUDAPEST  
HUNGARY

## GET READY FOR BUDAPEST

**FREE** visitor registration is now available online  
[www.ChemspecEurope.com](http://www.ChemspecEurope.com)

With over 400 companies from around the world expected to exhibit, you can count on meeting a unique blend of fine chemical suppliers, both large and small. Whatever your business, if you use chemicals then this is a must attend event for you to find solutions, learn about new innovations and connect with this special industry.

## CONNECT AT CHEMSPEC LEARN | MEET | SHARE

### FEATURES INCLUDE:

- ▶ Networking and private meeting areas for you to do business
- ▶ REACHReady Regulatory Services Zone and sessions
- ▶ RSC Symposium
- ▶ Pharma Workshops – in association with Scientific Update
- ▶ Agrochemical intermediates conference – in association with Agrow magazine
- ▶ Pharma Outsourcing Panel Discussion – chaired by Dr Magid Abou-Gharbia (Moulder Drug Discovery Centre, Philadelphia)
- ▶ Green Chemistry Workshops
- ▶ Exhibitor Showcases

## REGISTER NOW

### CONTACT THE SALES TEAM

**John Lane** | t: +44 (0) 1737 855 076 | e: [johnlane@quartzltd.com](mailto:johnlane@quartzltd.com)

Organised by:



In association with:



Incorporating:



Official media partner:



# WWW.CHEMSPECEUROPE.COM



# TAVASZI ÁRCSÖKKENTÉS

**A**ktuális termékek

**K**imagasló minőségben

**C**élszerű funkciókkal

**I**smert gyártóktól

**Ó**vatos árszinten

**SZÜKEBB KERETEKHEZ  
IGAZÍTOTT ÁRAK...**

**szuper engedmények:**

**5 – 30 %**

**Néhány ajánlat a sok közül:** valamennyi Macherey-Nagel és WTW-termékre 10...22%, kiemelt típusokra egyedi árak még jelentősebb (22-30%), engedménnyel, valamennyi analitikai **mérlegre** 20% engedmény. **Néhány példa:** NANOCOLOR UV/VIS szkennelős és zavarosságot is mérő fotométer tartozékaival: 1.250.000 Ft, NANOCOLOR VIS szkennelős és zavarosságot is mérő fotométer tartozékaival: 700.000 Ft, NANOCOLOR 500D precíziós laboratóriumi FOTOMÉTER: 550.000 Ft, PF-12 univerzális adattárolós, motoros hullámhossz állítású mobil fotométer: 220.000 Ft, az új PF-3 kompakt okos-fotométer: 99.000 Ft, VARIO C2 érintőképernyős termoblokk: 200.000 Ft.

WTW pH 3110 terepi/labor koffer-szett készlet: 115.000 Ft, pH/Cond multiparaméteres SET: 315.000 Ft. Zavarosságmérők: 325.000.- Ft-tól, mobil optikai oldott oxigén mérőkészlet hordkofferben: 260.000.- Ft, IDS 5-paramétert mérő mobil WTW műszer hordkofferben 1elektródával: 220.000.- Ft. Árkedvezményes automata TOC analizátorok, elemtartalom analizátorok. Akciós áron gázballonok, gázórák, biogáz analizátorok és légtér szennyezettség mérő műszer készletek. /Valamennyi fenti ár nettó, ÁFA nélküli./ Ez a tájékoztató nem teljeskörű, ezért:

## Kérje részletes ismertetőnket!



**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