

A TARTALOMBÓL:

A Vegyészeti Múzeum

Hargittai István

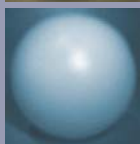
Teller-könyvéről

Hatékony rákgyógyszer-e  
a „B<sub>17</sub>-vitamin”?

Beszélgetés Inzelt Györggyel

A Sikeres Randevúk

Tudománya



# MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA LXVI. ÉVFOLYAM 2011. OKTÓBER ÁRA: 850 FT

*Kutatók  
éjszakája*



A Kémia  
Nemzetközi  
Éve





## **UV/látható spektrométerek teljes választéka**

### **Oktatás, minőségellenőrzés, kutatás**

- **EVOLUTION:** Kiváló teljesítmény, kiegészítők teljes körű választéka
- **GENESYS:** A minőségellenőrzés eszköze
- **BioMate:** DNS, RNS és fehérje analízis
- **SPECTRONIC:** Rutin mérések és oktatás

**AAS**

**ICP-OES**

**ICP-MS**

**UV**

**FTIR/Raman**

**GC**

**GC/MS<sup>n</sup>**

**HPLC**

**UHPLC**

**LC/MS<sup>n</sup>**

***Kizárólagos képviselet:***

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

**Telefon: 1-221-5536 • Fax: 1-221-5543**

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

**Thermo**  
SCIENTIFIC



A Magyar Kémikusok Egyesületének  
– a MTESZ 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, KOVÁCS LAJOS,  
LENTE GÁBOR, NAGY GÁBOR,  
ZÉKÁNY ANDRÁS  
Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:

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

Kapják az egyesület tagjai és a megrendelők

A szerkesztésért felel: KISS TAMÁS

Szerkesztőség: 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 lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap  
támogatja



Nemzeti  
Kulturális  
Alap



Október a szüret ideje. Szeretnénk egy szép érett szőlőfürtöt átnyújtani Önöknek a lap októberi száma formájában. Csupa ép, érett, édes szőlőszemmel, értékes, örömteli információkat szolgáltatató cikkeik formájában a kémia különböző területeiről. Remélem, zömmel így is fogják érezni.

Bemutatja gazdag múltját, jelenét a Magyar Vegyészeti Múzeum, és reméljük, lelkes csapatának megadatik, hogy a jövő is legalább olyan tevékeny és sikeres legyen, mint az elmúlt évtizedek. A politika most is távol tudja magát tartani onnan, ahol nem szabad direkt jelenlétével beavatkozni a szakmai szervezetek önálló, céltudatos munkájába, csak a háttérből szabad ehhez minden segítséget megadni, hogy a sokat dhított civil társadalom hazánkban is elérhesse azt a fejlettséget, amit sokan annyira várunk. Kívánjuk a Vegyészeti Múzeum munkatársainak a magyar kémia történet további eredményes szolgálatát!

Igen érdekes és tanulságos interjú olvashatnak Inzelt György elektrokémikussal, aki 2011-ben előbb Széchenyi-díjat, majd Szilárd Leó Professzori Ösztöndíjat kapott a vezető polimerek elméleti vizsgálatáért és elsősorban gyakorlati használhatóságának tanulmányozásáért. Munkája az alap- és alkalmazott kutatások egységének és egymásra utaltságának szép példája.

A címlapképpel a Kutatók éjszakáján való részvételre buzdítjuk Önöket és gyermekeiket, unokáikat! Rengedet élményt nyújt egy-egy kémiai kísérlet, egy színvarázs, egy tűztűnemény, egy pukkanás a nagy semmibe, és különösen, ha ennek az okát is megtudjuk. Az iskolai kísérletezés során szerzett tapasztalatait, élményeit osztja meg olvasóival Fodor Erika, aki nemcsak elméletben adja át elképzeléseit, hanem az iskolákban nagyon jól használható kísérletező készletével a gyakorlatban is hozzájárul(t) ahhoz, hogy az iskolákban a kémia újra a kísérletezés egyik tantárgya legyen.

A Magyar Tudomány Ünnepeére jelenik meg az Akadémiai Kiadónál Kovács Lajos és szegedi, debreceni kollegáinak könyve a kémiával kapcsolatos tévhitekről. E könyvből mutatunk be ízelítőül egy fejezetet a „B<sub>17</sub>-vitamin” történetéről. Nem ajánljuk, hogy ezt a vitamint a patikákban keressék, a multivitaminos üdítőknek viszont fontos alkotója. Cikkünk elolvasása után sok hasznos információt megtudhatnak róla.

Szemezzék ezt az októberi szőlőfürtöt kedvük szerint egy szabad órájukban. Jó olvasást!

2011. október

*Kiss Tamás*

Kiss Tamás

felelős szerkesztő

## TARTALOM

### VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

**Kovács Lajos:** Hatékony rákgyógyszer-e a „B<sub>17</sub>-vitamin”? 298

**Muzsnay Csaba:** A földi felmelegedésnek és nem várt éghajlatváltozásainak egyik fő oka lehet az emberi tevékenységből származó légköri vízgőz. II. 301

Kémia, történet. Beszélgetés **Inzelt Györggyel** 307

### KÖNYVISMERTETÉS

Hargittai István: Teller (**Vértes Attila** írása) 310

### MUNKA- ÉS BALESETVÉDELEM A VEGYIPARBAN

**Sógor András, Szabó Zsolt:** Biztonságtechnika és környezetvédelem a Richterben 313

### A KÉMIA KIVÁLÓSÁGAI

**Próder István, Vargáné Nyári Katalin:** A Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum (MMKM) Vegyészeti Múzeuma 315

### VEGYIPAR- ÉS KÉMIATÖRTÉNET

**Antal József:** Ezeréves kémiai emlékek Péten 319

**Ménes András:** Százötven éve született Frederick G. Hopkins 320

### FÓRUM A KÖZ- ÉS FELSŐOKTATÁSRÓL

**Fodor Erika:** Gondolatmorzsák a Sikeres Randevűk Tudományának kapcsán – avagy 2011 a Kémia Éve 321

### VEGYÉSZLELETEK

Lente Gábor rovata 324

### EGYESÜLETI ÉLET

326

### A HÓNAP HÍREI

328



**Címlap:**  
Kutatók éjszakája  
(Hornyák Gábor  
felvétele)



Kovács Lajos

■ Szegedi Tudományegyetem Orvosi Vegytani Intézet

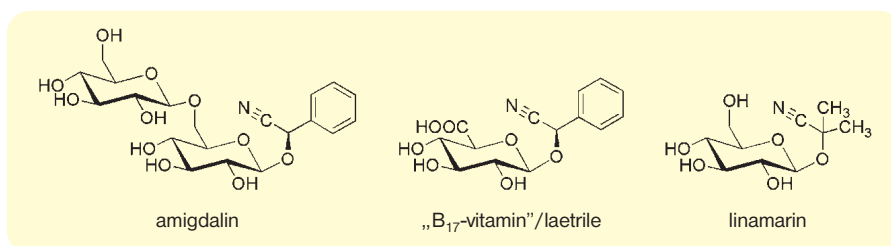
# Hatékony rákgyógyszer-e a „B<sub>17</sub>-vitamin”?<sup>1</sup>

Jason Vale-t, a NewYork államban működő Christian Brothers cég vezetőjét 1998-ban az Egyesült Államok egyik vezető internet-szolgáltatója, az AOL beperelte, mert a cég hálózatát mintegy 20 millió kéretlen levél (spam) küldésével túlterhelte. Vale csúcsidejében óránként százezer levelet küldött, és így reklámozta a cég termékeit (sárgabarackmagot, amigdalint, „B<sub>17</sub>-vitamin”-t/laetrile-t és a hozzájuk kapcsolódó reklámanyagokat) mint alternatív rákgyógyszereket. 1999-ben az Egyesült Államok Szövetségi Bírósága rekord összegű, 631 585 dollár pénzbüntetésre ítélte Vale-t. 2000-ben az Egyesült Államok Legfelsőbb Bírósága megtiltotta Vale-nek a fenti termékek árusítását. Jason Vale ebbe látszólag beleegyezett, ám eközben egy arizonai postafiókot, különböző honlapokat és telefonszámokat üzemeltetett, amelyeken tovább folytatta a tiltott tevékenységet. Végül 2003-ban a brooklyni bíróság Vale-t börtönbüntetésre ítélte.

A „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile történetében nem ez az első bírósági ügy, és lehet, hogy nem is az utolsó. Ebben a sztoriban a felbukkanó jellemek, sorsok, történetek minden képzeletet felülmúlnak és bármelyik író megirigyelhetné őket. Irving Lerner (University of Minnesota, USA) szerint a „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile „a gyógyítás történetének legravaszabb, legkifinomultabb és kétségtelenül legjövődélmezőbb hamis rákgyógyszere”. Vizsgáljuk meg először a kérdéses anyagot.

A népszerű internetes böngészőbe a „vitamin b17” keresőkifejezést beírva sok tízezer találatot fogunk kapni, pl. Yahoo: 871 000 (8460 magyar nyelvű találat), Google: 180 000 (11 300 magyar nyelvű találat).

<sup>1</sup> Az Akadémiai Kiadónál ősszel megjelenő 100 kémiai tévhit c. könyv egyik fejezete. A kiadó hozzájárulásával közölve.



1. ábra. Néhány természetes és mesterséges cianogén-glikozid szerkezete

lat, 2011. március 13). A legnépszerűbb magyar oldalakon (<http://www.b17hu.info/>, <http://www.s-barackmag.hu/>) hosszasan olvashatunk ennek az anyagnak a csodás, rákgyógyításban megmutatkozó hatásáról. Ugyanakkor a „B<sub>17</sub>-vitamin”-t (más néven laetrile-t) az Amerikai Egyesült Államok Nemzeti Rákkutató Intézetében (NCI) 23 állati daganatmodellben és embereken is megvizsgálták, és semmilyen jótékony hatást nem tapasztaltak, viszont mellékhatásként a cianidmérgezésnek megfelelő tüneteket írták le. Mi is ez a csodaszer? A 1. ábrán látható az említett anyagok szerkezete. Mexikóban a „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile leginkább amigdalint takar (2. ábra), ugyanakkor ezen anyagok hívei mindkét anyagra használják a „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile kifejezést.

A csonthéjas gyümölcsök magvában (pl. barackmag, keserűmandula) előforduló amigdalín és a szintetikus „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile egyaránt az ún. cianogén glikozidok közé tartoznak, béta-glükózidáz enzim hatására a megfelelő monoszacharidokra (cukrokra), benzaldehidre és hidrogén-cianidra bomlanak, ez utóbbinak tulajdonítható az említett „mellékhatás”. Az ember nem rendelkezik béta-glükózidáz enzimmel, ugyanakkor a vékonybélben a táplálékkal együtt kerülhet a szervezetünkbe ilyen enzim, illetve savak (pl. a gyakran javasolt C-vitamin adalékanyag) szintén elősegítik a bomlást.

Hogyan lehetséges, hogy nem halunk bele kis mennyiségű sárgabarackmag, mandula vagy marcipán fogyasztásába? Az elmentmondás abból ered, hogy az amigdalín sorsa attól függ, éppen mennyi amigdalín-bontó béta-glükózidáz enzim található az emésztőrendszerünkben. Ha kevés, akkor az amigdalín nagy része változatlanul távozik a széklettel, ha sok, akkor bizony fennáll a cianidmérgezés veszélye. Patkányokban az amigdalín LD<sub>50</sub>-értéke 880 mg/ttkg, ugyanakkor béta-glükózidáz enzimmel együtt lenyelve már 600 mg/ttkg azonnali halálhoz vezetett patkányokban. Marcipán esetében a készítés során alkalmazott hőkezeléssel az amigdalín mennyisége jelentősen csökkenthető. Ugyanezt az eljárást használják a trópusi manióka (tapióka, kasszava, *Manihot esculenta*), a világ egyik legfontosabb tápláléknövénye esetében is, amely egy másik cianogén gli-

2. ábra. Egy mexikói B<sub>17</sub>/amigdalín-injekció (<http://vizionizator.hu/forum/viewtopic.php?f=16&t=17>)





kozidot (linamarin, *I. ábra*) tartalmaz. Hőkezelés nélkül a manióká gumója mérgező, a kivont linamarint nyílméregként használják.

Ismerkedjünk meg a regényes történet néhány szereplőjével.

Idősebb Ernst T. Krebs (nem tévesztendő össze a Nobel-díjas Hans Adolf Krebs-szel!) San Franciscóban kezdte a pályafutását, ahol 1903-ban orvosi diplomát szerzett. Az I. világháború alatt spanyolnátha ellen egy petrezselyemkivonatot árusított, amit az Egyesült Államok Élelmiszer- és Gyógyszerhivatala (FDA) betiltott. Krebs később a kimotripszin-tartalmú Mutagen nevű készítménnyel próbálkozott, amelyről azt állította, hogy hatásos a rák ellen. Fiával, ifjabb Ernst T. Krebs-szel együtt a pangámsavat („B<sub>15</sub>-vitamin”) is szabadalmaztatta, mint a szívbetegség, rák és más súlyos betegségek gyógyszerét. A pangámsav vitaminjellegét ez idáig nem sikerült bizonyítani. Id. Krebs 1970-ben hunyt el.

Ifj. Ernst T. Krebs (1911–1996), a laetrile „szülőatyja” volt, gyakran Dr. Krebsként emlegették, bár sohasem szerzett doktori címet, a főiskolai tanulmányait is csak öt intézmény látogatásával tudta befejezni. A doktori címet az azóta megszűnt American Christian College bibliaismereti előadásán 1973-ban tartott egyórás előadásért kapta cserébe. Az intézmény doktori cím adományozására nem volt jogosult.

A laetrile eredetét illetően több változat is létezik. Id. Krebs a csempészett whiskey illatanyagának előállításánál került kapcsolatba a sárgabarackmaggal, ebből vont ki egy anyagot, melyről daganatellenes hatást tételezett fel. Ifj. Krebs apja eljárását 1949-ben módosította és az anyagot laetrile-nek nevezte (a laevo-mandelonitrile beta-D-glucuronoside szavak rövidítéséből). Ugyanakkor id. Krebs egy FDA-interjú során egy másik változatot ismertetett, amelyben 1951-et jelölte meg a laetrile születési időpontjaként, feltehetően azért, hogy a vonatkozó FDA-szabályokat kijátssza. Ifj. Krebs apjával együtt 1961-ben szabadalmaztatta a laetrile előállítását.

1945-ben ifj. Krebs létrehozta John Beard skót embriológus emlékére a John Beard Memorial Foundation alapítványt azért, hogy Beardnek a rák keletkezésével kapcsolatos elméletét továbbfejlessze. 1950-ben ifj. Krebs azt állította, hogy a rákos sejtek gazdagok egy olyan enzimben, amely az amigdalint cianidra bontja és ez utóbbi képes elpusztítani a rákos sejteket, míg az egészséges sejtekben nincs ilyen enzim. Ebben az időben kezdtek az engedélyező hatóságok a laetrile gyógyszerkénti használ-

atát támadni. Ifj. Krebs ezután azt állította, hogy az amigdalinnal vitamin és a rákot ennek a vitaminnak a hiánya okozza. Ifj. Krebs egyik elméletét sem sikerült eddig igazolni. Krebs kezdetben a laetrile-t rákgyógyszerként, később olyan szerként hirdette, amely képes a rákot „kontrollálni”, majd a „vitamin”-elmélet idején a rák megelőzésére javasolta.

A „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile klinikai alkalmazása akkor kapott lendületet, amikor 1956-ban Andrew R. L. McNaughton kanadai „üzletember” a színre lépett. McNaughton a II. világháborúban berepülőpilóta volt, majd a háború után az olcsón megszerzett hadianyagokat jókora haszonnal továbbadta, például fegyvert szállított Izraelnek, a kubai Batista-rezsimnek, amit ügyesen átjátszott Fidel Castrónak (ez utóbbiért tiszteletbeli kubai állampolgár lett). McNaughton létrehozott egy saját nevét viselő alapítványt, majd megalapította az International Biozymes Ltd. céget a kanadai terjesztés előmozdítása érdekében. Az 1970-es években McNaughtonnak pénzügyi nehézségei támadtak: az olasz rendőrség egy 17 millió dolláros csalás ügyében körözte, 1974-ben pedig a kanadai bíróság részvénycalásért 10 000 dollár bírságra és egy napnyi börtönbüntetésre ítélte, amely elől elszökött.

McNaughton nemcsak a „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile gyártását és forgalmazását szervezte, hanem a marketinget is. Dr. John A. Morrone sebész és Glenn Kittler szabadúszó újságíró rábírta „B<sub>17</sub>-vitamin”-t/laetrile-t propagáló szakkikkek, illetve egy könyv írására. Mindez nem maradt eredménytelenül. Dr. Ernesto Contreras, aki a mexikói hadseregben egykor patológusként dolgozott, az amerikai határ közelében, a mexikói Tijuánában egy klinikát állított fel, ahol amerikai rákbetegeket kezelt „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile alkalmazásával. Az üzlet gyorsan felvirágzott, hamarosan egy alapítvány (International Association of Cancer Victims/Victims and Friends) szervezte a betegek utaztatását és szállását egy Tijuánához közeli kaliforniai motelből. Dr. Contreras állítása szerint 1974-re havonta már 100–120 új beteget látott el számos visszatérő beteggel együtt és a havi laetrile-kúra átlagosan 150 dollárba került betegenként. 16 év alatt az általa kezelt betegek száma 1979-re elérte a 26 000-et. Amikor az FDA érdeklődött az általa 30 százalékban gyógyultnak ítélt betegarányról, Dr. Contreras csupán 12 esetet tudott felmutatni: ebből hat beteg rákban hunyt el, egy hagyományos rákterápián vett részt, egy más betegségben halt meg, egynek to-

vábbra is rákja volt, három beteget pedig nem sikerült fellelni.

A „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile-terápia körül tovább gyűltek a jogi problémák az Egyesült Államokban. 1961-ben ifj. Krebs és a John Beard Memorial Foundationt a pangámsav illegális államközi terjesztésért 3750 dollár bírságra és Krebst felfüggesztett börtönbüntetésre ítélték. 1962/1963-ban a kaliforniai Ráktanácsadó Testület (Cancer Advisory Board) több mint 100 esetet vizsgált meg és nem talált semmilyen bizonyítékot arra, hogy a „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile-terápia hatásos lenne a rák ellen, és javasolta az említett szer betiltását. A Krebs család ezután még többször megfordult a bíróságon. 1965-ben id. Krebs a laetrile terjesztéséért egy év felfüggesztett börtönbüntetést kapott. 1974-ben ifj. Krebs és bátyja (Byron) a kaliforniai egészségügyi törvény megsértéséért álltak a bíróság előtt: mindegyikük 500 dollár pénzbírságot és 6 hónapnyi felfüggesztett börtönbüntetést kapott. Ifj. Ernst Krebs megszegte a próbaidőszakot, 1983-ban ezért 6 hónapot ült börtönben.

Időközben Howard H. Beard, aki Krebs-ekkel dolgozott együtt, három ráktesztet fejlesztett ki, amelyekről az állították, hogy a rákot időben tudja jelezni, és ifj. Krebs 1963-ban kijelentette, hogy a „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile „tudományos alkalmazása” Beard tesztjein alapszik. A kaliforniai Ráktanácsadó Testület megvizsgálta Beard tesztjeit, és megállapította, hogy azok a vizelet laktóz-tartalmán alapulnak és nincsenek semmilyen kapcsolatban a rák előrejelzésével. Beard tesztjeinek forgalmazásáért 6 hónapnyi felfüggesztett börtönbüntetést kapott egy év próbaidőre.

A történet egy másik érdekes szereplője Dr. John Richardson, az „anyagcsere-doktor”. Richardson háziorvosként szerény jövedelemmel bírt, amikor 1971-ben megismerkedett ifj. Krebs-szel és hamarosan a „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile elkötelezett híve és „rákszakértő” lett. Betegenként 2000 dollárt számolt fel a terápiáért, adóbevallása alapján 1973 és 1976 között már 2,8 millió dollárt keresett. Michael Culbert, a Berkeley Daily Gazette újság szerkesztője és lelkes laetrile-hívó szerint ugyanakkor Richardson 4000–6000 beteget kezelhetett és betegenként átlagosan 2500 dollárt számolva a fenti jövedelem inkább 10–15 millió dollár lehetett. Dr. Richardson ugyanakkor elismerte, hogy a legtöbb beteg meghalt. Terápiája különleges étrendet, vitaminokat és nagy adag „B<sub>17</sub>-vitamin”-t/laetrile-t foglalt magában, aminek az „anyagcsere-terápia” nevet adta. Dr. Richardsont



1972-ben letartóztatták a kaliforniai ráktörvény megszegéséért, majd 1976-ban visszavonták orvosi engedélyét. Ezután Mexikóban egy ráklinikán, később Nevadában homeopataként dolgozott haláláig.

Dr. Richardson letartóztatása nagy visszhangot keltett és a Committee for Freedom of Choice in Cancer Therapy (A Ráktérápia Szabad Választásáért Küzdő Bizottság, CFCCT) megalakításához vezetett, amelynek elnöke Robert Bradford, a Stanford Egyetem korábbi laboratóriumi technika volt. A már említett Michael Culbert két könyvet írt a „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile védelmében. A CFCCT-vel szorosan együttműködött a John Birch Society, amelynek Culbert, Bradford és Richardson is tagja volt.

Az áldoktorok, kuruzslók és szerencselovagok mellett két akadémiai múlttal rendelkező szakember is megjelent a „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile történetében: Dr. Dean Burk biokémikus és Prof. Harold W. Manner, a chicagói Loyola University Biológia Tanszékének a vezetője. Utóbbtól munkahelye hamarosan megvált, Manner ekkor egy tjuanai klinikán dolgozott tovább. Steve McQueen filmszínész (többek között A hét mesterlövész és a Pokoli torony című filmek szereplőjé) szintén egy mexikói ráklinikán kezelték „B<sub>17</sub>-vitamin”-nal/laetrile-lal, de a kezelést követően hamarosan meghalt.

Az 1970-es években a „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile forgalmazását az Egyesült Államok 27 szövetségi államában engedélyezték, de a szövetségi törvények tiltották. Egy szenátusi meghallgatáson Dr. Richardson azt állította, hogy az Egyesült Államok Élelmiszer- és Gyógyszerhivatala, az Amerikai Orvosi Szövetség, a Nemzeti Rákkutató Intézet, a Rockefeller család, a fontosabb olaj- és gyógyszercegek összeesküdtek a laetrile ellen. Ugyanakkor ifj. Krebs és Dr. Richardson a meghallgatáson nem tudtak megegyezni a laetrile képletén, a szenátus nem kis derűltségére.

A növekvő társadalmi nyomás hatására az Egyesült Államok Nemzeti Rákkutató Intézete (NCI) két nagy kutatást is végzett a „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile alkalmazását illetően. Az elsőben mintegy 455 000 egészségügyi szakembernek írtak levelet és arra kérték őket, hogy számoljanak be a tapasztalataikról. Becslések szerint mintegy 70 000 amerikai kaphatott „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile-kezelést, ugyanakkor csupán 93 esetről kaptak visszajelzést, amiből 68 volt értékelhető. Ebből két esetben teljes, négy esetben részleges gyógyulás volt tapasztalható, míg 62 esetben nem volt változás.

Bár az NCI nem kért beszámolót negatív esetekről, 220 orvos több mint ezer esetről számolt be, amelyekben a „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile-nek nem volt jótékony hatása. Egy másik alkalommal, 1980-ban szigorúan ellenőrzött klinikai vizsgálatokat végeztek 178 betegen, akik „B<sub>17</sub>-vitamin”-t/laetrile-t, vitaminokat és enzimeket kaptak négy neves klinikán. Miután a „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile hívei nem tudtak pontos összetételt, illetve kezelési módot megadni, a legnagyobb mexikói forgalmazó, az American Biologics készítményét, valamint ifj. Krebs és a Bradford Alapítvány leírását használták. A kezelés eredménye egyértelmű volt: egyetlen egy beteg esetében sem tapasztaltak javulást, a túlélőknel a daganatok növekedését, számos betegnél pedig a cianidmérgezés tüneteit tapasztalták. A vizsgálatot követően az érintettek három esetben beperelték az NCI-t, de mindhárom pert elveszítették.

A linamarin (*L. abra*) kapcsán meg kell említenünk, hogy 2002-ben brit kutatók olyan rekombináns fehérjét állítottak elő, amellyel a linamarint szelektíven a rákos sejtekben lehet cianidra bontani és azokat ténylegesen elpusztítja (antibody-guided enzyme nitrile therapy, AGENT). A felhasznált fehérje azonban számos kedvezőtlen tulajdonsággal rendelkezik, és nem valószínű, hogy valaha gyógyszer lesz belőle, így mindez csupán elvi lehetőség a rák gyógyítására.

Az ügy magyar vonatkozásai kapcsán meg kell említenünk, hogy Magyarország európai uniós csatlakozása (2004) óta kb. 6000 élelmiszer-kiegészítő jelent meg a hazai piacon, amelyeket nem kell engedélyeztetni, csupán bejelenteni. Becslések szerint 2008-ban a tízmilliárd forintot is elérhette a különféle vitaminok és egyéb étrend-kiegészítő készítmények forgalma. Mindehhez persze megfelelő felvevő közeg

is kell: egy felmérés szerint az Egyesült Államok állampolgárai után a magyarok bíznak a leginkább az étrend-kiegészítőkből. Bár a tabletták, pasztillák, kapszulák és pezsgőtabletták egy részét garantáltan feleslegesen (vagy miként a „B<sub>17</sub>-vitamin”/laetrile esetében láttuk, önveszélyesen) fogyasztjuk el, erről épp a fogyasztókat a legnehezebb meggyőzni. Vajon meddig folyik ez így? ● ● ●

### IRODALOM

- <http://www.cancernet.nci.nih.gov/cancertopics/pdq/cam/laetrile> (letöltve: 2011. március 13).
- B. Wilson, The rise and fall of laetrile. Nutrition Forum (1988) 5, 33–40, <http://www.quackwatch.org/01QuackeryRelatedTopics/Cancer/laetrile> (letöltve: 2011. március 13).
- I. J. Lerner, Laetrile: a lesson in cancer quackery. CA Cancer J. Clin. (1981) 31, 91–95. <http://caonline.amcancersoc.org/cgi/reprint/31/2/91> (letöltve: 2011. március 13).
- S. Milazzo, S. Lejeune, E. Ernst, Laetrile for cancer: a systematic review of the clinical evidence. Support. Care Cancer (2007) 15, 583–595.
- S. Milazzo, E. Ernst, S. Lejeune, K. Schmidt, Laetrile treatment for cancer. Cochrane Database System. Rev. (2006) 15, CD005476.
- J. H. Carter, M. A. McLafferty, P. Goldman, Role of the gastrointestinal microflora in amygdalin (laetrile)-induced cyanide toxicity. Biochem. Pharmacol. (1980) 29, 301–304.
- S. R. Adewusi, O. L. Oke, On the metabolism of amygdalin. 1. The LD50 and biochemical changes in rats. Can. J. Physiol. Pharmacol. (1985) 63, 1080–1083. <http://www.quackwatch.org/04ConsumerEducation/News/apricotseeds.html> (letöltve: 2011. március 13).
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Ernst\\_T\\_Krebs](http://en.wikipedia.org/wiki/Ernst_T_Krebs) (letöltve: 2011. március 13).
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Amygdalin> (letöltve: 2011. március 14).
- [http://tomit.blog.hu/2008/05/24/manioka\\_1](http://tomit.blog.hu/2008/05/24/manioka_1) (letöltve: 2011. március 16).
- C. A. Kousparou, A. A. Epenetos, M. P. Deonarain, Antibody-guided enzyme therapy of cancer producing cyanide results in necrosis of targeted cells. Int. J. Cancer (2002) 99, 138–148.
- 180 perc, MR1 Kossuth Rádió, 2008. június 24, [http://www.mr1-kossuth.hu/m3u/00353bd3\\_2760884.m3u](http://www.mr1-kossuth.hu/m3u/00353bd3_2760884.m3u) (letöltve: 2008. július 8).
- Hargitai M., Csodabogyó-mánia mellékhatásokkal, Nép-szabadság, 2008. július 3. <http://nol.hu/cikk/497675/> (letöltve: 2011. március 13).

## Virtuális kutatók – Kutatók éjszakája

Szeptember folyamán két rendezvényt tartott a NanoTudomány Nemzetközi Közössége. A NANOPAPRIKA POSTER 2011 – I. Virtuális Nanotechnológiai Poszter-konferencia és a szeptember 23-án, a Kutatók éjszakáján a Tempus Közalapítvánnyal közösen megrendezett Kutatók a Neten 2011 – II. Kutatói Blog és Weboldal Találkozó azt a célt szolgálta, hogy a tudományokat, a kutatók világát közelebb hozzák az Interneten felcseperedő generáció tagjaihoz.

A [www.nanopaprika.eu](http://www.nanopaprika.eu) weboldal poszter-konferenciáján közel 30 kutató és egyetemi hallgató mutatta be legújabb eredményeit a nanotechnológia gyógyászati, környezetvédelmi, anyagtudományi és elméleti területeiről. A magyar résztvevők mellett nyugat- és kelet-európai, ázsiai, amerikai és afrikai tudósok is „kihelyezték” tudományos munkájuk termékeit.

A Kutatók a Neten 2011 blog-bemutatójára a tavalyi hagyományt követve a Kutatók éjszakája budapesti központi rendezvényén került sor, ezúttal az Erzsébet téri Gödör Klubban.



Muzsnay Csaba

■ Babeş-Bolyai Tudományegyetem, Kolozsvár | cmuzsnay@chem.ubbcluj.ro

# A földi felmelegedésnek és nem várt éghajlatváltozásainak egyik fő oka lehet az emberi tevékenységből származó légköri vízgőz (2. rész)

## A negyedik, csapadékképző és nedvességszállító szint

A vízgőzzel telített levegő víztartalma nagymértékben csökken a hőmérséklettel (és a magassággal). A kondenzálódott vízmenyiség annál nagyobb, minél magasabb hőmérsékletnél kezdődik, s minél alacsonyabb hőmérsékleten fejeződik be a kicsapódás [13c]. A zivatarcellák keletkezésénél a feltételes instabilitás (emelkedő telített vízgőzből látens hő szabadul fel) igen fontos szerepet játszik, ha jelentkezik egy kiváló impulzus (külső kényszerítő hatás: szabad konvekció és kényszer-konvekció), amely a beindult felszálló mozgást egy adott ponttól magától emelkedővé változtatja [9b, 13d] – ellentétben az abszolút instabilitással, mely ritkán fordul elő. Kiváló impulzusként szerepelhet a tavaszi-nyári-őszi időszakban az északi féltekén emberi tevékenységek eredményeként légkörbe került többlet-vízgőz, kondenzációt elősegítő vékony rétegek [26] nagy mennyiségű aeroszol, (adiabata-instabilitás, labilizáló hatás [13e és d]). A felhőképződés és a vízgőz-koncentrációban lévő különb-

ségek regionális skálán jelentkeznek, tehát a globális éghajlati modellek rácsmérete alá esnek. Éghajlati modelljeink túl durva felbontásúak ahhoz, hogy figyelembe vegyünk minden kisebb légköri képződményt, például nagy tó fölött megjelenő felhőt, vagy a lejtőszelét egy meleg nyári napon. A légkör, mint egy nagyon összetett dinamikus rendszer, távol áll az egyszerű egyensúlyoktól. A nedvességszállítást a szélesség függvényében különböző folyamatok befolyásolják és szabályozzák. Így kialakul vízszintes szállítás (advekción) a száraz területeken, főleg a trópusok és a közepes szélességek között, illetve a trópusokon a függőleges szállítás (konvekción), ahol a magas cumulonimbus tornyok képződnek, valamint a nagy skálájú emelkedő és süllyedő mozgások a magas szélességeken, ahol a réteges felhők dominálnak.

## Az ötödik, az északi és déli félteke közötti határozott eltérések szintje

A két félteke közötti különbségek alapvetők (1. táblázat, és magyarázata a szö-

vegben), és az emberi tevékenységek alakulását nagymértékben meghatározzák. Következésképpen annyira mélyrehatóak, hogy Földünk éghajlati viszonyait is befolyásolják. A Föld felületével érintkező légkör szárazfölddel (SzF) vagy vízfelülettel (VFe) van kapcsolatban. A vízzel borított területek jóval nagyobbak, mint a szárazföldek. A víz szerepe már statisztikai adatok alapján is különleges, döntő és meghatározó. A Föld felületének több mint 2/3-a (71%), illetve közel 3/4-e kondenzált vízzel (folyadék vízzel, vagy jéggel/hóval) borított. A szárazföld is hosszabb-rövidebb ideig csapadékhullás révén megismétlődően kondenzált vízzel ellátott és vízgőztartalmú légkörrel érintkezik. Emberi beavatkozások következtében, a szárazföld öntözéssel, gyakran vízzel fedésbe kerül, de számos vízgőzgenerátor hatására a légkörbe is tetemes mennyiségű vízgőz kerül. Hangsúlyosabban érvényes ez a déli féltekére (DFT – 81%-os borítottság), az északi féltekén (ÉFT) a SzF sokkal nagyobb (több mint kétszer annyi – 39,4% (100 000 km<sup>2</sup>, a DFT 48500 km<sup>2</sup>-ével szemben), míg az átlag 29%. A népesség eloszlása még

1. táblázat. A Föld és a féltekék szárazföld/SzF, illetve óceán/VFe megoszlása

3 földi terület	km <sup>2</sup>	%	3 földi terület	km <sup>2</sup>	%	3 szárazföld	km <sup>2</sup>	%	3 ÉFT-terület	km <sup>2</sup>	%
Föld	510 072 000	100	VFe	361 126 400	100	SzF	148 945 600	100	ÉFT	255 036 000	100
VFe	361 126 400	70,8	VFeÉFT	154 547 240	42,8	SzFÉFT	100 588 760	67,5	SzF	100 588 760	39,4
SzF	148 945 600	29,2	VFeDFT	206 579 160	57,2	SzFDFT	48 456 840	32,5	VFe	154 547 240	60,6



aránytalanabb [24]. Az ÉFT-n él az emberiség 88%-a, és a munkaképes lakosság több mint 90%-a. Következésképpen, az emberi tevékenységek által létrehozott, vagy ahhoz kapcsolódó vízgőz 90%-a az ÉFT-n jut a légkörbe és fejt ki éghajlatot befolyásoló hatását. A DFT-n csak Ausztrália (a legritkábban lakott földrész), a Déli-sarkvidék v. Antarktisz (DS – szinte lakatlan), Dél-Amerika középső és déli része, Afrika déli része, Madagaszkár, Jáva, Új-Guinea, Új-Zéland, a Fidzsi-szigetek és Indonézia egy része található, és az emberi vízgőzkibocsátás mindössze 10%-áért felelős.

Az ELTE Meteorológiai Tanszékén a múlt század végén végzett kutatások eredményei alapján (2. táblázat) követhető a légkörben jelen lévő víz mennyisége a két féltekén külön-külön [9d]. Vizsgálták a fél-

	Északi félteke	Déli félteke	Föld
Január	4,9	7,2	12,1
Február	5,0	7,4	12,4
Március	5,2	7,2	12,4
Április	6,0	6,6	12,5
Május	7,0	5,7	12,7
Június	7,9	5,4	13,3
Július	8,7	4,9	13,5
Augusztus	8,8	4,8	13,6
Szeptember	8,2	5,1	13,3
Október	7,0	5,8	13,2
November	5,9	6,1	12,0
December	5,2	6,7	11,9
<b>Átlag</b>	<b>6,7</b>	<b>6,1</b>	<b>12,74</b>

**2. táblázat. A két félteke légkörének átlagos vízgőztartalma  $10^{12}$  tonnában, havi és évi felbontásban**

tekék légkörének hőmérséklet- és nyomásváltozásait [9f, g]. A táblázatban szereplő értékek nagyságrendje  $10^{12}$  t. Az ÉFT-n augusztusban a legnagyobb a víztartalom, míg januárban a legkisebb, a DFT-n februárban a legnagyobb, míg augusztusban a legkisebb. A két féltekén az egymásnak megfeleltethető nyári, téli, tavaszi és őszi hónapokban a víztartalom mindig az ÉFT-n magasabb, a kettő közötti különbség a nyári hónapokban a legnagyobb és a téliekben a legkisebb. A leghidegebb téli hónapban (január, illetve augusztus) alig van különbség a két félteke légkörének vízgőztartalmában. Ez nagyon sokat mondó adat, azt bizonyítja, hogy a téli hónapokban az ÉFT-n kibocsátott nagy mennyiségű, emberi tevékenységből származó vízgőz lecsapódik, vagy kifagy és a légkör

víztartalma közel egyenlővé válik a DFT téli természetes nedvességtartalmával. A nyári hónapokban viszont főleg az emberi tevékenység által termelt vízgőz megegyezik az ÉFT légkörének nedvességtartalmát és a már amúgy is magasabb hőmérsékletet, a DFT kisebb természetes vízgőztartalmával és alacsonyabb hőmérsékletével szemben.

Az átlagértékekkel kiegészített 2. táblázat is az ÉFT különleges állapotára utal, azt mutatja, hogy a kilencvenes években az emberi tevékenység által észlelhetően és maradandóan  $6 \cdot 10^{11}$  t/év vízgőz (az ÉFT évi vízgőzmennyiségének 8,96%-a) került a légkör ezen részébe, mely az egész légkör vízgőzkészletének 4,71%-át teszi ki.

Rákóczi Ferenc [9d] meglepőnek tartja azt a körülményt, hogy az ÉFT-n 61%, a DFT-n 81% az óceánok aránya és ennek ellenére az ÉFT nedvesebb. Igyekszik magyarázatokat adni – kijelentve, hogy az ÉFT légkörének vízbefogadó képessége nagyobb a délinél. Ez tulajdonképpen a jelen dolgozat megállapításának egy más megfogalmazása. Az eddigiekből viszont eléggé nyilvánvaló, hogy a kedvezőtlenebb vízfelület-arányok ellenére az emberi tevékenység által képződött vízgőz kiegyenlítettte, és ma már jócskán túllépi a hiányt, nedvesebbre és melegebbre változtatva az ÉFT-t, nagymértékben olvadásra kényszerítve az Északi-sarkvidék (ÉSV) jéghegyeit (jégtartalékait) és elárasztással fenyegetve Földünk jelenlegi partvonalait, megemelve a tengerszintet. A légköri vízgőz különleges szerepe okán növekvő igény mutatkozik a rá vonatkozó adatok mind korszerűbb és megbízhatóbb térbeli és időbeli megjelenítésére [25, 1a].

A léghőmérséklet is évi menetet mutat a két féltekén. Az ÉFT átlaghőmérséklete ( $16,2$  °C)  $2,2$  °C-kal magasabb a DFT-n számítottnál [9, 13]. Ez a körülmény is az emberi tevékenység által az ÉFT-n felszabadított óriási vízgőzmennyiséggel hozható kapcsolatba. Az ÉFT légnyomása kis mértékű évi változást ( $3,7$  mbar) és szabályos menetet mutat, ami azt jelenti, hogy május és augusztus között  $9,25 \cdot 10^{12}$  t vízgőz áramlik át a DFT-re [13].

Szakszerű feldolgozás alapján vizsgálták 2 m-rel a talaj felett a vízgőz átlagos parciális nyomásának (VÁPNY) eloszlását tükröző izobárokot. A meteorológiai mérőállomásoknak 80-as évek előtti adatai alapján [16] például januárban az Egyenlítő mentén a legnagyobb a VÁPNY ( $30$  mbar), mely erőteljes párolgásra utal ezen a vidéken. A vízgőznyomás a két sarok irányában csökken, de nem ugyanolyan mérték-

ben. A DFT-n a Baktériótól délre egyenletes a csökkenés. Nagy, ezerszeres különbségek alakulnak ki az Egyenlítő és a sarkok között. Az ÉFT-n viszont a meleg atlanti- és csendes-óceáni áramlatok növelik a levegő páratartalmát Norvégia és Dél-Alaszka partjainál. Ez lehet az egyik, talán fő útvonala a Golf-áram feletti légkörben az emberi eredetű vízgőz ÉS-i behatolásának és világosan kirajzolódnak a közép-ázsiai és afrikai sivatagok is ( $2$  mbar). Amikor az ÉFT-n megkezdődik a nyár, az egyenlítői nedvesség szélesedik mindkét irányban. Lassabban nő a VÁPNY a sarkok, de különösen az ÉS felé, ahol júliusban eléri a  $10$  mbar ( $2-5$  mbar a DS) – ez  $100-200$ -szor nagyobb, mint januárban volt. A különbség az ÉS és az Egyenlítő VÁPNY-a között sokkal kisebb, ami kapcsolatba hozható az emberi eredetű vízgőz hatásával. A különbségcsökkenés lassan (évek során) kismértékben áttevődik a DFT-re is. Érdekes módon az ÉFT a relatív nedvességtartalom szempontjából száraz, a déli pedig nedves. A relatív nedvességnek csak az ÉFT-n van évi menete, a DFT-n nincs [9d].

Az ÉFT-n, a 2. táblázat adatai alapján, átlagosan  $\sim 9\%$ -kal több a vízgőz, mint a DFT-n, és ez helyileg és pillanatnyilag  $20-80\%$ -os többlet-vízgőzt is jelenthet Mindezt a többlet-vízgőz az ÉFT általános, de helyi túlemeledését is okozza. Köztudott az utóbbi években Norvégia, Svédország, Finnország nyári-őszi szokatlan meleg időjárása és a meleg előre nem látott áramlása az ÉSV-re. A vízgőz nem képes olyan gyors és valós keveredésre, mint a  $CO_2$ , mivel könnyen kicsapódik, s ez helyi töménységének nagymértékű csökkenéséhez vezet. Diffúzió révén a vízgőz bekerül a magasabb légkörbe, légmozgásoktól nagymértékben felerősítve vízszintes szállítást is megvalósul. Általában csökken a vízgőz töménysége a magassággal. Mindezek megnövelt vízgőztranszportot biztosítanak az ÉS-ra. A DS óriási jégmezői és csúcsai rendkívül hideg területek, még nyáron is elviselhetetlenek, míg az ÉS jege gyors visszahúzódásba kezdett, és a nyári  $0$  fok körüli hőmérséklet ott jól elviselhető. A Golf-áram is nagymértékben besegít az ÉFT melegebbé válásába.

Az utóbbi években mind jobban olvad a Jeges-tengert fedő jégtakaró, és ma már a nyári időszakban ez a tenger hajózható. Izland jeges vidékei hómentessé válnak, Grönland jégpáncélja is nagy sebességgel rombolódik, és az átfagyott talajok (permafrost) kiolvadása is mind kifejezettebbé válik. Mindezek a változások a kutatócso-



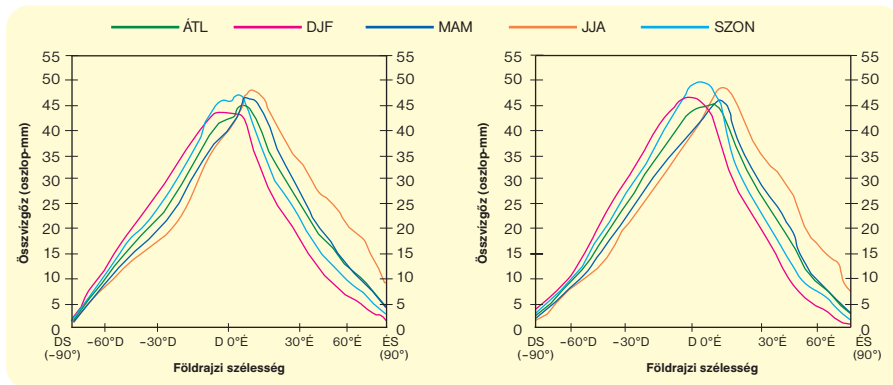
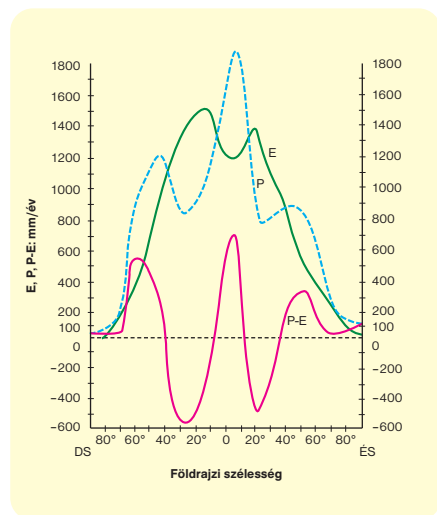


portok figyelmének és vizsgálatának előterébe kerültek. Konferenciái sorozata tűzi megválaszolendő célként az előzőekben említett mind riasztóbb eredmények magyarázatát. Ennek kapcsán csak a 2009-ben rendkívül nagy részvétellel megtartott „Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions” című konferenciára hivatkozva idézünk két idevágó dolgozatot [27, 28].

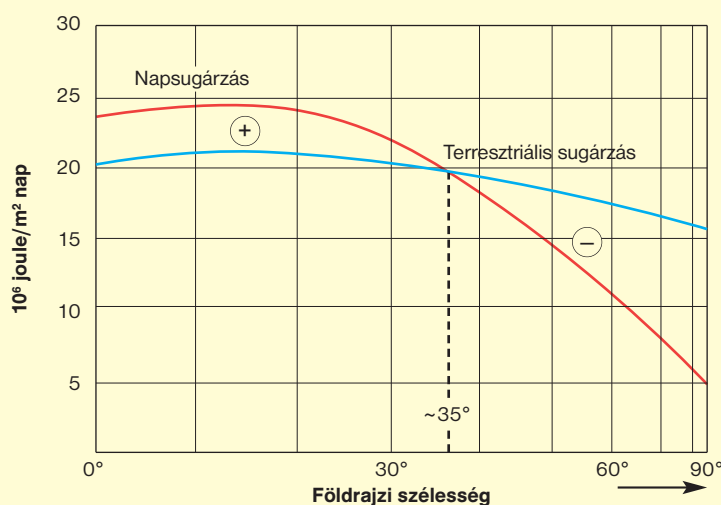
A Föld hidrológiai rendszerében a légkör víztartalma, a legkisebb az óceánok, a sarkvidéki jégtakaró és a szárazföldi vízkészlettel való összehasonlításban, jóllehet jelentős szerepet játszik a hidrológiai körforgásban, hisz a légköri vízgőz gyorsan, átlagosan 10–12 naponként cserélődik ki. A világoceán és a légkör kölcsönösen hat egymásra, de a légkörre, mint viszonylag önálló termo-hidrodinamikai rendszerre, külön meghatározhatók egyensúlyi követelmények. *Az általános légkörzés rendszerének legalább a következő négy globális légköri mérlegfeltételt kell teljesítenie:* 1) a vízforgalom mérlege, 2) a hőháztartás mérlege, 3) a Föld-légkör rendszer impulzusmomentum-mérlege, 4) a légtömegek eloszlásának egyensúlya.

A lehullott csapadék (P) és a földfelszínről elpárolgott víz mennyisége (E) évi szinten egyenlő, viszont a szélességi körök mentén mindkét érték jellegzetes övezetes eloszlást mutat. *Az ÉFT-n több csapadék hullik (P), mint az elpárologtatott víz mennyisége (E). A DFT-n a (P–E) negatív érték [3a, 29]. Az ÉS-on úgy a P, mint a P–E 100 mm, tehát jóval több, mint a DS-on – ahol ennek értéke zérushoz közelít –, ami összhangban van az antropogén eredetű többlet-vízgőznek ÉFT-n való jelenlétével (1. ábra).* A légkörbe jutó vízgőztöbblet nem

1. ábra. Az évi csapadék (P), párolgás (E) és e két mennyiség (P–E) különbsége



2. ábra. A légkör vízgőztartalma oszlopmm-ben, a 4 évszakban külön és átlagolva, két adatszolgáltató elég hasonló eredményű mérései alapján (NASA Water Vapor Project: NVAP 1991–1995 (balra), The Tiros Operational Vertical Sounder: TOVS 07/90-06/95 (jobbra) [4b])



3. ábra. A Föld kétfajta sugárzási energiájának változása a földrajzi szélességgel

halmazódik fel, az emberi eredetű sem, hanem elszállítódik azokra a szélességekre, ahol a párolgás kisebb, így az ÉS-ra is.

Mindkét féltekén a vízgőz szállítása a sarkok felé irányul, kitüntetetten az ÉS felé, de alacsony szélességeken ez az Egyenlítő felé történik [3a, 4a]. A Landolt–Börnstein meteorológiával foglalkozó legújabb kötete [4] nagyszámú újabb adatot, grafikont tartalmaz, melyek részletekbe menő vizsgálatokat, értékeléseket érdemelnének a felvetett probléma bizonyításáért. E célból a 2. ábra két kutatócsoport öt évre vonatkozó átlagolt eredményeit mutatja be, mely az 1. ábrával is összhangban bizonyítja azt, hogy az ÉS-on (90°) minden évszakban és átlagosan is nagyobb a vízgőzmennyiség, mint a DS-on (–90°). Nyáron (június–július–augusztus: JJA) különösen nagy az ÉS-ra hulló csapadék mennyisége.

Megállapítható, hogy a földi felmelegedés legfinomabb érzékelője az Északi-sark-

vidék, és az ÉS felerősítve tükrözi a légköri vízgőz mennyiségének növekedése miatt bekövetkező rendkívüli változásokat. A két félgömbön elérendő egyensúlyhoz az Egyenlítőn át  $1,647 \cdot 10^{13}$  t/év vízgőztranszportra is szükség van [3, 13].

A trópusokon kívüli övezetnek (35°–90° és –35°–(–90°)) energiahiánya van, mivel több energiát sugároz ki, mint amennyit a Naptól kap (3. ábra). A sarkvidék sugárzási veszteségének legnagyobb részét, földközelségben, a rejtett (látens) hő pótolja.

Érdekes módon a szubtrópusok nagy sugárzási bevétele nem melegíti a légkört, hanem az óceánok vizének párologtatására fordítódik. Ez a vízgőz az Egyenlítő felé szállítódik, ahol a csapadékképződés miatt láens hő szabadul fel, amely melegíti a légkört. Ezáltal az Egyenlítő övezete egy általános, sark felé mutató, intenzív feláramlás szinterévé válik [3a].

Elméleti megfontolások alapján, néhány éves átlagban, a légkör és a Föld im-



pulzusmomentumai (IM) külön-külön állandóak. Ha a légkör sűrűsödés révén a Földtől bizonyos övezetekben IM-ot kap, akkor azt más földrajzi szélességeken vissza kell adnia. Az általános légkörzés mechanizmusának biztosítása kell a szükséges mennyiségű IM meridionális szállítását is (a trópusi övektől a mérsékelt felé). Az átlagos cirkulációs fluxus évszakfüggő, míg a vízszintes (meridionális) átvitel örvényes szállításra mindkét félgömbben a sarkok felé irányul. *Az IM megmaradása elvi lehetőséget szolgáltat az ÉFT nagy mennyiségű emberi eredetű vízgőzének ÉS-ra való szállításához* [3, 13]. Ugyancsak az általános légkörzési rendszeren belül nem alakulhat ki külön-külön sem tartós összeáramlás, sem tartós szétáramlás. Például az ÉFT első légrétegeiben összeáramló levegőtömeg felemelkedik és visszaáramlik az ÉS irányába. Hosszabb idő átlagában nem változik a tömegeloszlás, ami a tömegtranszport egyensúlyi feltétele.

Bizonyíthatóan az emberi tevékenységből eredő vízgőz is hozzájárul a két félteke légkörének különbözőségéhez, melynek bemutatása az éghajlatváltozás pontosabb értelmezését teszi lehetővé.

Az emberi tevékenységből közvetlenül, vagy közvetve származó nagy mennyiségű és állandóan növekvő vízgőz a légköri vízgőztartalom részévé válik s az üvegházhatás következtében annak energiátartalmát tetemes mértékben emeli. Fontos következtetések levonására kerülhet ezután sor az elkövetkező számos teendő megfogalmazása, biztosítása és a kivetelezések kézbe tartása tekintetében. A beavatkozás csak globális lehet, melyet a következtetés, a határozottság és becsültelesség jellemző.

### Következtetések

I. A Föld szférái és éghajlati rendszerei főleg az utóbbi évszázadban jól észrevehető változásokat mutatnak, melyek sokszor váratlanul jelentkeztek. Mind kifejezettebb véleménykülönbségek körvonalazódnak az éghajlatváltozással és globális felmelegedéssel kapcsolatban. A légkör állandóan emelkedő szén-dioxid-tartalmával növekvő üvegházhatás szinte általánosan elfogadott, jóllehet erre közvetlen bizonyíték nincs, sőt arra lehet következtetni, hogy más tényezők hatásával inkább kell számolni. Így pl. az emberi eredetű vízgőz szerepének vizsgálata is indokolt. Az emberi tevékenységekből származó vízgőz éghajlat-módosító hatására csak közvetett bizonyítékokat lehet találni, mivel gyakran

megállapíthatatlan, hogy a vízgőz természetes vagy mesterséges eredetű-e. Az utóbbi 360 évben állandóan nő az emberi tevékenységeiből eredő vízgőz mennyisége, mely nyolcféle fő folyamat alapján képződik. Óriási számú (több tízmilliárdnyi) különböző méretű, fizikai, vegyi vagy biológiai alapon működő vízgőzfejlesztő működik bolygónkon, főleg az ÉFT-n, amelyek zömét az éghajlatváltozások modellezésénél nem lehet figyelembe venni.

Bizonyítást nyert, hogy a légköri vízgőz különleges és rendkívüli viselkedésének köszönhető a Föld felszínén és ahhoz közeli rétegben lezajló légköri folyamatok, illetve a különböző szférák közötti csere-folyamatok nagy része. A vízmolekulák, a vízgőz, a víztartalmú klaszterek és a kondenzált formában előforduló víz energiacsere-folyamatok szereplői, melyek legalább öt szinten bontakoztatják ki különleges sajátosságukat. Molekuláris és klaszteri (1. és 2.) szinten a légköri összetevők közül a víz legnagyobb mértékben nyeli el a hosszú hullámú teresztrialis sugárzásokat, és ezzel a legjelentősebb üvegházgáznak tekinthető. Termodinamikai vizsgálatok eredményeként a légköri hőmérséklet- és nyomásváltozások hatására csak a víz szerepelhet egyidejűleg mindhárom halmazállapotában. A felhőkben kialakuló kondenzált fázisai (3. szint) a légkör víztartalmának intenzív szállításához és csapadékhulláshoz vezetnek (4. szint). Nem elhanyagolható a vízgőznek légmozgások általi gyors szállítására sem. Tekintettel arra, hogy az emberi tevékenységek zöme és az ebből eredő vízgőz tetemes része az ÉFT-hez kapcsolható, a légköri víz különleges és rendkívüli viselkedése az északi félgömbben csúcspontot ér (5. szint). Az északi és déli félteke közötti határozott különbséggel kell számolni, melynek kialakulásához és fennmaradásához az emberi tevékenységek is hozzájárulnak.

II. A légkörzésre, mint viszonylag önálló termo-hidrodinamikai rendszerre, legalább négy globális légköri mérlegfeltétel teljesül: 1) a vízforgalom mérlege, 2) a hőháztartás mérlege, 3) a Föld-légkör rendszer impulzusmomentum-mérlege, 4) a légtömegek eloszlásának egyensúlya. Az ÉFT-n több csapadék hullik, mint az elpárologtatott víz mennyisége. Az ÉS-on is több a csapadék, mint a DS-on, mely összhangban van az antropogén eredetű többlet-vízgőznek ÉFT-n való jelenlétével. Az ÉFT-ről az Egyenlítőn át  $1,647 \cdot 10^{13}$  t/év vízgőz szállítódik, kialakítva a szükséges egyensúlyt. A légkörbe jutó emberi eredetű vízgőztöbblet nem halmozódik fel, el-

szállítódik a szárazabb területekre, sőt az ÉS-ra is. Mindkét féltekén a vízgőz szállítása a sarkok felé irányul, kitüntetetten az ÉS felé, de kis szélességeken ez az Egyenlítő felé is történik. A sarkvidék sugárzási hiányának/vesztésének legnagyobb részét, földközépen, a vízgőz szolgáltatja rejtett (látens) hő pótolja.

III. Az emberi tevékenység által folyamatosan termelt hatalmas, és mind nagyobb mennyiségű vízgőz a légkör felmelegedésének meghatározó elemévé vált. Rövid távon, a Föld felszínének és légkörének hőmérsékletét 99,9%-ban a napenergia légkörbe való behatolása és összetevőivel, valamint a földfelszín szféráival (litoszférával, hidroszférával, krioszférával és bioszférával) való kölcsönhatása okozza. A légkörben előforduló 3–5 atomos molekulák – pl.  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $O_3$ ,  $N_2O$  és  $CH_4$  – nyelik el nagymértékben az elektromágneses sugárzásokat és fejtenek ki üvegházhatást. A víz az egyetlen olyan molekula, amely viszonylag jelentős töménységben – kb. 0,30% – van jelen a légkörben, nagyon előnyös, rendkívüli fizikai és kémiai tulajdonságokkal rendelkezik és 65–70%-os üvegházhatást fejt ki. Hosszabb távon más energiatermelő folyamatok hatásai összeadódhatnak (pl. fosszilisenergia-források melegítő hatása) és érezhetően befolyásolhatják a légkör energetikai állapotát. Eddig csak a  $CO_2$  üvegházhatásával számoltak, csupán ennek mennyiségét igyekeznek csökkenteni, ami rendkívül súlyos következményekkel járó tévedésként is felfogható. A Föld felszínén és a légkörben emberi tevékenységhez kapcsolódó több tízmilliárd vízgőzgenerátor (fizikai, kémiai és biológiai) működik, melyek észrevehetően növelik a légkör nedvességtartalmát, helyi hőmérsékleteit, átlaghőmérsékletét és energiátartalmát.

IV. A két félteke közötti különbségek alapvetők, következményeik annyira mélyrehatóak, hogy Földünk éghajlati viszonyait is befolyásolják. Főleg az északi féltekén keletkezik emberi tevékenység eredményeképpen vízgőz. A vízgőzgenerátorok bemutatott fajtái különböző vízgőzmennyiségeket juttatnak egyenlőtlen ütemben a légkörbe, de az emberi tevékenységek által létrehozott, vagy ahhoz kapcsolódó vízgőz 90%-a az ÉFT-n jut a légkörbe és fejt ki éghajlatot befolyásoló hatást.

V. Sikertelen megbecsülni a légkör vízgőztartalmának emberi tevékenységből eredeztethető részét, ami évi átlagban az ÉFT-n 8,96%-ot ( $6 \cdot 10^{11}$  t/év), illetve a Földgolyón 4,73%-ot képvisel. Az ÉFT nyári többlet-vízgőze, a DFT nyári időszakhoz



viszonyítva, első közelítésben, de alulértékelve, emberi eredetűnek tekinthető, és értéke (1700/88) kb. 20%-ra tehető. Más megközelítésben, de túlértékelve, a két félteke augusztusi vízgőztartalmának különbsége alapján az ÉFT augusztusi vízgőztartalmának 45%-a (4000/88) emberi tevékenységekből eredhet. E két érték mérlegelése alapján az ÉFT augusztusi vízgőztartalmának legalább 35%-a (kb.  $3 \cdot 10^{11}$  t/augusztus) emberi tevékenységekből származhat.

VI. A vízgőz okozta földi felmelegedés legfinomabb érzékelője az Északi-sarkvidék. Az ipari forradalom 360 éve alatt előállított növekvő vízgőzmennyiség az északi meleg áramlatokkal és a nyári esőkkel melegítette az ÉSV-et. A felmelegedés és a jég olvadása mind gyorsabbá vált. Így alakult ki a mai kritikus helyzet, amikor az északi Jeges-tenger nyáron hajózhatóvá válik, a jég alól kiszabadult átfagyott talaj is megolvad és nagy mennyiségű metánt és szén-dioxidot tesz szabaddá, gyorsítva a felmelegedést.

VII. A figyelmet a tél és a hóhullás időszakaira és ki kéne terjeszteni, kapcsolatot teremtve az emberi tevékenységből származó vízgőz, illetve a lehullott hó mennyiségével és a hóhatárok évi változásával. Ez esetben is nagy különbség mutatkozik a két félteke között. Az ÉFT-re, annak északi síkságaira és az ÉS-ra sokkal kifejezettebben jellemzők az őszutói hószállingózások és a téli hóhullások, valamint tavaszi hóolvadások. Ezzel szemben, az Antarktiszon kívül a DFT-nek nagyon kevés síksága kap évente hótakarót. A hóesésre, a hótakaróra, a hórétteg vastagságára, vagy a hó-víz egyenértékre vonatkozó hosszú távú feljegyzések ritkák. Néhány esetben felhasználhatóak ilyen hóadat-sorok, de ezek sokkal szegényesebbek, gyengébb minőségűek a legtöbb, ÉFT-n rendelkezésre állónál. Ezzel magyarázhatók az ESA arra irányuló, figyelemre méltó erőfeszítései, hogy az ÉFT-n működtessék a „GlobSnow Projekt”-et. Olyan műholdalapú hó-adattár létrehozására törekednek, mely egyelőre 15, illetve 30 év megfigyeléseit tartalmazza. Az ÉFT síkságai hóborítottságának folytonos változása csodálatosan tükröződik a „GlobSnow Projekt” animációs képein [30–31]. Érdeklődésre tartanak számot azok az eredmények, amelyek az ÉFT-n a havas tavaszi időszaknak (a teljes hó-évszak végének) visszaszorulását/megrövidülését, illetve az őszi hó megjelenésének (a teljes hó-évszak kezdetének) esetleges későbbre tolódását bizonyítanák [31].

VIII. A földi légkör állapota mind ag-

gasztóbb. „Összezsaptak felettünk a hullámok.” Sikerült elrontanunk az ÉS-on folyamatosan üzemelő hűtőgépet, éppen a nagy mennyiségben termelt vízgőzzel. Sürögően tenni kell a vízgőz emberi termelésének csökkentéséért, mert ha nem történik semmi, egy évtized múlva esetleg túl juthatunk azon a fordulóponton, ahonnan már nincs visszaút. Az is lehet, hogy már végzetes a változás, de a reményt nem szabad feladni. Új, a régieket is magába ötvöző elképzelések alapján meg kell próbálni az ÉS-en a melegedési folyamat megállítását, sőt megfordítását.

IX. Hatalmas munkálatokról lenne szó, óriási befektetéseket kellene eszközölni – folytatva az eddig eltervezetteknek is nagy részét, azokat, amelyek a többi üvegházgázok mennyiségének csökkentését tűzték ki célként. De a „Vízbolygón” az emberi eredetű vízgőz kibocsátásának csökkentése, kondenzálása és rezervoárakba való bevitele elvileg rendkívül természet- és környezetbarát műveletnek tekinthető, ennél előnyösebb beavatkozás el sem képzelhető. Az egységes fellépés és hatásának felelős ellenőrzése Földünk hidrológiai és légköri egyensúlyainak befolyásolhatóságára vonatkozóan nyújtana értékes támpontokat.

X. Az utóbbi 200 évben, az emberi tevékenység hatására, alapjaiban módosult környezetünk és az emberiség tudományos, technikai lehetőségei. Szakemberek véleménye alapján új földtani korszakba léptünk, a holocén megelőző antropocén korbba, melynek hivatalos elfogadása valószínűen hamarosan megtörténik. Bolygónk egységes egészet képvisel, a sokrétű és gyakori emberi beavatkozás nagyban növeli sérülékenységét. Erről számtalanszor tudomást kellett vegyünk és csak megfelelően irányított közbelépéseink hátrították el a jelentkező veszélyeket. Az emberi tevékenységből származó vízgőz éghajlatmódosító hatását is ki kell védeni, ezt súlyosbítják a felső troposzférába és alsó sztratoszférába behatoló szuperszonikus gépek, melyeknek vízgőz/finom szemcsés jégkristály, szén-dioxid és nitrogén-oxid kibocsátása rendkívül veszélyes, bonyolult, de sürgősen is megoldandó problémákat vet fel.

### Teendők

Visszatérve az emberi tevékenységek éghajlatmódosító hatása csökkentésének lehetőségeire, a fő feladat véleményem szerint az lenne, hogy megőrizzük az ÉS jelenlegi állapotát, és visszafordítsuk az ÉS

nyári olvadó, melegedő folyamatait a fokozatosan általánossá váló jégképződés irányába, lassan visszaállítva a 20, 50, 100, 200 és 300 év előtti állapotokat. Ily módon elkerülhető lenne a Golf-áram további gyengülése, esetleg megszűnése, az óceánok vízszint-emelkedése és a tengerparti városok víz alá kerülése. Ebben a vonatkozásban a légkör nedvességtartalmának csökkentése a legfontosabb megoldandó gyakorlati problémának tekinthető. De a kivitelezés fokozott körültekintést igényelne, hogy a hatékonyság minél nagyobb legyen. Semmiképpen sem a légköri vízgőzkoncentrációknak általános és költséges csökkentésével kéne törekedni helyi egyensúlyi állapotok eltolására, mert ez csak rövid ideig tartó változást eredményezne, hisz a helyi mikrorendszernek legtöbbször lenne vízgőztöménység-növelő lehetősége, és hamarosan visszaállna a kiinduló egyensúlyi állapot. A vízgőz emberi forrásainál kell radikálisan fellépni, a frissen keletkező vízgőz helybeli kivonásával biztosítva a kondenzált vízfajta tartályban való elkülönítését [6e]. Az ez irányú kutatások kiterjesztése és sokoldalú technológiai megoldások javaslása, kivitelezése sürgős és reményteljes feladat lehet. A rendkívül sokféle vízgőzforrás egyedi megoldások kidolgozását igényli. Lehetőség szerint sürgősségi sorrend megállapításával kell biztosítani az emberi tevékenységből származó vízgőztermelés minél hatékonyabb minimalizálását. A tudományos testületeknek sürgős feladatai lehetnének ezen a téren.

Mindez globális megoldásokat követel, melyek óriási befektetések elindítói lennének. Egyáltalán nem mindegy, hogy melyik ország, melyik tudományos intézmény, milyen kutatóintézetek, milyen világföldrajzot nagyon jól ismerő közgazdasági csoportok indítják el saját hazájukban a sokrétű tevékenységeket, és válnak beruházó cégekké vagy tanácsadó testületekké, együttműködő fellé a világ számos országában. A feladat sürgős közbelépéseket feltételez, hisz két-három évtized múlva elolvadhat az ÉS-i jégta- karó. E területen, kellő átgondoltsággal, Magyarország kezdeményező szerepet vállalhat.

A csupán tőszavakkal felvázolt módszerrel (a titkossági követelmények jól fel-fogott betartása további részletezést nem tesz ajánlatossá) a Földbolygó, melyet Víz-bolygónak kéne inkább nevezni, egy jól átgondolt hálózati laboratóriumi rendszerré alakulna, mely először tenné lehetővé, a beavatkozásokkal párhuzamosan, a bolygónk egészére vonatkozó vizsgálatok meg-



szervezését, a folyamatok eredményösszegezést és a kivitelezésmódosítást. Sikeres vízgőzcsökkenést és ÉS-i éghajlatváltozás esetén nagyobb lehetőségek adódnának további jól átgondolt, kisebb éghajlat-módosításokra. Így például meg lehetne próbálni a jégkorszak beköszöntésének késleltetését is.



## IRODALOM

- [1] a) Working Group I: Climate Change 2001, Ch.7: Physical Climate Processes and Feedbacks, in IPCC TAR 2001 Ch. 7 – www.ipcc.ch b) IPCC AR4, 2007 c) www.copenhagendiagnosis.com.
- [2] F. M. Miskolczi, a) Időjárás (2007) 111, 1, 1–40. b) Energy & Environment (2010) 4, 243–262. c) Mégsem növekszik a globális felmelegedés a szén-dioxid koncentrációjával, Erdély Ma, 2011. február 17.
- [3] Czelnai R., Götz G., Iványi Zsuzsanna, Bevezetés a meteorológiába II. A mozgó légkör és óceán, Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest, 1998. a) 346–347. b) 11–14. c) 56–61, 303–307.
- [4] M. Hantel (szerk.), Observed Global Climate in Landolt-Börnstein, New Series, Group V. Geophysics, Vol. 6, Springer-Verlag, Berlin, 2005. a) 5–4. b) 5–12.
- [5] Pentagon-jelentés, Magyar Szó online (2004) február 21. és 22. szám.
- [6] a) Muzsnay Csaba Műszaki Szemle (EMT) (2010) V. 49, 29–35. b) Muzsnay Csaba, XV. Nemzetközi Vegyészkonferencia, Marosvásárhely, 2009. november 14., 59. c) Muzsnay Csaba és ifj. Muzsnay Csaba, XV. Nemzetközi Vegyészkonferencia, november Marosvásárhely, 2009. november 14., 77. d) Muzsnay Csaba, A Magyar Tudomány Napja Erdélyben, Őszi Természetudományi Konferencia, Kolozsvár, 2009, 34. e) Muzsnay Csaba – összegyűjtött előadások, dolgozatok: Önkéntes Műnyilvántartási szám: 001277/2010 – Magyar Szabadalmi Hivatal f) Muzsnay Csaba, „A fenntartható fejlődés, valamint a környezet- és természetvédelem összefüggései a Kárpátmedencében” konferencia, Pécs, 2010. szeptember 15. – előadás g) Muzsnay Csaba, XVI. Nemzetközi Vegyészkonferencia, Kolozsvár, 2010. november 11., 63. h) Muzsnay Csaba, Műszaki Szemle (EMT) (2010) V. 52, 32–39. i) Muzsnay Csaba, EME felolvasóülés, Kolozsvár, 2011. január 28.
- [7] S. Arrhenius, Phil. Mag. (1896) V. 41, 273–276.
- [8] Environmental Science Published for Everybody Round the Earth Educational Network on Climate, ESPERE Climate Encyclopaedia, author: Dr. Elmar Uherek, Max Planck Institute for Chemistry, Mainz, 2004, állandóan bővítve; magyar változat: <http://www.atmosphere.mpg.de/enid/2640>: 1) légkör/alsó légkör; <http://www.espere.net/> a) alsólégkör, alapfok, 3. komponensek (forrás: NASA vízgőz- project NVAP alapján, <http://www.cira.colostate.edu/climate/NVAP/nvap-cira.htm>) b) alsó légkör, haladó, 4. Gázok a légkörben 1. Eloszlás & Koncentráció, c) alsó légkör, haladó, 2. Sugárzás & üvegházgázok / Vízgőz és a felhők. d) Óceánok
- [9] Rákóczi Ferenc, Életterünk a légkör, Mundus Magyar Egyetemi Kiadó, Budapest, 1998. a) 41. b) 40. c) 32–38. d) 50. e) Rákóczi Ferenc, Időjárás (1974) V. 78 (5) 300–1. f) Rákóczi Ferenc, J. Hung. Meteorol. Sc. (1979), V. 83 (2), 79–93. g) Rákóczi Ferenc, Z. Meteorol. (1989) V. 39 (4), 193–201. h) Rákóczi E., Vízügyi Közl. a) (1989) V. 71, 512–520. b) (1995) V. 77, 199–204.
- [10] Láng István (főszerk.), Környezet- és természetvédelmi lexikon, I, II. kötet, Akadémiai Kiadó, Budapest, 2002.
- [11] J. A. Curry, P. J. Webster, Thermodynamics of Atmospheres and Oceans, Academ. Press, San Diego, 1999.
- [12] a) Császár Attila, Természet Világa (2009) V.140(2), 60–64. b) Császár A., Furtenbach T., Czákó G., Magyar. Kém. F. (2006) 112 (4) 123–8.
- [13] Czelnai Rudolf, Bevezetés a meteorológiába I. Légkörtani alapismeretek, Nemzeti Tankönyvkiadó, 1993. a) 93–95. b) 110. c) 125. d) 122. és 130. e) 115–118.
- [14] M. Chaplin, Water structure and behavior, <http://www.lsbu.ac.uk/water/molecule.html>; (<http://www.lsbu.ac.uk/water/chaplin.html>) – rendszeresen és gyakran felújított fejezetekkel.
- [15] Cs. Muzsnay, a) Stud. Univ. Babeş-Bolyai, Ser. Chem. (1984) 29, 49. b) Magy. Kém. Foly. (1987) 93(2) 54.
- [16] D. Borşan, „Fizika atmosférei” Univ. Bucureşti, Bucureşti, 1981. 125.
- [17] Steingaszner Pál, Magy. Kém. Lapja (2007) 62, 142.
- [18] A Arking, J. Climate (Boston) (1999) V. 12 (6), 1589.
- [19] Fizikai kislexikon, Kriterion kézikönyvek, Bukarest, 1976. 339.
- [20] P. C. Gómez, O. Gálvez, R. G. Mosteo, Cr. Puzzarini, R. Escribano, Phys. Chem. Chem. Phys. (2010) 12, 4617.
- [21] E. Tsvion, R. B. Gerber, Chem. Phys. Lett. (2009) 482, 30.
- [22] P.W. Atkins, Fizikai kémia, I. kötet, Tankönyvkiadó, Budapest, 1992. 1. és 6. fejezet.
- [23] Preisch Miklós (szerk.): „Vegyészek zsebkönyve”, 3. bővített és átdolgozott kiadás, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1963.
- [24] <http://www.sulinet.hu/tovabbtan/felveteli/2001/11het/foldrajz/foci11.html>, hivatkozás: a) Sáralfvi-Tóth: Föld-
- rajz I. 252–267., b) Bernek-Sáralfvi: Általános társadalomföldrajz 14–33. és 49–54.
- [25] Kern Anikó, Bartholy Judit, Borbás E. Éva, Barcza Zoltán, Pongrácz Rita, Ferencz Csaba, Advances Space Res. (2008) V.41, 1933–1945.
- [26] Szóri M., Jedlovsky P., M. Roeselova, Phys. Chem. Chem Phys. (2010) V.12, 4004–4016.
- [27] J. Weiss, P. Rampal, D. Marsan (2009) in Climate Change: Global Risks, Challenges and Decisions IOP Publish IOP Conf. Ser: Earth and Environm. Sci. 6 (2009) 012017 doi:10.1088/1755-1307/6/1/012017.
- [28] M. Stendel, J. Christensen, R. Daanen, S. Marchenko, V. Romanovsky (2009) in Clim. Change: Global Risks, Challen. and Decis. IOP Publish. IOP Conf. Ser: Earth and Environm. Sci. 6 (2009) 012016, S01.16.
- [29] W. D. Sellers, 1965, Physical Climatology, Chicago–London, 1969.
- [30] R. Armstrong, K. Steffen, M. Manteduro, R. Sessa (2009) „Snow”, Global Terrestrial Observing System Version 8, May, Rome.
- [31] K. Luoju, J. Polliainen, M. Takala, C. Derksen, H. Rott, T. Nagler, R. Solberg, A. Wiemann, S. Metsamaki, Metsamaki, E., Malnes, B. Bojkov (2010): publications.nr.no/Luoju\_ESA\_Living\_Planet\_GlobSnow.pdf
- [32] Eric Berger, Journal of Climate (2010) October 14., <http://blogs.chron.com/sciugy/>

## ÖSSZEFOGLALÁS

**Muzsnay Csaba: A földi felmelegedésnek és nem várt éghajlatváltozásainak egyik fő oka lehet az emberi tevékenységből származó légköri vízgőz**

A Föld szférái és éghajlati rendszerei az utóbbi két évszázadban jól észrevehető változásokat mutatnak. Véleménykülönbségek körvonalazódnak az éghajlatváltozással és a globális felmelegedéssel kapcsolatban. A légkör állandóan emelkedő szén-dioxid-tartalmával növekvő üvegházhatás szinte általánosan elfogadott, jóllehet erre közvetlen bizonyíték nincs. A légkör összetevői között a vízmolekula terjesztési energiájának legnagyobb (65–80%). Az utóbbi 360 évben állandóan nő az ember tevékenységeiből eredő vízgőz mennyisége, ami nyolcféle fő folyamat alapján képződik. Bizonyítást nyert, hogy az emberi tevékenységek következtében a légkörbe kerülő növekvő vízgőzmennyiség az üvegházhatás fokozódásában és éghajlatváltozásban nyilvánul meg.

A légköri vízgőz különleges és rendkívüli viselkedésének öt szintje különböztethető meg: 1) molekuláris, 2) asszociációs (klaszteri) szint, 3) főleg a felhőkben, fázisátalakásokhoz kapcsolható kondenzációs szint, 4) csapadékképződést követő intenzív nedvességszállítás szintje, 5) főleg az emberi tevékenységek hatására, az északi és déli félteke légköri viszonyai között kialakult határozott különbség szintje.

A háromatomos molekulák közül a vízmolekula aszimmetrikus, poláris jellege miatt, de legnagyobb átlagtöménysége miatt is, sokkal erőteljesebben nyeli el a hosszú hullámú sugárzást, mint a szimmetrikus, apoláris szén-dioxid-molekula. A légkörbe bejutó többlet-vízgőz és a belőle keletkező különböző (homo és hetero) vízklasszterek további megnövelt energiaelnyelést okozhatnak.

Földünk felszín közeli légköre olyan jól körülhatárolt hőmérséklet- és nyomástartományban, melyben az egyedi sajátosságú víz mindhárom fázisban előfordul. A vízgőz könnyen kondenzálódik. A légkör többi összetevőinek hármaspontja nem valósul meg. A víznek ez az egyedi és rendkívüli sajátossága a Föld időjárási folyamataiban és az éghajlati viszonyok kialakításában meghatározó szerepet játszik.

Legalább négy globális légköri mérlegfeltétel teljesülése közben a légkörbe jutó emberi eredetű vízgőztöbblet nem halmozódik fel, hanem elszállítódik, csapadék alakjában is, az Északi-sarkra és szárazabb területekre. A sarkvidék sugárzási hiányának legnagyobb részét, földközelségben, a vízgőz szolgáltatja rejtett (látens) hő pótolja. A légkörbe emberi közreműködéssel, vízgőz formájában, és az ebből eredő üvegházhatással bepumpált energia nem veszhet el, hanem a légkör és a környezetben lévő szférák felmelegedését okozza. Mindez a felmelegedés, többek között, az Északi-sark jegének olvadásában a hógazagság-vonal emelkedésében nyilvánul meg.

Az elsődleges feladat az Északi-sarkvidék felmelegedésének leállításában és hűlésének elősegítésében áll. Mindez globális megoldásokat követel, melyek óriási befektetések elindítását és széles körű ellenőrzési rendszer működtetését feltételezik. A magyar tudományos intézmények irányító szerepe mellett a gazdaság nagymértékű fellendülésére lehetne számítani.



# Kémia, történet

## Beszélgetés Inzelt Györggyel

*Inzelt György az ELTE professzora; korábban rektorhelyettese, intézetvezetője volt. 2011. március 15-e alkalmából Széchenyi-díjjal tüntették ki „elektrokémiai kutatásban elért eredményeiért, iskolateremtő tudományos munkássága, oktatói, egyetemvezetői, publikációs és szakmai közéleti tevékenysége elismeréseként”. Áprilisban elnyerte a három Szilárd Leó Professzori Ösztöndíj egyikét, a Journal of Solid State Electrochemistry „születésnapjával” köszönti októberben.*

– Az elektrokémikusok között igazán a vezető polimerek vizsgálatával vált ismertté. Mi ennek a pályaszakaszának a története?

– A 80-as évek legelejétől foglalkozom vezető polimerekkel, először a redoxipolimereket tanulmányoztam. A redoxipolimerek láncán redoxi-csoportok vannak, a töltés lokalizált, és vezetéskor az elektron elektroncsere-reakció útján halad végig a láncon. Ez a polimer szárazon nem vezet, mert a vezetéshez láncmozgás szükséges, és ehhez – például – bizonyos hőmérsékletet el kell érni. Ha a polimert oldatba teszem, a víz lágyítónak működik: a láncok ekkor is megmozdulhatnak, megindulhat a vezetés. Azok az anyagok, amelyeket „vezető polimerek”-nek hívunk, delokalizált, elektronvezető rendszerek. Ezek például félig oxidált állapotban szárazon is vezetnek az áramot. A hallgatóknak úgy szoktam bemutatni a működésüket, hogy veszek egy alufóliát, megvágom, a résbe beleöntöm a pirrolt vagy az anilint, az oxidálószerrel lemosom, kiszáritom – és a „berendezés” már vezeti is az áramot. Ami ennél izgalmasabb: a polianilin, oxidált állapotban, több nagyságrenddel is megváltoztatja a vezetőképeségét, amikor ammónia van a levegőben.

Tehát nem a vezető polimer az igazi szenzáció, hiszen a réz sokkal jobban vezeti az áramot, hanem az, hogy nagyon kis elektromos impulzus vagy kémiai ráhatás sok nagyságrenddel megváltoztathatja az elektromos vezetőképeségét. Elektromos impulzussal szigetelővé tehetek egy vezetőt, ellenirányú impulzussal visszaváltoztathatom vezetővé. Közben a színe, egyéb tulajdonságai is módosulnak. Emiatt, mondjuk, elektrokromatikus kijelzőt, világító eszközöket gyárthatunk a vezető polimerekből.

Kezdetben leginkább a töltéstranszport mechanizmusa érdekelt, mert erről semmit sem tudtunk. A jelenség leírására az elektroncsere-reakcióra kidolgozott Dahms–Ruff-féle mechanizmust alkalmaztam – sikerrel. Külön élményt jelentett, hogy Ruff Imre az én öndiffúziós méréseim eredményeit is fölhasználta, amikor, hasonló megfontolás alapján, leírta a prototróp vezetést. 1993-ban jelent meg az első monográfiám ezekről a kutatásaimról a rangos Electroanalytical Chemistry sorozatban. A hazai kollégákat szintén igyekeztem folyamatosan tájékoztatni, a Magyar Kémikusok Lapjában is jelentek meg összefoglaló cikkeim. Itthon sok technikai nehézséget le kellett győznom, nem álltak rendelkezésre a megfelelő eszközök: potenciosztát, függvénygenerátor, megfelelő rekorder.



– A potenciosztát biztosan a potenciált tartotta állandó értéken, de mi célt szolgált a függvénygenerátor?

– Az elektrolízist vékony filmen hajtjuk végre. A redoxireakcióra képes csoportok száma kicsi, általában  $10^{-8}$  mol/cm<sup>2</sup>. Ekkora anyagmennyiséget csak tranziens technikákkal lehet vizsgálni, mert például egy millicoulomb töltés már teljesen oxidálja a filmet.

A tanszéken, a Puskin utcában, még kevés potenciosztát volt, az egyiket hetente egyszer, szerdánként, lecipelhettem a harmadik emeletre a másodikra. A függvénygenerátor házilag készült. Szóval akadtak kezdeti nehézségek, de az embernek néha szerencséje van: a rádióban hallottam az első Soros-pályázatról, ahol még

műszerre is lehetett támogatást kérni. Hozzájutottam egy oszcilloszkóphoz és egy XY-íróhoz, amivel a jeleket regisztráltam – most is megvannak. Így „jött össze” a laboratórium. Nem voltak ilyen nehézségeim, amikor az Egyesült Államokban dolgoztam másfél évig. Csak doktoranduszokkal foglalkoztam, nem kellett 12 óra laborgyakorlatot, előadást tartani egy héten, meg értekezletre járni. Az ottani laborban volt egy ESR-berendezés, még szét is szerelhettem. Regisztrálás spektrofotométerrel dolgozhattam, és átalakíthattam a saját méréseimhez. Ma már, persze, amikor minden számítógéppel működik, furcsán hangzik, hogy egy regisztrálás műszerért lelkesedtem. 1990-ben vettük az első AT (Advanced Technology!) számítógépet, amikor ideköltöztünk, a Lágymányosra.

Visszatekintve látom, hogy az élet minőségének javításához mennyire hozzájárult a tudomány és az ebből eredő technika. Én még vásároltam az utcán jeget a jégszekrényünkbe, ötven fillér volt egy fél tábla. Ki hallott akkor a mikróról, az automata mosógépről, a szárítógépről? Nekem a tévé volt akkora újdonság, mint a nagymamámnak a rádió. Ezt mindig elmondom a fiataloknak – hátha valaki döntéshozó lesz közülük. Alapkutatásra adjanak pénzt, mert az igazi áttörés mindig az alapkutatásban gyökerezik! Amikor alkalmazott kutatáson dolgozom, nem számítok váratlan eredményre, csak valamilyen javulást akarok elérni. Rutherfordék nem gondolták, hogy a radioaktivitásból energiát fogunk nyerni, Shockley-ék sem, hogy a tranzisztort hányféle eszközben használjuk majd!

Végül belekerültem a vezető polimereket tanulmányozó, „számon tartott” kutatók közé, amire büszke vagyok. Nemrég ren-



deztem a papírjaimat, és éppen a kezembe került egy 1987-es kezelt levél, amire a „nagydoktori” védéshez volt szükségem. James Chambers írta, aki a Tennessee-i Egyetemen vendégül látott.

– *Megpróbálok egy keveset lefordítani belőle: „A vezető polimerek kutatói, például MacDiarmid, aki polianilinnel dolgozik, igen hasznosnak találják az Ön úttörő munkáját, amelynek során a protonáldás szerepét tisztázta ... polimer filmekben. Az is említésre méltó, hogy Ön használta együtt először az ESR- és az elektrokémiai módszereket a polimer filmek tanulmányozásakor...” Azt a mindent! MacDiarmid a 2000-es kémiai Nobel-díj egyik nyertese!*

– Az embert előbb-utóbb elismerik. A Wikipedia „conductive polymer” szócikkében az én könyvemre hivatkoznak először – fogalmam sincs, hogy ki írta az ismertetést. A könyvem utolsó fejezetének azt a címet adtam, hogy „Nincs új a nap alatt”. Mert például a polianilint, az egyik legfontosabb vezető polimert már 1862-ben előállították és leírták! A legjobban akkor lepődtem meg, amikor kiderült, hogy még a „Máté-effektus” (Matthew effect) szócikkben is hivatkoznak erre a fejezetre. Az elnevezés a szociológusoktól származik, és Máté evangéliumára utal („Akinnek van, annak még adnak ... de akinek nincs, attól még azt is elveszik, ami je van”). Máté-effektusként értelmezték azt a megállapítást, hogy a Nobel-díj bizottság nem veszi figyelembe azokat a mások által elért eredményeket, melyek nélkül az adott felfedezés nem születhetett volna meg, és a vezető polimereket, ahogy említettem, már jóval a díjazottak előtt felfedezték, vizsgálták, sőt alkalmazták is.

Szerencsém volt, hogy elég korán elkezdtem a vezető polimerek tanulmányozását, és kifejlesztettem egy olyan eszközt, amiért a külföldiek is idejártak, a laborba. A kvarckristály mikromérleget vagy inkább nanomérleget, amivel nagyon kis mennyiségű anyag is mérhető még elektrolízis közben is, a legelső között „építettük meg”. Szabadalmaztattuk is, csak arra már nem volt pénzem, hogy végigjárjam az ilyenkor szokásos utat. Horányi Györgyöt, korábbi mentoromat rábeszéltem, hogy radioaktív nyomjelzést is használjunk: szerencsés módon például a szulfát-, a foszfát-, a kloridion lágy béta-sugárzó, ezeket az ionokat jól lehet mérni. A mérlegünkkel meghatároztuk a bruttó felületi tömegváltozást nanogramokban, a nyomjelzéssel pedig az egyes ionok mennyiségére is következtethetünk. Ezért jártak hozzánk Svájcból, Finnországból, Portugáliából meg Lengyelországból, Romániából és Horvátországból.

Sajnos, itt pénz sohasem volt, és a kari vezetést nem tudtam meggyőzni arról, hogy milyen fontos a jó műhely, a jó berendezés. A Nobel-díjasok zöme a technikáért kapta az elismerést – a pártázó alagútmikroszkóptól kezdve az NMR-ig... Azzal próbáltam érvelni, hogy a műszerfejlesztéssel lehet kiugrani. Nem érdemes ugyanazzal mérni, mint amivel más laboratóriumokban dolgoznak, ráadásul Nyugaton folyamatosan frissült a műszerpark, mi csak kullogtunk utánuk. Ide rendesen fölszerelt mechanikai meg elektromos műhely kellett volna, első osztályú mérnökökkel és műszerésszel, akik meg tudják csinálni, amit az ember elképzel. De a meggyőzőerőm kevésnek bizonyult, mert a fejlesztéshez pénz kellett volna. Ez az egyik kudarcélményem, de szerencsére nem keseredtem el végletesen. Bele kellett azonban nyugodni, hogy az ember sokszor nem azt méri, amit elképzel, hanem azt, amit lehet.

– *A híres NMR-szakember, Tompa Kálmán elevenítette fel nemrégiben egykori jelszavakat: „Nem azt mérjük, amit szeretnénk, hanem azt szeretjük, amit mérünk!”*

– Kortársak vagyunk... Nemrég olvastam a Time magazinban, hogy a németek fantasztikusan vészték át a mostani válságot. Az ő exportjuk a legmagasabb a világon, mert megtartották a szakembereiket, és a minőségi termékekre helyezték a hangsúlyt. Aki minőséget akar, az most német árut vesz. Mi is azzal léphetnénk előre, ha a hozzáadott értéket dotálnák, a csúcsmínőségre törekednénk. Mindez úgy kapcsolódik a vezető polimerekhez, hogy a nemzetközi ismertségem „a hozzáadott érték-ből” származik. De egy másik eset is növelte a presztízsemet – elmesélem?

– *Persze!*

– Ez a „hidegfúziós ügy”-höz kapcsolódik. A Fleischmann-Pons-cikk sokakban hihetetlen lelkesedést keltett – már-már hidegfúziós erőművet hordtak a zsebükben. Pedig a cikkben alapvető hibák voltak. A preprint megjelenését követező héten utaztam egy elektrokémiai konferenciára Assisibe – ott is mindenki erről beszélt és várta az otthoni laborjából a híreket a kísérlet reprodukálásáról, továbbfejlesztéséről. Én voltam az egyetlen Assisiben, aki azt mondta, hogy itt valami nagyon nincs rendben, és több hibát is felsoroltam. Ez az eset azért rendkívül tanulságos, mert Allen Bard, a világ egyik leghíresebb elektrokémikusa, néhány hónap múlva írt nekem egy levelet, hogy „George, igazad volt”. Azóta is nagyon jóban vagyunk. 2009-ben kaptam meg a Nemzetközi Elektrokémiai Társaság (ISE) „fellow” címét – az Elbától keletre, Japánig, egyedülként –, ez tényleg nagyon nagy elismerés.

A nemzetközi találkozók, az amerikai tanulmányút azért rávilágítottak arra is, hogy nem elég, ha a labort telerakjuk csúcsműszerekkel: a jó nevű kollégák alaptudása gyakran hiányos. Sokan nem tudják például a termodinamikát. Az utóbbi években én írok „alap”-fejezeteket az elektrokémiai összefoglaló művekben. Szóval nem csak a vezető polimerekkel foglalkozom, és a tüzelőanyag-cellás kutatásaink is hosszú múltra tekintenek vissza.

– *Milyen hosszúra?*

– Több évtizedesre. De ezt a történetet hadd kezdjem azzal, hogy Horányi György volt nemhogy a legkiválóbb magyar elektrokémikus, hanem a legkiválóbb magyar tudós, akivel találkoztam. Őt tekintem a mesteremnek – a kutatás metodikájától a cikkírásig mindent tőle tanultam. Gyuri elektrokatalízissel foglalkozott, és már a hatvanas években a kis molekulák, például metanol oxidációját vizsgálták elektródokon, hogy a metanol majd tüzelőanyag-cellában használják. Amit nála megtanultam az elektrokatalízisről, azt most a tüzelőanyag-cellákban hasznosítom. De régebben foglalkoztam polielektrolit géllel is, és ez a munka mind a vezető polimerek, mind az üzemanyagcellák esetében meghozta a gyümölcsét. Hiszen a tüzelőanyag-cellában protoncserélő membrán van, ami szintén polielektrolit. Első sikerem a redoxipolimerek területén az volt, hogy jól leírtam ezeknek a rendszereknek a viselkedését. Eleinte egyáltalán nem tudtam értelmezni a kísérleti eredményeket, de aztán rájöttem, hogy ez az anyag úgy duzzad és zsugorodik, mint egy zselatinkocka a vízben és a sóoldatban. Igazán fölösleges tudás nincsen, csak hát „ars longa, vita brevis” – annyi időm nincs, hogy mindent megtanuljak.

Amikor Gyurival dolgoztam, akkor még erősen szétvált az elektrokatalízis, mint alapkutatás, és a tüzelőanyag-cella vizsgálata. Nekem mindenre van bizonyítékom – arra is, hogy engem mennyire érdekelt ez a szerkezet. Az első tüzelőanyag-cellát Francis Bacon készítette – a „nagy Francis Bacon” leszármazottja –, és ahogy akkoriban divat volt, 1979-ben kértem tőle különlenyomatot.

A Bacon-féle tüzelőanyag-cella repült aztán az Apolló űrhajóban, az űrhajósok Baconnek dedikálták a lábnyomukat a Holdon.



Addig nem is igen ismerték az öreget, amíg az amerikaiak föl nem fedezték, hogy neki van az egyetlen használható tüzelőanyag-cellája. Írtam róla szócikket az Electrochemical Dictionary-be. Komoly kutatómunkámba került annak tisztázása, hogy hol halt meg, mert ezt az alapadatot sehol sem találtam. A Royal Society-nél is hiába érdeklődtem, végül rájöttem, hogy én vagyok az első, aki elolvasta a róla szóló emlékbeszédet, mert ennek nem a végén, hanem a közepén szerepel, hogy élete végén Cambridge mellé költözött, és ott van eltemetve.

Amikor már elég sokat tudtam a vezető polimerekből, később a tüzelőanyag-cellában zajló folyamatokról, úgy gondoltam, a gyakorlatban is meg tudom csinálni, ami a fejemben összeállt. A vezető polimerekből készítettem elektrooptikai kijelzőt, ammóniaszenzort, hemoglobinszenzort. Az utóbbihoz polimerizáltam a metilénkéket, amely a szervezetben is megtalálható, és ez nagyon jól oxidálta a hemoglobint. A nagy molekulákat azért nehéz elektrolitikusan oxidálni, mert kemisorbealódnak az elektródon. De ha ráviszünk egy polimer réteget, ami még elektronátadásra is képes, akkor a molekula szerves felülettel érintkezik, nem kemisorbealódik a platinán, mégis fölveszi az elektront. Ez a fejlesztés sem volt sikeres, pedig lehetett volna: a hemoglobintartalmat ugyanis spektrofotométerrel határozzák meg, cianidvegyületek hozzáadásával, tehát a mérés után veszélyes hulladék keletkezik. Nekünk nagyon szép eredményeink voltak – mindenként elküldtünk vérvételre, aki elment a laborunk előtt, sőt volt „portugál vérünk” is, és mindig kijött a várt hemoglobinszám. Végül már betegek mintáin végeztünk méréseket. De semmi kedvem nem volt ahhoz, hogy a bejáratott módszerek ellen harcoljak, hivatalról hivatalra járjak a készülékkel, inkább maradtam a laboromban.

A tüzelőanyag-cella esetében is azt gondoltam – talán túlzott önbizalommal –, hogy én is tudok annyit, mint a vezető külföldi kollégák. Mi is meg tudjuk csinálni, amit ők, sőt, hátha jobbat tudunk. Mert az alapfolyamatokat én jobban ismerem. Akkor került hozzám doktorandusznak Kriston Ákos, aki mérnök-fizikusként végzett, és irtó ügyes srác. Kaptunk pályázati pénzt is erőművi tüzelőanyag-cella építésére. Erre a berendezésre azért van szükség, mert a szélerőművekből nálunk csak csúcsideben veszi át az energiát a hálózat, különben pedig hiába forog a szélkerék, hiszen az áramot nem lehet tárolni. Lehet vele azonban elektrolizálni, például hidrogént termelni, és ezt égethetjük el a tüzelőanyag-cellában.

Be kell látni, hogy a fiatalok meg az idősebbek között van némi különbség... A fiatalok sokszor dinamikusabbak, és Ákos ötlete volt, hogy építsünk autót. Ezt a Magyar Villamos Művek szponzorálta, hiszen egy autó – a futóműtől a karosszériáig – sok pénzbe kerül. A HY-GO-nk karosszériája saját dizájn, a 2009-es modellt polikarbonátból készítettük, a 2010-es szénzás anyagból, mindkettő nagy sikert aratott az alternatív hajtású járművek Széchenyi-futamán. Miért? Mert mi pontosan tudjuk, hogy mennyi a teljesítmény, mennyi az áramfelvétel, mennyi víz termelődik. Például túl sok víznek sem szabad keletkeznie, mert két bipoláris lap között van a membrán, és azon a katalizátor. A hidrogént és az oxigént nagyon finom csatornán vezetjük be, de a gázokat nem szabad ráengedni „túszzerűen” a membránra, mert akkor kiégetnénk. Tehát a gázokat el kell oszlatni, ráadásul a nagyobb felületről több áramot is kapunk. Közben azért figyelni kell, mert ha túlhajtjuk az autót, akkor a vizet nem tudjuk elvezetni, és ha eltömi a pórusokat, a gáznak a folyadékon keresztül kell diffundálnia, ami lassítja a járművet. Ezért tudjuk, hogy a HY-GO 35 km/órával nagyon jól működik, 55-tel is meg-

hajthatjuk, de nem sokáig, mert akkor esetleg le kell állni, amíg a víz el nem távozik.



Verseny előtt – a 2010-es modell

2009-ben és 2010-ben is jelentős díjakat nyertünk. De nem ezt akarom hangsúlyozni, hanem azt, amivel kezdtem: mi is meg tudjuk azt csinálni, amit a külföldiek. A versenyen indult egy horvát csapat, amelyik a világ legnagyobb tüzelőanyag-cellákat gyártó cégének, a Ballardnak a cellájával versenyzett, és a cellánk tovább bírta!

Tehát mi is labdába tudtunk rúgni. Nagyon sokat számított a „gyerekeim”, a TDK-sok lelkesedése – a 2010-es verseny előtt még éjfélkor is bütyköltük a laborban a tüzelőanyag-cellát –, és Ákosnak kiemelkedő szerepe van a sikerben. Számtalan ötletre, trükkre van szükség, és mindent mi csinálunk! Ráadásul magyar alapanyagból. Például az a gyár, amelyik régen Nyergesújfalun viszkózát termelt, most szénszövetet gyárt. Szponzorálásképpen tőlük, a Zoltektől kapjuk a membránhoz szükséges szénszövetet és a karosszériához szükséges anyagot. A munkánkat segíti egy erősáramú villamosmérnök, mert itt nem milliamperek futkároznak, mint a laborban, hanem száz amperek, ezért például a vezetékek, az átalakítók méretezése külön tudást igényel. Az egyik legnagyobb veszteség a melegedésből származik. De bizonyos fokig még a melegedést is a hasznunkra fordítjuk. Mi nem a piros, nagy nyomású hidrogénpalackot visszük magunkkal, hanem egy kis, fémhidrides palackot. Amikor töltjük, akkor melegszik – kémiai reakció megy végbe. Amikor autózás közben leadja a hidrogént, akkor meg hűl a palack. Jóval tíz fok alatt már nemigen ad le hidrogént – egyensúlyi reakcióval van dolgunk. A tüzelőanyag-cellát viszont hűteni kell. Ezért azt találtuk ki, hogy a cella felmelegedett hűtővizével melegítjük a palackot, és amikor lehűlt, visszavezetjük a vizet. Nem akarom az összes technikai trükköt elmesélni, csak érzékeltetem, hogy számtalan ötletre van szükségünk.

Másrészt ez a példa is jól mutatja az alkalmazott kutatás és az alap kutatás közötti különbséget. Nagyon klassz, amit csinálunk, sok mérnöki feladatot oldunk meg – és rengeteg olyan tudást használunk fel, amire a korábbi munkáimban szert tettem: például tudom, hogyan mérgeződik a platina, mert vizsgáltam a kemisorpciót. Persze van, amit újonnan kell kitalálni. Most készítettünk például egy „szuperkapacitást”. Ez – minden más kondenzátorhoz hasonlóan – egyszerre, nem folyamatosan ad le nagy teljesítményt, és a kisülés továbbra is nagyon gyors. A kondenzátor felülete ruténium-dioxidot tartalmaz, de az önmagában drága, ezért polianilinnel készítettünk belőle kompozitot. Miért van erre szükségem? Mert amikor gyorsítok, hirtelen nagy energiát vesz fel a motor. Ezt a szuperkapacitás leadja, és menet közben simán újratöltöm. Nem a tüzelőanyag-cellából sajtolok ki hirtelen nagy áramot, amire nem is lenne alkalmas.

Idáig jutottunk el. Sokkal tovább valószínűleg nem is fogunk, mert a gyártásba nekem nem érdemes nagy energiát befektetnem, bár vannak üzleti terveink.

A legfontosabbnak azt tartom, hogy nálam az utóbbi időben körülbelül tíz diák kitanulta ezt a szakmát. Közben azt is látták, hogyan valósul meg egy elképzelés. Majd ha szükség lesz Magyarországon ilyen szakemberekre, akkor közülük lehet válogatni. Amikor a Sanyo építette a gyárát Dorogon, eljött a német főnök, és azt mondta, hogy neki kellene öt elektrokémikus, mert



egy kutatólaborat is fölszereltek... Nekünk legalább ki kell képeznünk olyan embereket, akik alkalmasak a technológiák „befogadására”. Akik a tüzelőanyag-cellán dolgoztak meg dolgoznak, azok már értik a munkafolyamatot. Sőt az összes hibát is látják, amikor szétszereljük az elemeket, és megnézzük, mi történt velük az egyéves működés során. Egy gyár, többek között, akkor települ ide, ha hozzáértő embereket talál. A tüzelőanyag-cellánk talán még ilyen haszonnal is jár.

– *A szakkönyvek, dolgozatok mellett ismeretterjesztő cikkek, könyvek is kikerülnek ebből a műhelyből. Ezek hogyan születnek?*

– A kémiai összefüggéseket is jobban meg lehet érteni, ha ismerjük a „múltat”. A tudománytörténet-írással az a baj, hogy sokszor kívül esik a szaktudósok látóterén, a történészek pedig sok megalapozatlan kijelentést átvésznek egymástól.

Én először szeretek elvándorolni az ókorba, és megnézem, hogy akkor mit tudtak, utána pedig a mai napig fölfűzöm a láncszemeket. Közben kultúrtörténetet is írok, hogy a képzeletbeli olvasó – például egy értelmes középiskolás – figyelmét felkeltsem. Engem például rettenetesen motivált a Pasteur életéről szóló film. Még arra is emlékszem, hogy Paul Muni volt a főszereplő. Sokat olvasok, és azt gondolom, hogy másokat is érdekel, ahogy összerakom a történetet. Írtam például a bronzról. Cipruson volt réz, Angliában pedig ón. Hogy a csudában találkoztak ezek? Nyilván kialakult már a globális kereskedelem. Ezt senki nem tanítja – össze kell rakni.

Most nagyon érdekel Mengyelejev és Than Károly „párhuzamos életrajza”. Mind a ketten 1834-ben születtek. Mengyelejev nehezebben indult, Szibériából keveredett fel Pétervárra. Később együtt tanultak Bunsennél. Ugyanakkora pályát futhattak volna be. Mengyelejev életműve 23 vaskos kötetre rúg. Than az összes létező ásványvizünket elemezte végig, és 50 éven át ő volt „a” kémiaprofesszor Magyarországon. 30 évig az egyetemi tankönyvet sem írta meg. Csaknem ugyanabban az évben haltak meg. Miért különbözik ennyire a két életpálya?

A már említett elektrokémiai enciklopédia írása is nagyon szórakoztató. Rengeteg embernek ismerjük a nevét, róluk azonban alig tudunk valamit. Minden vegyész megtanulja a két Fick-törvényt, de ki az a Fick? Vagy a Gouy–Chapman-elméletben szereplő Gouy: nagyon jó tudós volt, és aránylag korán visszavonult. Sehol sem találtam róla képet. Aztán felfedeztem egy régi Solvay-konferencia tablóján. Akkor még üvegre fényképeztek, kitűnő fölbontással. Onnan ki lehetett nagyítani – a könyvbe olyan képeket sikerült szerezni, amilyenek más könyvben nem találhatók meg.

A világ legkülönbözőbb pontjain élő kollégákkal már régóta levelezem, de amikor a Természet Világába kezdtem írni, Tatabányáról, Nyíregyházáról is kaptam levelet, ami nagyon meglepett. Ugyanez ismétlődött meg a könyveim megjelenésekor. Ezekből a levelekből derül ki, hogy „van közönségem”. Kérdésekkel is megkeresnek: például egy keramikus azt akarta tudni, hogyan vihetne fel rézmázat az edényeire; mások arra kértek, hogy ionszelektív elektródok folyóba telepítéséhez adjak tanácsot. A családom néha a szememre hánnya, hogy elosztogatom az ötleteimet...

– *A kitüntetések talán a „nem jegyzett” eredményeket is elismerik.*

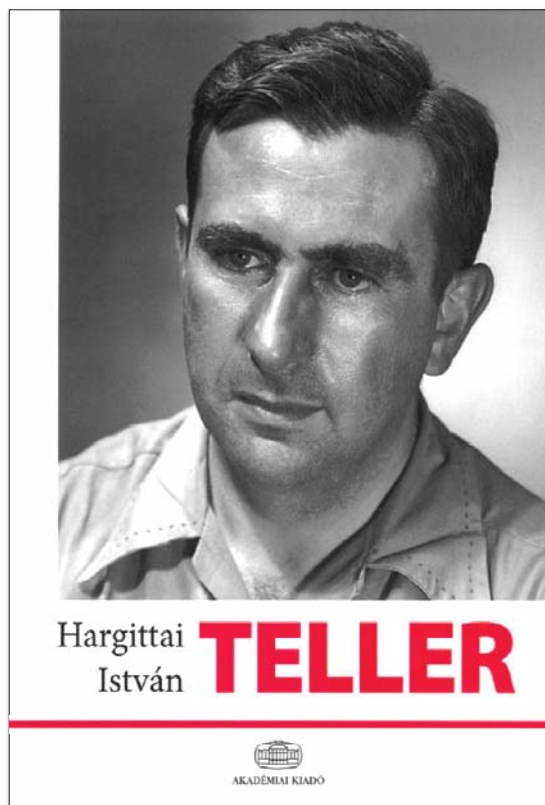
– Igen, de – néhány napos díj utáni eufóriát követően – megy tovább minden, ahogy eddig: megtartom az óráimat az egyetemen; irányítom három doktoranduszom, két BSc-diplomázóm és diákköröseim munkáját; készítem a Conducting Polymers könyvem bővített kiadását; szerkesztek, illetve írok egy könyvet a referenciaelektródokról; vezetem az ELTE Kémia Doktori Iskoláját.

**Silberer Vera**

# TELLER

Hargittai István könyve

**H**argittai István természettudósok életéről és tudományos eredményeiről írt könyveit évek óta nagy érdeklődéssel lapozgatom és olvasom. Ezekhez a szerző levéltárakból, könyvek-ből, archívumokból, személyes beszélgetésekből igen alapos, sok időt és energiát igénylő munkával nagy mennyiségű információt gyűjtött össze. Az anyaggyűjtésben felesége, kollégája és gyakori társszerzője, Hargittai Magdolna is nagy segítséget nyújt, ugyanis a házaspár több száz vezető tudóssal, köztük több mint száz Nobel-díjjal készített ez ideig interjút. Az összegyűlt adatbázis alapján az adott kutatóról, munkájának hatásáról igen sok mindent megtudhatunk a Hargittai-könyvek révén.



Érdemes megemlíteni, hogy Hargittai István fiatal kutatóként az elektrondiffrakciós molekulaszervezet-vizsgálati módszert honosította meg Magyarországon. Ezen a területen már megbecsült, ismert kutató volt, amikor emellett kibontakozott tudománytörténeti tevékenysége, és ezen a területen is nagy nemzetközi elismerést vívott ki magának. A legújabb Hargittai-mű az 550 oldalas „Teller”.

Teller Ede életéről és kutatási eredményeiről számos könyv és könyvfejezet jelent meg angolul, magyarul és sok más nyelven. Maga Teller is több visszaemlékezést írt életének különböző eseményeiről és korszakairól. Utolsó ilyen írása 2001-ben jelent meg, amikor már 93. évében járt (Teller, 2001).





A számos magyar szerző közül megemlítem Marx Györgyöt (Marx, 1994), Hargittai Istvánt (Hargittai, 2006) és Marton Katit (Marton, 2006), akik külföldön, főleg Amerikában jelentős eredményeket elért magyar tudósokról írtak könyvet, és közöttük szerepelt Teller Ede is. (Marton Kati 1957-óta az Egyesült Államokban él.)

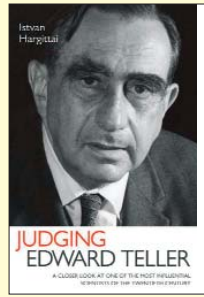
Meglepetés volt számomra, amikor néhány évvel ezelőtt a szerzőtől arról értesültem, hogy új Teller-könyv írásába fogott. Megismerve azonban az elkészült kéziratot, beláttam, hogy Hargittai szintetizáló tevékenysége betetőzte, teljessé tette a Teller-életműirodalmat. A könyv végén több mint 200 személynek mond köszönetet a szerző, és ez azt jelenti, hogy ennyi információforrással kellett kapcsolatot teremtenie. Az oldalak alján 1215 lábjegyzet található. Szerepelnek közöttük a könyvekre, cikkekre, levéltári dossziéokra, elhangzott beszélgetésekre történő hivatkozások is. Ezek az adatok is jelzik a legújabb Teller-könyv unikális jellegét. (Az irodalomjegyzék megadása, a szerzők abc szerinti felsorolásával hasznos lett volna a függelékben is.)

Teller néhány cselekedete, amely a sajtó és a média révén közismertté vált, nagyon megosztotta a róla kialakult véleményeket – kollégái és az amerikai társadalom köreiben is. Hargittai erről az előszóban ezt írja: „1988-ban, egy nemzetközi folyóirat szerkesztőjeként, ízelítőt kaptam ezekből az ellentmondásokból, amikor a nukleáris szerkezeti kémia témájában különszámot szerveztünk, és a szám vendégszerkesztője Tellert kérte fel a bevezető megírására. Nagyon meglepődtem, amikor amerikai társszerkesztőm és a lap amerikai kiadója erre idegesen reagáltak, mert nem tetszett nekik, hogy bármi módon közük legyen Tellerhez.” [Megjegyzem, hogy az említett előszó a Structural Chemistry (Vol. 2, Number 3/4) 1991-es számában jelent meg.] Valószínű, hogy ezek a Tellerrel kapcsolatos ellentmondásos vélemények keltették fel a szerző érdeklődését és ennek a következménye volt, hogy a Hargittai házaspár 1996. február 24-én felkereste a Teller házaspárt Stanfordban, hogy interjút készítsenek a 88 éves tudóssal. Ezután a kapcsolat olyan szorossá vált, hogy Teller Ede még 2003. szeptember 9-én bekövetkezett halála előtt 23 nappal is küldött egy e-mail üzenetet Hargittai Istvánnak.

Hargittai könyve tizenkét fejezetben írja le Teller Ede életét minden korábbi forrásmunkánál részletesebben és alaposabban. A fontosabb eseményekhez elemzések és dokumentumok is kapcsolódnak. Teller professzor hosszú, eseménydús, gazdag életének minden vonatkozását (család, barátok, tudomány, tudománypolitika és politika) bemutatja a könyv.

Az első fejezet Teller korai éveit ismerteti, iskolai naplók és egyéb eredeti iratok felhasználásával. Emellett a XX. század első harmada Budapestjének történelméről, társadalmi berendezkedéséről, ezen belül a budapesti zsidóság életéről nagyon pontos, részletes leírást kapunk. Teller útját követve a további fejezetekben több más város és ország adott időszakra vonatkozó történelmi helyzetébe is kapunk bepillantást.

A második fejezet az ifjú Teller németországi állomásait írja le. 1926-ban az első év befejezése után elhagyja a Budapesti Műszaki Egyetemet és beiratkozik a Karlsruhei Műszaki Egyetemre. Két tanév elvégzése után átmegy a Münchener Egyetemre, és ebben a városban 1928 nyarán villamosbalesetet szenved: elveszti egyik lábát. Még ugyanezen év őszén Lipcsébe megy, ahol Heisenberg munkatársa lesz és a hidrogén-molekulaion kvantummechanikai vizsgálatával kapcsolatos eredményei alapján megszerzi a doktori címet 1930-ban. Ezután a Göttingeni Egyetemre ment dolgozni, ahol elméleti molekulaszpektroszkópia témákkal foglalkozott. Itt ismerkedett meg Gerhard Pöschllel, akivel az an-



A mű eredetileg angolul jelent meg: *Judging Edward Teller: A Closer Look at One of the Most Influential Scientists of the Twentieth Century*. Prometheus, Amherst, New York, 2010. Magyarországon, egy évvel később, az Akadémiai Kiadó jelentette meg Gács János fordításában.

A magyar kiadás elé Pálincás József írta le a könyvvel kapcsolatos gondolatait, melynek két mondata a következő: „Teller kétségtelenül kiemelkedő tudós, a világtörténelem legbefolyásosabb tudósainak egyike, de ember is, erényekkel és hibákkal, jóra törekvéssel és tévedésekkel, állhatatossággal és esendőséggel. Ezek párhuzamos bemutatásával, egy viharos életet megörökítve válik lehetetlenné ez a könyv.”

harmonikus oszcillátorokat tanulmányozták. Dolgozatukban (Pöschl–Teller, 1933) közölnek egy potenciálfüggvényt, amit azóta a szakterület Pöschl–Teller-potenciálként idéz. (Megjegyzem, hogy Hargittai István könyve nem említi Teller együttműködését Pöschllel.)

Teller Ede ebben az időben dolgozott együtt Gerhard Herzberggel is. Egy 36 oldalas dolgozatukban a többatomos molekulák elektronszerkezetével foglalkoztak és munkájuk egyik eredménye Herzberg–Teller-sorfejtésként szerepel az irodalomban (Herzberg–Teller, 1933). Herzberg 1971-ben kémiai Nobel-díjat kapott a szabad gyökök elektronszerkezetével és geometriájával kapcsolatos kutatásaiért. (Feltehető, hogy a Nobel-díjhoz vezető út startjához a Tellerrel végzett közös munka is hozzájárult.)

Göttingenben Teller tanítványa volt Rudolf Renner, és a lineáris CO<sub>2</sub>-molekula elektrongerjesztett állapotaival foglalkoztak. Bár Renner egyedül publikálta dolgozatát (Renner, 1934) annak eredményét a Renner–Teller-effektusként szokták említeni a hivatkozások. Azt tételezték fel, hogy ebben a molekulában sérülhet a Born–Oppenheimer-közelítés, a mag- és elektronmozgások csatolódnak és ennek a molekulaszínkép szempontjából fontos következményei lesznek (Császár, 2004).

A harmadik fejezetből megtudjuk, hogy Teller 1934-ben Rockefeller-ösztöndíjasként Koppenhágába ment Niels Bohr intézetébe. 1935-ben rövid időre Rómába látogatott, ahol megismerkedett Enrico Fermivel, majd vendégkutató lett Londonban, a University College-ban. Néhány hónapi londoni tartózkodás után elfogadta George Gamow meghívását és Washingtonba ment, ahol a George Washington Egyetem fizikaprofesszora lett. Kettőjük együttműködésének jelentős szerepe volt abban, hogy Teller munkásságának fő vonulata a magfizika lett. Két fontos dolgozatuk született ebben az időben, melyekben a  $\beta$ -bomlásra (Gamow–Teller, 1936) és a termonukleáris reakciókra (Gamow–Teller, 1938) vonatkozó fontos megállapításokat közöltek. Ez azonban nem gátolta meg Tellert abban, hogy más területeken is legyenek korszakalkotó eredményei. Ilyen volt a Hermann Arthur Jahnnal végzett közös kutatás eredményeként született Jahn–Teller-effektus (Jahn–Teller, 1937). Az elmúlt hetven évben több ezer dolgozat jelent meg, melyekben használták Jahn–Teller eredményét. Az effektus lényegét kiválóan szemlélteti Hargittai István a könyvének 130. oldalán lévő ábrával. (A Teller-könyv szerzője által vezetett kutatócsoport publikációiban is gyakran szerepel a Jahn–Teller-effektus.)



Teller együttműködése Brunauerral és Emmett-tel a gázok szilárd felületen történő adszorpciójának leírásával hozott létre igen jelentős eredményeket, az úgynevezett BET-modellt, illetve a BET-egyenletet. (Brunauer–Emmett–Teller, 1938). Dolgozatuk nagy lendületet adott ennek a tudományterületnek, és ezután a szakterületen megjelenő dolgozatok száma nagyságrendekkel megnőtt. Hargittai István könyvéből megtudhatjuk, hogy Brunauer hallgatta Teller kvantummechanikai előadásait a George Washington Egyetemen, és így kezdődött kapcsolatuk. Ugyanebben a városban Emmett főnöke volt Brunauernek egy kémiai laboratóriumban. A Teller-könyv Brunauer rövid életrajzát is közli. (Az olvasó számára nagyon hasznos, hogy a Tellerrel szorosabb kapcsolatba kerülő nevesebb kutatók rövid életrajzát is tartalmazza a könyv.)

A felsorolt dolgozatpéldák megmutatják, hogy Teller Ede már a húszas éveiben számos témairindító és néhány esetben korszakalkotó munka részese volt.

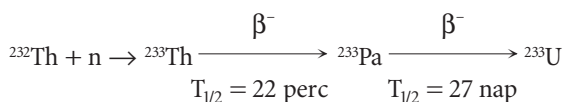
A negyedik–tizenegyedik fejezet az amerikai évek tudományos, tudománypolitikai és politikai tevékenységét írja le. A Teller-irodalom leginkább ezeknek az éveknek a történéseivel, eredményeivel foglalkozik. A sajtó és média révén is közismertté vált Teller életének ez a szakasza. A Hargittai-könyv olvasói pontos és dokumentált információk alapján, Teller Ede tudományos eredményeinek megismerése mellett azt is megíthetik, hogy tevékenysége milyen jellegű és mértékű hatással volt a világpolitikára.

A könyv nagyobb részét kitevő ezen nyolc fejezet közül csak néhányhoz szeretnék megjegyzést fűzni. Az ötödik fejezet a Chicagóban eltöltött évekről szól. Itt Teller számos kiváló tudóssal, köztük Nobel-díjjal találkozott, illetve diskusziókat folytatott az 1940-es években. (Közülük néhány név: Enrico Fermi, Szilárd Leó, Maria Goeppert Mayer, Emilio Segrè, Telegdi Bálint.) Chicagóban volt Teller doktorandusza Chen Ning Yang, aki később Tsung Dao Lee társaságában elnyerte az 1957-es fizikai Nobel-díjat a paritástörvény mélyreható tanulmányozásáért, amely alapjául szolgált részecskefizikai kutatásoknak és felfedezéseknek.

A nyolcadik fejezet Teller és Oppenheimer kapcsolatával foglalkozik. Ezt olvasva Oppenheimer életének legfontosabb állomásait, eseményeit is megismerhetjük. A felhasznált irodalom óriási mennyiségére jellemző, hogy a fejezet második lábjegyzete 17 db Oppenheimerrel foglalkozó könyvet sorol fel, amelyek 1968 és 1990 között jelentek meg. (Megjegyzem, hogy az angol BBC készített egy televíziós filmsorozatot az Oppenheimer-ügyről, amit a Magyar Televízió is bemutatott szinkronizálva 1985-ben.)

Teller professzor életének utolsó éveiben is előre, a jövőbe tekintett, és a IV. generációs energiatermelő atomreaktorokkal foglalkozott.

Hargittai István 2009 áprilisában találkozott Ralph Moirral, és tőle hallotta Teller utolsó dolgozata keletkezésének és megjelenésének izgalmas és nagyon érdekes történetét, amivel természetesen a Teller-könyv olvasói is megismerkedhetnek a hetedik fejezetben. Moir Teller hallgatója volt a Berkeley-ben 1961-ben, majd később livermore-i kollégája lett. A Teller halála után másfél évvel megjelent dolgozatukban (Moir–Teller, 2005) a javasolt reaktor-üzemanyag a  $^{232}\text{Th}$ , és csak a láncreakció indításához használnak  $^{235}\text{U}$ -nuklidot. A maghasadás  $^{233}\text{U}$  révén valósul meg a közvetkező módon:



Majd az  $^{233}\text{U}$  neutronabszorpció hatására hozná létre a maghasadást és szabadítana fel 2–3 neutron, amelyek tovább vinnék a láncreakciót. A javasolt hűtő, moderátor, illetve energiaátadó közeg  $\text{LiF}$  és  $\text{BeF}_2$  sóolvadék; 620 °C belső és 450 °C külső hőmérséklettel. Előnye, hogy gőznyomása nagyon alacsony ( $<10^{-4}$  atm) és forráspontja magas ( $\sim 1400$  °C.) A reaktort a föld alá, legalább 10 méterre tervezték a szerzők, és élettartamát mintegy 200 évre becsülték.

Teller Ede utolsó évei aktivitásának jellemzésére egy, a Hargittai-könyvben nem szereplő példát is említek. 2003 márciusában, halála előtt fél évvel írt egy „üzenetnek” is beillő előszót egy kézikönyv számára, amely 2003 novemberében jelent meg (Vértes, 2003). Ennek első két mondata így hangzik: „Az új gondolatokat nehéz befogadni; a bizalmatlanság és ellenállás gyakran gátolja az új tudomány és technológia feltárását és felhasználását. Elég, ha csak Galilei, Newton és Einstein művére és vesződségeire gondolunk, s azonnal látjuk, mekkora akadályokat kellett leküzdeniük.”

A tizenkettedik fejezet bemutatja Teller 1990 utáni kapcsolatait Magyarországgal, és itt ismerhetjük meg a szerző következtetéseit és zárógondolatait is.

Teller Ede több Nobel-díjas eredmény kialakulásának részese volt anélkül, hogy ő megkapta volna ezt a rangos kitüntetést.

A kötet végén Teller életének kronológiai összeállítása, az előforduló személyek, valamint a fogalmak és nevek oldalszám szerinti jegyzéke segíti az olvasót.

A Teller-könyvben az utószót Richard L. Garwin (sz. 1928) írta, aki Enrico Fermi PhD-hallgatója az 1940-es évek végén és Teller fontos munkatársa volt a termonukleáris programban, Los Alamosban, az 1950-es évek elején. Garwin utószavának utolsó két mondata: „Hargittai lelkiismeretes aprólékossgal és sikeresen végezte el Edward Teller értékelését. Amikor befejeztem az olvasást, úgy éreztem, nemcsak ismereteim gazdagodtak, de bölcsőbb is lettem.” Úgy vélem, mindenki, aki megismeri Hargittai István könyvét, ugyanezt fogja érezni és gondolni.

**Vértes Attila**

### IRODALOM

- S. Brunauer–H. Emmett–E. Teller (1938): Adsorption of Gases in Multimolecular Layers, *J. Am. Chem. Soc.* 60, 309.
- Császár A. (2004): Teller Ede és az elméleti molekulaspektroszkópia. *Debreceni Szemle.* 12, 570.
- G. Gamow–E. Teller (1936): Selection Rules for the Beta-Disintegration, *Phys. Rev.* 49, 895.
- G. Gamow–E. Teller (1938): The Rate of Selective Thermonuclear Reactions, *Phys. Rev.* 53, 608.
- I. Hargittai (2006): *The Martiens of Science: Five Physicists Who Changed the Twentieth Century*, Oxford University Press. Illetve magyarul: (2006): *Az öt világformáló marslakó*. Vince Kiadó.
- G. Herzberg–E. Teller (1933): Schwingungsstruktur der Elektronenübergänge bei mehratomigen Molekülen. *Z. Physik. Chem. B*, 21, 410.
- H. A. Jahn–E. Teller (1937): Stability of Polyatomic Molecules in Degenerate Electronic States, *Proc. Roy. Soc. London A*, 161, 220.
- K. Marton (2006): *The Great Escape: Simon and Schuster*, New York. Illetve magyarul: (2008): *Kilenc magyar, aki világgá ment és megváltoztatta a világot*, Corvina Kiadó.
- G. Marx (1994): *The Voice of the Martiens*, Akadémiai Kiadó. Illetve magyarul: (2000): *A Marslakók érkezése*, Akadémiai Kiadó.
- R. W. Moir–E. Teller (2005): Thorium-fueled underground power plant based on molten salt technology, *Nuclear Technology*, 151, 334.
- G. Pöschl–E. Teller (1933): Bemerkungen zur Quantenmechanik des anharmonischen Oszillators, *Z. Physik*, 83, 143.
- R. Renner (1934): On the theory of the interaction between electronic and nuclear motion for three-atomic, bar-shaped molecules, *Z. Phys.*, 92, 172.
- E. Teller with J. Shoolery (2001): *Memoirs. A Twentieth-Century Journey in Science and Politics*. Cambridge, MA, Perseus Publishing. Illetve magyarul: (2002): *Huszdik századi utazás tudományban és politikában*, Budapest, Huszdik Század Intézet.
- A. Vértes, et. al. (Editors) (2003): *Handbook of Nuclear Chemistry* (5 Volumes). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, London, New York.



Sógor András–Szabó Zsolt

# Biztonságtechnika és környezetvédelem a Richterben

**T**íz évvel ezelőtt *szigorodó jogszabályi környezetről és műszaki fejlődésről* számoltunk be egy hasonló témájú cikkünkben. Akkor még nem is tudtuk, mekkora lendületet vesz mindkét fejlődési irány.

A vegyipari, azon belül a gyógyszeripari biztonságtechnika, valamint a munkahelyi egészségvédelem paradigmaváltás jellegű jogszabályi változáson ment keresztül. Ide kell sorolnunk olyan, az utóbbi tíz évben megjelent szabályozásokat, mint a kémiai biztonsági törvény és végrehajtási rendeletei, a súlyos ipari balesetek elleni védekezés (katasztrófavédelem, SEVESO irányelv honosítása), a veszélyes anyagok átfogó kémiai biztonsági eljárásai (REACH rendelet), a vegyi anyagok veszélyességének harmonizált (újra)osztályozása, az anyagok címkézése (CLP rendelet), a piacfelügyeleti szemlélet és intézményrendszer bevezetése (egyéni védőeszközök minősítése, gépbiztonság).

Jelenleg a teljes hatósági intézményrendszer átalakításának lehetünk tanúi és részesei.

A Richter környezetvédelmi és munkavédelmi feladatok ellátására főosztály szintű szervezetet működtet – Biztonságtechnikai, Tűz- és Környezetvédelmi Főosztály (BTKF) elnevezéssel.

## Magas színvonalú biztonságtechnikai háttér

A 90-es évek közepétől, végétől tanulmányoztuk az akkor még újnak számító munkavédelmi paradigma, a kockázatkezelés végrehajtásának módozatait. Nyilvánvalóvá vált, hogy mindennapi dolgainkat, az új elvárásoknak és a magunk által támasztott igényeknek megfelelően, csak formalizált irányítási rendszer keretében tudjuk továbbra is eredményesen végezni.

A Richter 100 éves évfordulójának időpontjára tehető a Munkahelyi Egészségvédelem és Biztonság Irányítási Rendszer (MEBIR) kiépítésének kezdete. Az akkor még csak angol szabványként létező (OSHAS 18001:1999) útmutatást vettük alapul, illetve a meglévő munkavédelmi gyakorlatot. A MEBIR, a munkavédelmi feladatok folyamatainak leképezése mellett, az irányítási rendszerekre jellemző szemléletet hozta magával, úgymint vezetőségi elkötelezettség és erőforrás-hozzárendelés, teljes lefedettségű szabályozás, külső, belső auditok, teljesítményértékelés. Nagyrészt saját fejlesztésű informatikai támogatást biztosítottunk a nyilvántartásokhoz, folyamatkövetéshez, információszolgáltatáshoz, kockázatértékeléshez. Az egységes funkciókat megvalósító MEB IT modulok mára közismertté váltak hazai szakmai berkekben egyaránt. Házon belül ügyintézési, adminisztrációs feladatokat is ellátnak, a szűken értelmezett munkavédelmi, kockázatkezelési funkciók mellett (orvosi vizsgálatok adminisztrációja a FEÜ (foglalkozás-egészségügyi) modulban).

A MEBIR-t 2006-ban tanúsította független, erre szakosodott intézet. A rendszer tanúsított állapota azóta is fennáll.

Mindkét telephelyünkön (Budapesten és Dorogon) működik Biztonságtechnikai Laboratórium, a kockázatértékelési rutinokhoz elengedhetetlenül szükséges mérések elvégzésére. Budapesti laboratóriumunk tűzvédelmi paramétereket immár több mint húsz éve mér; 2000 után bevezetésre, illetve továbbfejlesztésre került a passzív mintavételes ATD-GC technika a munkahelyi levegőszennyezettség mérésére, a munkahelyi zajexpozíció, valamint a belső téri mesterséges világítás megfelelőségének ellenőrzése. Az újonnan bevezetett, oldószer-expozíció kockázatot értékelő mé-



**Belső gyárterület. A Richter elhivatott, felelősségteljes magatartást vállal munkavállalóiért és környezetéért**

rések akkreditálása 2004-ben történt meg (maga a mérés, esetenként más technikákkal, természetesen sokkal régebbi távlatba nyúlik vissza). A budapesti biztonságtechnikai részlegünk végezte a Társaság minden telephelye számára a méréseket, míg 2009-ben létrehoztuk a Biztonságtechnikai Laboratóriumot Dorogon is, a laboratórium tevékenységének akkreditálását 2011-re tervezzük.

2007-től nem kis feladatot adott a BTKF munkatársainak a kémiai biztonsági előírások (REACH előregisztráció, 2010-ben a kémiai veszélyességi újraosztályozás, CLP) teljesítése. Ez részben adminisztrációs, nyilvántartási feladat, részben interdiszciplináris készségeket igénylő, szakmai feladat; mindkettő óriási volumenű. Mindaddig a REACH és CLP végrehajtása sikeres.

Súlyos ipari balesetek megelőzése (katasztrófavédelem) tekintetében, a SEVESO II. EK Irányelv szerint, Társaságunk budapesti és dorogi telephelyei alsó küszöbértékű veszélyes üzemnek minősülnek, ezért Biztonsági Elemzés és Belső Védelmi Terv készítésére és gyakoroltatására kötelezettek. Az elvárásokat teljesítve, mind a budapesti, mind a dorogi telephely rendelkezik a hatóság által elfogadott Biztonsági Elemzéssel, amely szavatolja az e szabályozás szerinti biztonságos működésünket.



A Richter Gedeon Nyrt. jelentős tűzvédelmi fejlesztéseket hajtott végre mindegyik telephelyén. A kiépített tűzjelzőhálózat Magyarország egyik legkomplexebb és legkorszerűbb hálózatoként ismert, olyan aktív oltási technikákkal, mint például a magas nyomású vízköd (Hi-Fog) rendszer.

A Richterben megvalósított műszaki biztonsági és munkavédelmi irányítási rendszer, ennek működtetésének személyi és tárgyi feltételei közismertté és példaképpé váltak a magyarországi vegyipari nagyvállalatok körében. A BTKF-en kifejlesztésre került szoftvercsomagok (pl. BANYA (biztonságtechnikai adatlapok), kémiai biztonság általában) modellként szolgáltak hasonló kiépítésére más magyarországi vegyipari nagyvállalatoknál.

### Korszerű környezetvédelem

Az Európai Unióhoz történő csatlakozás pillanatában, a magyar jogrendszer összes érintett területe közül talán egyetlenként, a környezetvédelem teljes mértékben harmonizált volt az Unióval. Ez igen sok új jogszabályt jelentett és az ezeknek való megfelelés hatalmas munkát és anyagi ráfordítást eredményezett az ezen jogszabályok által érintett vállalatoknak, így Társaságunknak is.

Az EU-ban alkalmazott rendszerelvű megközelítésnek megfelelő irányítási rendszert (ISO 14001 szabvány szerinti Környezetközpontú Irányítási Rendszer/KIR) már 2001-ben kiépítettük, így a csatlakozáskor már a második tanúsítási ciklus kezdődött, és a szabványnak megfelelő működést az éves felüyeleti auditok, valamint 2004-ben, 2007-ben és 2010-ben megtartott újratanúsító auditok sikere igazolta.

A jogharmonizációs folyamat egyik fontos eleme volt az úgynevezett egységes környezethasználati engedély (ismertebb nevén IPPC engedély) megszerzését előíró jogszabály, melyet 2004-ben, illetve 2005-ben kapott meg a Társaság budapesti és dorogi telepe.

A KIR keretében, illetve ezen IPPC engedély előírásai alapján végrehajtott intézkedések, fejlesztések eredményeként mára elértük a teljes jogszabályi megfelelést.

A megfelelés elérése érdekében végrehajtott legfontosabb intézkedések és fejlesztések az alábbiak voltak:



A Richter Gedeon kémiai kutató- és irodaépülete madártávlatból

Részben jogszabályi előírások miatt, részben szakmai előrelátásból jelentősen bővítettük a környezetvédelmi laboratórium által vizsgált paraméterek körét, korszerű mérőberendezéseket szereztünk be és a mérések egy részét akkreditáltattuk a Nemzeti Akkreditáló Testülettel (NAT). Az akkreditált mérések körét folyamatosan bővítettük.

A keletkező technológiai, kommunális és esővizeket elválasztott rendszerű csatornahálózatok gyűjtik és a tisztítást igénylő technológiai szennyvizeket korszerű szennyvíztisztító telepek kezelik, amelyek biztosítják, hogy a kibocsátott víz minősége mindenkor megfeleljen az előírásoknak.

Ennek ellenőrzésére úgynevezett szennyvíz-önkontroll vizsgálati rendszert építettünk ki, melynek keretében folyamatosan vizsgáljuk a távozó szennyvíz minőségét.

Természetesen nemcsak szennyvizeink minőségét kísérjük figyelemmel, hanem ugyanilyen gondossággal vizsgáljuk a környezeti levegő állapotát is. Mindkét telephely körül immissziós monitoring rendszert építettünk ki. Ezek eredményeit, sok más, a környezetre vonatkozó adattal együtt, rendszeresen megküldjük az érintett környezetvédelmi hatóságoknak.

Az ellenőrző méréseken túl fejlesztjük az alkalmazott technológiákat is.

Az egyre szigorodó elvárások teljesítése érdekében folyamatosan fejlesztjük a szennyvízkezelési technológiákat, mind Budapesten, mind Dorogon.

A hatóanyaggyártás környezeti hatásának, környezeti kibocsátásának csökkentése érdekében folyamatosan fejlesztjük a gyártóberendezéseket. Ezen korszerű, zárt berendezések jelentős mértékben hozzájárulnak ahhoz, hogy mind a le-

vegővédelmi, mind a zajvédelmi előírásokat teljesíteni tudjuk.

A Richter legfontosabb beruházásai ezen a téren:

- membránszűrő-berendezés alkalmazása a dorogi szennyvíztelepen és egyben a tisztítási technológia fejlesztése (nitrogéntávolítás, foszforeltávolítás),
- a budapesti szennyvízkezelő automatizálása,
- tartálypark-korszerűsítés, anyagkiszolgálás feltételeinek korszerűsítése,
- véggáz-tisztító berendezések alkalmazása,
- technológiafejlesztések, melyek lehetővé teszik, hogy egyes gyártásokban a környezetre kisebb hatást gyakorló anyagokat használjunk.

Ma már nem csak a veszélyes hulladékok kezelésére kell kiemelt figyelmet fordítani, hanem a jogszabályi előírásoknak megfelelően minden hulladékra, így az építési-bontási hulladékokra is. Túl a hulladékok szakszerű kezelésén, ártalmatlanításán kívül kiemelt figyelmet fordítunk a szelektív gyűjtésre és újrahasznosításra is.

2011-ben kezdte el működését az a szelektív hulladékgyűjtő rendszer, ami már nemcsak a termelőegységeknél keletkező és hasznosítható hulladékok begyűjtését teszi lehetővé, hanem a gyár minden dolgozója számára elérhető és biztosítja, hogy a náluk keletkező hulladékot különválasztva gyűjthessék. Ezen rendszer legfőbb előnye nem az esetleges gazdasági haszon, hanem a környezettudatos magatartás fejlesztése. Aki odafigyel saját hulladékainak kezelésére, szelektív gyűjtésére, az munkája során is sokkal fogékonyabb a környezetvédelmi szempontokra.

A Richter vezetősége mind a környezetvédelmi, mind a biztonságtechnikai szakmai megközelítésben (KIR, MEBIR) elhivatott, felelősségteljes magatartást vállal a munkavállalói, valamint környezete irányába, biztosítva a szükségszerű és egyáltalán nem kevés erőforrásokat. A Richter elkötelezettségének formalizált bizonyítéka, egyebek mellett, a két irányítási rendszer politikája. A tényszerű végrehajtás, a vezetőség szerepvállalása pedig az évi rendszerességű átvizsgálásokon, a KIR és MEBIR által kitűzött és követett céljain, valamint programjain keresztül valósul meg.





Próder István–Vargáné Nyári Katalin

■ MMKM Vegyészeti Múzeuma, Várpalota

# A Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum (MMKM) Vegyészeti Múzeuma

*Amint olvasható, a Vegyészeti Múzeum – 48 éves meglehetősen rögzös története ellenére – a város, az ország, az iparág irányításának, összefogásának és nem utolsósorban az ott dolgozók áldozatos munkájának eredményeként pótolhatatlan gyűjteményt hozott létre és színvonalas szakmai ismeretterjesztést végzett kiemelkedően az ifjúság körében a kémia népszerűsítése érdekében. Csak remélni tudjuk, hogy most, amikor az európai uniós fejlesztések jóvoltából az elhelyezés körülményeinek jelentős javulása várható, a mai döntéshozók is megfelelő körülményeket és feltételeket biztosítanak ahhoz, hogy a Vegyészeti Múzeum zavartalanul folytathassa munkáját, és lehetőség szerint nem számúzik eddigi megszokott, jól ismert helyéről.*

*A felelős szerkesztő*

**A** magyar műszaki emlékek megőrzésének ügye történelmi okokból, a gazdasági és egyéb feltételek alakulása folytán sajátosan fejlődött. Olyan műszaki múzeumok jöttek létre, amelyek különböző szervezeti formában működtek. Ma ezek részben önállóan, részben nagyobb múzeum irányítása alatt dolgoznak. Jellemző, hogy nem egy központi épületben, hanem különféle, sokszor egyéb célra készült épületekben és más-más helységeket kaptak helyet. Általában olyan helyszíneken, amelyek a gyűjteményekre jellemző ipari múlttal rendelkeztek.

Így került a Magyar Vegyészeti Múzeum (ma az MMKM Vegyészeti Múzeuma) Várpalotára, Veszprém megyébe. A megye vegyipari üzemei, egyeteme – a mai Pannon Egyetem, korábban Veszprémi Vegyipari Egyetem – révén az ország vegyiparának egyik vidéki központja lett. A múzeum szervezése már 1961-ben megkezdődött, első működési engedélyét 1963-ban kapta meg és ekkor megin-

dult a gyűjtőmunka is. Az Ötvös Dániel vegyész mérnök felügyelete alatt egyre bővülő gyűjteményt először Budapesten, a NIM-ben (később Ipari Minisztérium) helyezték el, majd ez az anyag került 1969-ben Várpalotára, a város romos várépületeinek néhány helyreállított helyiségébe.

A múzeum alapításának körülményeiről, történetéről számos írásban számoltunk be e lap hasábjain is. 2003-ban, létrehozásának negyvenéves jubileuma alkal-

mából részletes cikket tettünk közzé a múzeumról [1], és külön kiadványban, a Magyar Vegyészeti Múzeum kiadványai sorozat 27. kötetében [2] számoltunk be az addig végzett tevékenységéről. Ki kell emelnünk, hogy 1969 óta a múzeum várpalotai működése szorosan összekapcsolódik az évtizedeken át romos várépület felújítási munkáival. A múzeumalapítás és -működtetés nehézségei mellett a múzeumi munkatársak sokszor az épülettel kapcsolatos tennivalók gondjait is átvállalták. Az alábbiakban a múzeum történetének legfontosabb eseményeit említjük, kiegészítve az azóta eltelt időszak főbb történéseivel.

A 16/1969. sz. NIM-utasítás alapján a múzeum a Nehézvegyipari Kutató Intézet keretében, annak múzeumi osztályaként működött. Annak vezetője egyben a múzeum igazgatója volt. A múzeum birtokba vette a várpalotai várépület ideiglenes jelleggel helyreállított helyiségeinek egy részét, ami a gyűjtőmunka és feldolgozás szerve-

A vár a II. világháború után





Várépület, 1994

zett megindítását, a könyvtár elhelyezését, a begyűjtött anyagok raktározását és a rendszeres kiállítási tevékenység megkezdését tette lehetővé.

A várépület helyreállítási munkáiban való múzeumi részvételről P. Nagy Sándornak az MKL 1988. májusi számában [3], a múzeum alapításának 25. évfordulójára megjelent cikkből idézünk:

„A vár műemléki helyreállításának költségeit az induláskor a Veszprém Megyei Tanács (10 M Ft), az Országos Műemléki Felügyelőség (OMF) (5 M Ft), a Magyar Vegyészeti Múzeumra eső költségek fedezetét pedig a NIM és a vegyipari vállalatok vállalták (11 M Ft). A Veszprém Megyei Tanács és az OMF a vállalt anyagi támogatást időközben visszavonta, így a vár helyreállítás egyetlen gazdájaként a Vegyészeti Múzeum maradt.

A várépület műemlékjellege a helyreállítás megkezdésében sajnos több mint 10 éves késedelmet okozott. A műemléki helyreállítás tervezése, a közben szükségessé vált régészeti kutatás miatt is kerekén 5 évig tartott. A tervek elkészülte után pedig 5 éves további idővesztést okozott, hogy az 1970-es évek beruházási konjunktúrájában a helyreállítási munkák elvégzésére 1981-ig nem sikerült kivitelezőt találni... A helyreállításra fedezetül a NIM és a vegyipari vállalatok által még az 1970-es évek elején felajánlott és befizetett 8,6 M Ft, valamint a Várpalotai Városi Tanács 4,8 M Ft-os támogatása szolgált... A múzeum részéről Simon László tanácsadó, a NEVIKI Beruházási Osztálya nyugalmazott vezetőjének irányítása mellett 1981-ben megkezdődhetett a várépület rekonst-

rúkciónja, amelynek eredményeként a múzeum számára az 1986. év végéig befejeződött az egész II. emelet (legfelső szint), az I. emelet egy részének és a lépcsőháznak végleges műemléki helyreállítása, továbbá a nyugati szárny I–II. emelete közötti rejtett szinten egy 185 m<sup>2</sup>-es raktár kialakítása. Ezzel elkészültek a könyvtár és az archiválás, valamint a tárgyi gyűjtemények elhelyezésére szolgáló helyiségek és raktárak, az előadóterem, 7 kiállítóterem, a fotólabor és restauráló műhely, 4 iroda, ill. kutatószoba, továbbá a mellék-helyiségek (közlekedők, folyosók, WC-csoportok) és a lépcsőház.

Kapcsolódó beruházként elkészült még a nyugati épületszárny új tetőfedése, a kb. 500 m<sup>2</sup>-es lapostető-rész ismételt szigetelése, a vár végleges villamos energia ellátását biztosító 2×250 fm-es földkábel fektetése, új villamos fogadóállomás kialakítása és a helyreállított helyiségek fűtésére 20 db hőtárolós villamos kályha beszerelése. Ezzel a múzeum első negyedszázados fennállásának a végére befejezett helyreállítás nemcsak a múzeum reprezentatív elhelyezését, a kiállítások rangosabb környezetét, a gyűjtemények megfelelőbb raktározási lehetőségét biztosítja, de a korábbiakkal összehasonlíthatatlanul jobb munkakörülményeket is teremtett a múzeum dolgozóinak számára.”

Az 1986-ig végzett épület-helyreállítási munkák eredményeként a 600 éves várépületben közel 1500 m<sup>2</sup>-es területen helyezték el a múzeum gyűjteményeit. A pénzügyi források megteremtéséhez, a tervezési feladatok elvégzéséhez hathatós támogatást nyújtottak: a NIM, a műemlék-

védelmi intézmények, a vegyipari vállalatok, a Várpalotai Városi Tanács és a Nehézvegyipari Kutató Intézet (NEVIKI). Az épületben helyet kapott 1976-ban a várpalotai szénbányászatnak emléket állító Bányászattörténeti Gyűjtemény is.

Az ipari miniszter a 112/1982. Ip. M. sz. utasításával a Magyar Vegyészeti Múzeumot jelölte ki bázis-múzeumként a vegyipari műszaki emlékek gyűjtésének koordinálására.

1989-ben a Nehézvegyipari Kutató Intézet a keretein belül működő Magyar Vegyészeti Múzeumot leányvállalattá alakította át. 1988-ig az Ipari Minisztérium fedezte a költségvetés terhére a múzeum működési és fenntartási költségeinek 60%-át. Ezt a későbbiekben nem biztosította, így a vegyipari vállalatok közvetlenül a Magyar Vegyészeti Múzeum Leányvállalattal álltak jogi és pénzügyi kapcsolatban.

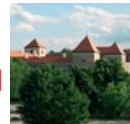
1990-ben a Nemzeti Örökség Bizottság a várpalotai várépületet a „Nemzeti Örökség részévé” nyilvánította.

1991-ben a leányvállalat megszűnt, a múzeum alapítványként működött tovább, létrejött a Magyar Vegyészeti Múzeum Alapítványi Múzeum. Az alapítók: Magyar Vegyipari Szövetség (MAVESZ), Magyarországi Gyógyszergyártók Országos Szövetsége (MAGYOSZ), Magyar Vegyipari Dolgozók Szakszervezeti Szövetsége (ma: Magyar Vegyipari Energiaipari és Rokonszakmákban Dolgozók Szakszervezeti Szövetsége) és a Nehézvegyipari Kutató Intézet (1992–2000 között felszámolták).

1993-ban az Országos Műemlékvédelmi Hivatal (OMVH) engedélyezte az Állami Műemlékhelyreállítási és Restaurálási Központ (ÁMRK) tervezője, Oltai Péter által készített tervek alapján az északi várfal helyreállítását. A munkát, amely 1995-re készült el, a kőomlás miatti balesetveszély elhárítása is indokolta.

1996-ban aktualizált feladatmeghatározás alapján elkészültek az északi falhoz csatlakozó udvari klasszicista épület felújítási tervei. A helyreállítás az 1997. év végére fejeződött be. A munkálatokkal párhuzamosan elkészült a vár esővízcsatorna felújítása, valamint megvalósult az udvar biztonságos kivilágítása. Az 1998. év tavaszán elvégzett udvari tereprendezés, a romos épületrészek ellátása nyílászárókkal, a boltíves épületmaradványok megbízható alátámasztása lehetővé tette, hogy 1998 nyarától kulturális rendezvényeket, színházi előadásokat tarthassanak a várudvaron.

A múzeum 1996-ban elkészítette a várépület környékének hidrogeológiai vizsgál-



latát a magas talajvízszint kialakulása miatt, amely elsősorban a legértékesebb épületrészt, a délkeleti oldalon levő 14. század végi palotát fenyegette

1996-ban a Veszprém Megyei Vagyonátadó Bizottság 351/1996. sz. határozatában rögzítette, hogy: „az állami tulajdonban levő várpalotai vár megjelölésű műemlék ingatlant a Kincstári Vagyon Igazgatóság kezelésébe és a Várpalota Város Önkormányzata ingyenes használatába adja azal a feltétellel, hogy a várban jelenleg működő Vegyészeti Múzeum működése nem korlátozható.”



A vár 1998-ban

Az 1997. évi CLVI. tv.-ben meghatározottak szerint a Veszprém Megyei Bíróság 1998. november 17-én az alapítványi múzeumot kiemelkedően közhasznú szervezetté nyilvánította.

A Vegyészeti Múzeum pedagógiai tevékenysége részeként 2001 óta „Alkimista tábor” címmel nyári diáktábort szervez. A tábor célja a kémia népszerűsítése a tanulóifjúság körében. Ezzel is igyekszik elősegíteni a vegyipar és társadalom kapcsolatának javítását. Az „Alkimista tábor” résztvevői az ország egész területéről érkező általános és középiskolás diákok, akik taná-

ri irányítás mellett vesznek részt a múzeumban és más helyszíneken tartott foglalkozásokon. Várpalota, Székesfehérvár, Veszprém, Budapest, Debrecen, Dorog, Tokod, Pécs, Szeged, valamint a közelebbi és távolabbi kisebb települések iskoláiból évente általában 15–20 táborszót fogadott a múzeum. A program több elismerésben részesült, közeli és távolabbi iparvállalatok részéről széles körű támogatást kapott. 2002-ben Kapocsi Margit Katalin tanárnő, aki az „Alkimista tábor” szervezésének ötletét felvetette és aki azóta is a tábor foglalkozásainak irányítója, a Magyar Vegyipari Szövetségtől felkérést kapott arra, hogy a táborban végzett munkával vegyen részt a CEFIC által meghirdetett „Tudomány az Oktatásért Nemzetközi Díj” pályázaton. A pályamű magyar és angol nyelven készült a táborszók együttműködésével, „Gyerekek a Magyar Vegyészeti Múzeumban” címmel és poszter alakban, videoanyag-melléklettel nyújtották be. A pályázat a hazai fordulón első helyet kapott és a brüsszeli nemzetközi zsűri is elismerte teljesítményüket, mert értékelésük szerint: „Az anyag jól szemléltette egy természettudományi múzeum szerepét a kémia oktatásában.” (CEFIC Education Award, Prize Book, 2002.) A tábor állandó támogatói: Richter Gedeon Nyrt., TEVA Magyarország Zrt., Nitrogénművek Zrt., Huntsman Co., Várpalota Önkormányzata, Pannon Egyetem és az Országos Műszaki Múzeum Vegyészeti Múzeumát Támogató Alapítvány.

2000–2001 között a 14. századi palotarész régóta időszerű helyreállítására került sor új acélszerkezetű földem beépítésével, a padlószint alatti szivárgó rendszer kialakításával, a burkolatok és homlokzati nyílászárók elkészítésével. A 14. századi palota jelentőségét növeli, hogy homlokzatainak rekonstruálható állapotban megmaradt

kváderes díszítőfestést, az ülőfülkés ablakokban pedig restaurálható falképeket tártak fel. A hazánkban ismert középkori falképek között alig van világi rendeltetésű épületben fennmaradt ábrázolás, ezért a falképek megmentése a kulturális örökségünk védelme szempontjából kiemelkedő fontosságú volt.

A középkori palota építészeti munkáinak elkészítése után került sor a palotaszárnyban található falképek és a homlokzati fal kváderes és geometrikus festésének restaurálási munkáira, valamint a homlokzati kőfelületek restaurálására. A falképek restaurálási munkáit Hoffer Andrea festő-restaurátor 2003 végére készítette el. A kőszobrász restaurátori munkákat Horváth Tibor restaurátor végezte el.

2003 októberében a Nemzeti Kulturális Örökség Minisztériuma 4.2/708-5/2003. ügyiratszámú, Hiller István miniszter aláírásával ellátott levelében jóváhagyta a várépület vagyonkezelői jogának átadását a Várpalotai Önkormányzat által alapított Szindbád Kulturális és Szolgáltató Kht. (ma: Szindbád Kulturális és Szolgáltató Nonprofit Kft.) részére. Az épület vagyonkezelője meghosszabbítások után jelenleg is a Szindbád Kft. A vagyonkezelői szerződés is tartalmazza a Veszprém Megyei Vagyonátadó Bizottságnak a Vegyészeti Múzeumra vonatkozó 351/1996. sz. határozatában leírtakat, tehát ma is érvényben van.

A vár jelenlegi külső képét és későbbi használatát alapvetően meghatározták a 2005. április 14-én megkezdett építési munkák, amelyet a Thury-vár helyreállítása III. ütemeként határozott meg a Kulturális Örökségvédelmi Hivatal. A 2005. év folyamán végzett munkák során elvégezték a meglévő tetők szakaszos bontását, a vasbetonfödémek megerősítését, új acélszerkezetű fedélszerkezeteket építettek ki. Be-

„Alkimista tábor” – 2011



„Alkimisták” a Richter-gyárban, Dorogon





## A KÉMIA KIVÁLÓSÁGAI



Híres vegyészek arcképcsarnoka



A vár 2011 júliusában

fejeződött a padlástéri falak és kémények építése, kijavították a keleti és a déli tornyok fedélszerkezetét. A teljes tetőfelület kettős hód farkú agyagcseréppel fedték be.

A 2007. évtől komoly változások történtek az alapítványi keretek között működő Vegyészeti Múzeum életében. A korábbi feltételekkel nem működhetett volna tovább, ezért a Magyar Vegyészeti Múzeum Alapítványi Múzeum Kuratóriuma kifejezte abbéli szándékát, hogy az Országos Műszaki Múzeumhoz csatlakozzon eredeti céljai érdekében. Az Országos Műszaki Múzeum részéről megnyilvánuló befogadói szándék és az Oktatási és Kulturális Minisztérium támogató hozzájárulásával a Magyar Vegyészeti Múzeum 2007. augusztus 1-jétől az Országos Műszaki Múzeum filiáléja lett Országos Műszaki Múzeum Vegyészeti Múzeuma néven. Az Országos Műszaki Múzeum és a Közlekedési Múzeum egyesülésével létrejövő Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum pedig 2009. január 1-jétől lett a Vegyészeti Múzeum fenntartója, amelynek ezáltal a hivatalos elnevezése Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Vegyészeti Múzeuma. A múzeumot támogató alapítvány megmaradt, most már nem fenntartóként, hanem a szakmai munka támogatójaként: „Az Országos Műszaki Múzeum Vegyészeti Múzeumát Támogató Alapítvány” néven.

A múzeum gyűjteményei az évtizedek során folyamatosan gyarapodtak, 2010 végén a tárgyi gyűjtemény több mint 11 000 darabból, az általános ipartörténeti dokumentációs gyűjtemény 47 000 dokumentumból, a könyvtár több mint 19 000 kötetből állt. A múzeumot mindenkor kiállításai, rendezvényei minősítik. 48 év alatt 140 nagyobb rendezvényt szerveztünk, folyamatosan 12 állandó kiállításunk volt látogatható. Évente 10–15 000 látogatót fogadtunk, kétharmad részük iskolás, iskolai

csoport. Időszakos kiállításainkban megemlékezünk a kémia, a vegyipar és a gyógyszeripar kiemelkedő eseményeiről, jeles évfordulókról. Legnevesebb kémikusaink arcképét a „Híres vegyészek arcképcsarnoka” kiállításunkban helyeztük el.

Munkánkat éves munkaterv alapján végeztük, az elvégzett feladatokról, eredményekről beszámoló jelentéseket készítettünk, kémia- és vegyipar-történeti kutatásainkat publikáltuk. A múzeum munkatársainak tollából eddig több mint 550 közlemény jelent meg.

Napjainkban múzeumunk azonban ismét nehéz helyzetbe került. Várpalota Város Önkormányzata 2010. július 12. és 2011. június 24. között európai uniós pályázaton nyert 750 MFT összeggel rekonstrukciót végeztetett a várépületen. Ez örömteli abból a szempontból, hogy szépül a környezetünk, nő a város turisztikai vonzereje.

Számunkra azonban, úgy tűnik, mindez újabb megpróbáltatásokat hoz. Az elmúlt években többször felvetődött a város vezetése részéről, hogy a múzeumnak új helyre kellene költözni. A költözés feltételeinek áttekintése után a kérdés átmenetileg lekerült a napirendről. A felújított épületrészek átadásakor készített interjú alapján azonban úgy tűnik, fel kell készülnünk arra, hogy a múzeum gyűjteményei negyvenkét év után elkerülnek a várpalotai várból.

A helyzet érzékeltetésére idézünk néhány részletet a 2011. július 1-jén megjelent újságcikkéből [4]: „Talabér Márta, Várpalota tavaly ősz óta hivatalban lévő polgármestere szerint egyelőre csupán az első lépést sikerült megtenni: a rekonstrukció nemrég befejeződött első ütemével nagyjából a vár fele újulhatott meg. A munkálatok összesen 750 millió forintba kerültek, ehhez az uniós és állami támogatás mellett a palotai önkormányzat 15 százalékos önerővel járult hozzá.”

„A 20. században állami tulajdonba került Thury-vár állapota az elmúlt évtizedekben fokozatosan romlott, átfogó rekonstrukciójára évtizedekig nem volt forrás. Ennek tudható be, hogy a műemlék várban rejlő lehetőségekhez képest a kihasználtsága is szerény maradt: csak kevesen tudtak arról, hogy a málló falak között működött az ország egyetlen vegyipari múzeuma, de itt kapott helyet egy bányászattörténeti gyűjtemény is.”

„Ez utóbbi a most befejeződött felújítás után is megmarad, a vegyipari anyagnak azonban új helyet keresnek. Talabér Márta szerint az egyébként egyedülálló gyűjtemény nem illik a vár stílusához, ugyanakkor éppen a kiállítás minősége miatt szeretnék, ha a múzeum a városban belül költözne új helyre.”

„A várrekonstrukció legfőbb célja az volt, hogy életet leheljünk a 600 éves építmény falai közé. A felújítást követően olyan közösségi tereket sikerült megnyitnunk a közönség előtt, amelyek korábban zárva voltak. A látogatható részeket úgy alakítottuk ki, hogy azokat a fogyatékkal élők is használhassák. Az átadással számos új, multimédiás eszközrendszerrel felszerelt kiállítóteret nyílt meg, illetve olyan exkluzív rendezvénytermeket alakítottunk ki, amelyek nagy létszámú nemzetközi konferenciák megrendezésére, valamint esküvők megtartására is alkalmasak” – tudtuk meg Talabér Mártától. ●●●

### IRODALOM

- [1] Próder István, Fábán Éva, Vargáné Nyári Katalin, 40 éves a Magyar Vegyészeti Múzeum, M. Kém. Lapja (2003) 58, 422–431.
- [2] Próder István, Fábán Éva, Vargáné Nyári Katalin, 40 éves a Magyar Vegyészeti Múzeum, Magyar Vegyészeti Múzeum kiadványai, 27., Várpalota, 2003.
- [3] P. Nagy Sándor, 25 éves a Magyar Vegyészeti Múzeum, M. Kém. Lapja (1988) 43, 181–188.
- [4] Cseri Péter: Költözik a vegyipari múzeum. Éltre kelhet Palota vára, Népszabadság, 2011. július 11.





Antal József

# Ezeréves kémiai emlékek Péten

**P**étfürdőn (Péten), a Nitrogénművek Zrt. régi gyári telephelyén 80 éve kezdődött a műtrágyagyártás, a társaság ebben az évben ünnepli a 80. éves évfordulót. Egy-két kilométerre az 1931-től üzemelő gyártól, nem sokkal a honfoglalás után megjelent kézműipari szinten a nehézszerkezet egy másik ága, a vasgyártás.

Pét területén a Cseri erdő keleti (Várpalota felőli) és nyugati (Pét-patakra néző) szélén is találtak 10. századi vasolvasztásra utaló nyomokat: fémsalakot, fúvócsőtöröredéket [1]. Ezen vasolvasztó kemencékhez közeli Árpád-kori települések Peytu és Zenhel.

A *Peytu* nevet Anonymus a honfoglalás leírása során együtt említi Pakozdu (Pákozdu) névvel. A véghangzó korán elmaradt, hiszen a kora Árpád-kori oklevelekben *Peth*, *Peeth*, *Peyt* alakban írták Pét nevét.

Hasonló írásképpel jelöltek korabeli településeket a Felvidéken, Erdélyben is ezekenél esetenként *Pech* alak is előfordult! Közelebbi analógia is található: *Pécsely* nevét egy 1358. évi oklevélben [2] *Pethelk*ént írják, az 1093/1211. évi, tihanyi apátság birtokait részletező oklevelekben viszont *Pechel* – ebből arra következtethetünk, hogy korábban Pétet Pécsnek is ejthették. Egy másik példa *Pécsvárad* = *Pethwar* [3].

Megvan tehát az újkori Bécs, Pécs, Pest, Pét rokon hangzású nevek ómagyar alapja (kemence). Az olvasztókemencére a pest/pécs szót nemcsak a régi magyar/székely nyelvben, hanem bolgár, *káliz*, délszláv népeknél, sőt a Kárpát-medencén kívül is (keleti-nyugati irányban, angol-orosz nyelveken is) használták. Lehet, hogy Krisztus előtti időkből éppen a vaseszközöket terjesztő szkítáktól, keltáktól származik ez a láthatóan ősi szó, amely az Árpád-korban már ismert településünk elnevezése (megjegyzem: kel-

ta régészeti emlékek is vannak a környéken!).

A 9–10. századi keletkezést erősíti a szomszéd falvak neve Pethkalaztelek, Kalaz, ami jelzi, hogy honfoglaló társaink, a kazárok törzsei, magyarul a *kálizok* is éltek környékünkön, akik előszeretettel foglalkoztak kereskedelemmel és iparral. Az említett káliz falvak déli szomszédjának neve Koachi = Kovács, kovács iparosairól! Az északi szomszédot pedig a vasgyártás eszközéről (az olvasztókemencéről) nevezték *Pethnek*.

Izgalmas kérdés, hogy faszenet alkalmaztak, vagy a földből előbukkanó lignitet használták-e a vasgyártáshoz, ugyanis a keleti oldalon Szénhel falu feltárásánál is előkerültek vasolvasztási nyomok: kemence, olvasztási salak, 10 kg vastartalmú lepény [1]. Ennek a szintén honfoglalástól lakott falunak a neve egy 1240. évi oklevélben Zenel, az 1271-es oklevelekben Scenel alakban is megjelent. Szénhel középkori nevét sokféleképpen írták: *Zenel*, *Scenel*, *Zynil*, *Zenyl*, *Zenes*, *Zenyel*, *Zenhel*, amelyek a változó írásmódok ellenére mind a szénre, az ősi magyar (Benkő Lóránd szerint finnugor) szóra utalnak. Ősi szavunk középkori latin írásképehez hasonlóan je-

**9–10. századi, nemeskéri vaskohó rekonstrukciója a Soproni Liszt Ferenc Múzeumban (Honfoglalás és régészet. Balassi, Budapest, 1994)**



**Az idén 80 éves a péti Nitrogénművek**



löltek a Scenese, Zynise = ma vas megyei Szenese falu, Zenegetheu, Scenegeteu = Szénegető falu neveket is.

Bármelyik tüzelőanyagot alkalmazták az olvasztáshoz a faluban, viszonylag nagy mennyiségű szén kellett tárolni, mozgatni, ezért nevezhették el a nem szokványos települést Zenes = Szenesnek. Bár a Szénhel alak azt sugallja: elődeink tudtak a felszíni szén előfordulásról. Lehet, hogy használták is azt! Azonban a lignit gyenge minősége, magas kéntartalma miatt nem igazán alkalmas vasgyártáshoz. Rájöttek erre eleink is, ezért nem fejlődött tovább a kohászat még a kézműipar szintjén sem.

Mindenesetre a vasgyártásra utaló régészeti leletek és összecsengésük a települések régi megnevezésével erősítik egymást. Így a korai ipar nem pusztán szórvány leletekre alapozott feltételezés. ●●●

## IRODALOM

- [1] Éri I., Kelemen M., Németh P., Torma I.: Magyarország régészeti topográfiája (Bp. 1969. 2. 49/31, 49/32 és 49/35 fejezet)
- [2] Fejér Gy.: Magyarország egyházi és világi oklevéltára, IX/2, CCCLIX
- [3] 1372. évi okl. in: Fejér Gy.: Magyarország egyházi és világi oklevéltára, IX/4 CCCLXIV



Ménes András

■ SZIE GTK

# Százötven éve született Frederick G. Hopkins

**F**rederick Gowland Hopkins 1861. június 20-án született a sussexi Eastbourne-ben. Apja, Frederick Hopkins nem sokkal a fiú születése után meghalt, megözvegyült anyja visszatért londoni családjához. Hopkins visszahúzódó, magányos gyerek volt, falta a könyveket, rajongott Charles Dickensért. Noha az iskolában nem nagyon tűnt ki, otthon valósággal elbűvölte halott apjának a mikroszkópja. Érdekelték a bogarak; első tudományos cikke, amelyet tizenhét éves korában írt, a pöfögő futrinka önvédelemül kibocsátott lila felhőjével foglalkozott.

Hopkins felsőbb oktatásának útja hosszú és tekervényes volt. Tizenhét éves korában, miután nem arra szánták, hogy egyetemre járjon, nagybátyja elhelyezte a biztosítási szakmában, ahol hat hónapot töltött. Azután három éven át a statisztikai módszereket tanulta, mielőtt a Londoni Egyetemen részidős kémiai oktatáson vehetett volna részt. Amikor egy kisebb örökség lehetővé tette számára a tanulást, orvostudományt kezdett tanulni. 1894-ben kapta meg a diplomáját. 1898-ig egy törvényszéki orvosszakértő asszisztense volt a Guy-kórházban, néhány híresebb gylkossági eset vizsgálatában is részt vett.

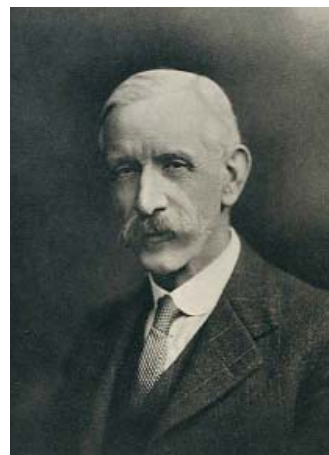
A kórházban Hopkins kifejlesztett egy módszert, amellyel ki tudta mutatni a húgysavat a testnedvekben. Ezt a módszert hamarosan széles körben alkalmazni kezdték a gyógyászatban és a kutatásban. De legfontosabb munkája, amely a fehérjékhez, aminosavakhoz és az enzimek kémiájához kötődött, csupán akkor kezdődött, amikor a Cambridge-i Egyetemre került. 1898-ban ment át Cambridge-be Michael Foster hívására, aki már Charles Sherrington tehetségét is felismerte. Itt végre, csaknem negyvenéves korában, belekezdhetett pályafutása legfontosabb tevékenységébe.

Hopkins a századforduló táján talált rá a vitamin fogalmára. 1900-ban felfedezte a triptofán nevű aminosavat és a triptofánreakciót, és kimutatta a vegyület fontosságát

a táplálkozásban. Akkor, amikor úgy vélték, hogy egyedül a fehérjék érdekesek a táplálkozás szempontjából, Hopkins rájött, hogy a triptofán fontos tápanyag, ezenfelül pedig, hogy az aminosavak határozzák meg az őket tartalmazó különböző fehérjék minőségét. A század első évtizedében kísérleteket vezetett, amelyekből kiderült, hogy az állatok képtelenek megfelelően növekedni, ha, mint Hopkins 1909-ben leszögezte, „úgynevezett szintetikus étrenden tartják őket, tiszta fehérje, zsírok, szénhidrátok és só keverékén”. Ugyanakkor más, a különböző hétköznapi táplálékokban talált anyagok, „ha csak meghökkenően apró adagokban szerepelnek is az étrendben, biztosítják az ilyen mesterséges keverékekben található fehérje és energia felhasználását a növekedéshez”. Azokat az anyagokat, amelyeket Hopkins 1906-ban „kiegészítő élelmiszer-tényezőnek” nevezett, ma vitamin néven ismerjük.

Manapság tizennégy anyagot tekintünk fő vitaminoknak, amelyekről tudható, hogy szükségesek a normális növekedéshez és az egészség megőrzéséhez. Ezek közül az elsőt már 1897-ben felfedezték, de erre csak évek múlva jöttek rá. Christiaan Eijkman felismerte, hogy kísérleti tyúkjai beriberit kapnak, ha csak fényezett rizsszel eteti őket. Az az életfontosságú anyag, amely a mag természetes állapotával elveszett, a tiamin, vagyis a B<sub>1</sub>-vitamin. A különböző vitaminok izolálása évtizedeket vett igénybe. Az E-vitamint például 1922-ben észlelték először, tiszta állapotban 1936-ban állították elő, végül két évvel később elemezték. De valamennyi vitamin alapvető fontossága Hopkins ötletével kezdődött, amely szerint ezek szükségszerű „kiegészítő” tápanyagok. Ezért a munkásságáért 1929-ben Hopkins Eijkmannal megosztva megkapta az orvosi-életteni Nobel-díjat.

Noha Hopkins kísérletező alkat volt, a munka során figyelemre méltó elméletalkotó képességet árult el. A sejtműködés roppant bonyolult folyamatainak megértésé-



hez felismerte az olyan fizikai összefüggések alkalmazásának fontosságát, mint a termodinamika törvényei. Ugyanakkor rájött, hogy a kísérleteket élő szervezetekre kell megterveznie. A sejtkémiát nem lehet megérteni, ha csak a kémcsőben lejátszódó reakciókat vizsgáljuk. „A biokémia dinamikus oldala” című 1913-as előadásában megteremtette azt, amit Neil Morgan úgy hív: „klasszikus megállapítás a biokémiáról mint egységes tudományról, amely az enzimek által közvetített dinamikus anyagcsere tanulmányozásán alapul”.

1914-ben kinevezték a Cambridge-i Egyetem első biokémiai tanszékének élére. Az első világháború idején felismerte, hogy a margarinnal alapvető tápanyagok hiányoznak, ez vezetett az első, vitaminnal dúsított étel előállításához. A háború után folytatta kutatásait, felfedezte a glutationt, egy fontos antioxidánst, amelynek alapvető biokémiai szerepe van a sejtben. A glutation kutatásával sok évet töltött el. Ugyancsak tanulmányozta a tejsav kémiáját, ez az anyag az izomszövet glükózájának mellékterméke.

Egyetlen ember sem mondhatja el magáról, hogy ő alapította meg a biokémiát, de Hopkins volt a kulcsfigurája. Nem csupán az alapvető szabályokat állította fel, hanem tanárként is fontos szerepet játszott. 1921-től 1943-ig volt a Cambridge-i Egyetem biokémia professzora. Számos tanítványa terjesztette eszméit, folytatta munkáját.

Különös módon Hopkins egész életében kételkedett saját szellemi képességeiben. Ez még akkor is kísértette, amikor 1905-ben a Royal Society tagjává választották. 1925-ben lovaggá ütötték, 1926-ban megkapta a nagy elismerést jelentő Copley-érmét, 1929-ben megosztva Nobel-díjban részesült. Jessie Ann Stevenstől három gyermeke született. 1947. május 16-án hunyt el.





Fodor Erika

# Gondolatmorzsák a Sikeres Randevúk Tudományának kapcsán – avagy 2011 a Kémia Éve

## Pikáns témák kémiaórán

Szerencsés vagyok, hogy időm egy részét a legkreatívabb embercsoportban, a gyerekek, diákok, társaságában tölthetem.

Érdekes meglátásaikból, asszociációikból nap mint nap tanulhatok, töltekezhetek. Sajnos, vagy szerencsére, nem vagyok igazi mintatanár. Így egy alkalommal ahelyett, hogy jó pedagógus módjára dicsértem volna, ezt mondtam egy jó eszű, ámde tantárgyamból lusta tanítványomnak: „Szégyen, hogy négy éve tanítalak, és nem tudsz semmit!” „De Tanárnő, én tudom a lényegét!” „Na, halljuk!” – mondtam tanári fensőbbiséggel. „A kémia a Sikeres Randevúk Tudománya” – vágta ki. Meglepődtünk! Gábor elkezdte magyarázni, és az akkori 11. osztály kiegészítette meghökentető felvetését.

Minden randevúhoz legalább két ember kell, de aki még emlékszik – vagy éppen mai szakértője az ilyen találkozásoknak –, az tudja, hogy nem minden randevú sikeres!

Hasonlóképpen, a levegőben az  $O_2$  és  $N_2$  molekulái is szakadatlanul találkoznak, ütköznek, de általában nem történik semmi említésre méltó. Ám ha (és most átme gyünk a „18-as karikába”), megfelelő irányból és megfelelő energiával, történik az ütközés, akkor más minőségű anyag (új kis-ember) keletkezhet.

Ha Ámor nyíla, azaz a levegő esetében villám találja el a szereplőket, az  $O_2$ - és  $N_2$ -molekulákat, akkor az óriási energiaadag hatására bekövetkezik a kémiai reakció, és egy barnás, édeskés szagú, mérgező gáz,  $NO_2$  keletkezik.

Körülöttünk az autók gyertyaszikráinak (minivillámok) mikronnyi, azaz na-

## Szokványos bevezetés egy rendhagyó íráshoz

*Fodor Erikával jó másfél évtizeddel ezelőtt találkoztam először a Sárospataki Diákvegyész Napokon. Azóta számos továbbképzésen, konferencián – itthon és külföldön egyaránt – élveztem előadásait, kísérleti bemutatóit. A kémiatanárok képzésébe elsőként vezettük be az általa továbbfejlesztett és széles körben terjesztett kísérleti technikát, amely – a Viktor Obendrauftól tanult műanyag fecskendő gázkísérletekkel együtt – alapja a Debreceni Egyetemen ma is nagy népszerűségnek örvendő laboratóriumi gyakorlatnak, a Kémiai kísérleteknek. Az általam csak 7K-nak nevezett (Könnyen Kivitelezhető, Költség- és Környezet-Kímélő Kémiai Kísérletek) kísérleti technika megvalósításához kifejlesztett eszközcsomagja számos díjban, elismerésben részesült. És ami még a díjaknál is fontosabb: egyre több tanár használja a kémiaórák színesebbé, izgalmasabbá tétele érdekében.*

*Fodor Erika alapító tagja és első elnöke a Kutató Tanárok Országos Szövetségének. Mindig lenyűgöz az a lelkesedés, ahogyan a kémiáról tud beszélni. Ötletei, gondolatai figyelemre méltóak, még akkor is, ha első látásra-hallásra kissé meghökentőnek tűnnek. Ez az eredetiség, a szokatlan megközelítés jellemzi a következő írását is a Sikeres Randevúk Tudományáról.*

**Tóth Zoltán**

gyon kicsi környezetében tehát keletkeznek különféle nitrogén-oxidok. A sok kicsi sokra megy elve alapján a városokban és az autópályák környékén jelentős mennyiségben gomolyognak ezek a mérgező gázok. A nitrogén-dioxid, a levegő páratartalmával egyesülve, a savas eső egyik kártékony komponensét hozza létre. Furcsa, hogy a levegőszennyezés egyik legarrogánsabb része éppen a levegőből, a levegő alkotórészeiből jön létre, és ehhez sajnálatos módon a megfelelő körülményeket éppen MI, az emberiség teremtettük meg!

Folytatva az analógiát, ha emlékezetes és sikeres randevúinkra visszagondolunk, tudjuk, hogy egy valódi randevúnál csak az a fontos, KIVEL történt, és MI történt, az, hogy hol, másodlagos!

*A reakciók az iskolákban sem csak kémcsövekben stb. képzelhetők el! Bennünk is kémiai reakciók sokasága játszódik le másodpercenként, és már régen rossz, ha csövek lógnak ki belőlünk!*

A pikáns témáról visszatérve a kémiaoktatásra, az iskolai kísérletek esetében sokszor a „hol” kérdése (drága előadók, labor, elszívó, lombikok, kémcsövek stb.) kerül előtérbe ahelyett, hogy magára a sikeres találkozásra, a lejátszható kémiai reakciókra koncentráljunk.

*Van olyan iskola, ahol tízmillióért megtalálható minden, és mégisincs elegendő, alapvetően szükséges saját megfigyelés, tapasztalat, azaz tanulói kísérlet. Ezek nélkül a természettudományokat hatékonyan tanítani nem lehet, de nem is érdemes!*



*Nincs elég lelkes tanár? Van!* Ők erejüket megfeszítve mindent meg is tesznek tanítványaikért, de figyelembe kell venniük, hogy a lombik acetilén-gázzal töltve felrobbanhat, a forró folyadék kibugyoghat a kémcsőből, a gyerek meg gyerekből van, tehát nem minden pillanatában „működik” fegyelmezetten, felelősségteljesen.

Az izgalmas, pukkanó, színesen gőzöl-gő, tehát érdeklődést felkeltő tanulói kísérletek elmaradásának oka, országos tapasztalataim szerint, elsősorban nem a pénz (előadó, eszköz, vegyszer, laboráns...), hanem az IDŐ, és a reális BALESETVESZÉLY.

Az alkímisták eszközeiből kinőtt hagyományos edények, a Bunsen-égő stb., többnyire alkalmatlanok arra (előkészítés, mosogatás macerája, sok vegyszer és a már említett veszély), hogy velük minden egyes óránkon, vagy legalábbis nagyon gyakran a diákokkal izgalmas kísérleteket végezzünk.

*Marad tehát a virtuális bemutatás.* A számítógép, az interaktív tábla ezer dologban segíti, segítheti az oktatást, de az élő tanulói megfigyelést (okozója vagyok az eseményeknek, beavatkozhatok, látom, érzem a színeket, szagokat, a padszomszédoknak más a megfigyelése stb.), röviden az élményt, a személyességet, soha nem pótolja!

Nem mindegy, hogy Laci bácsi a tv-ben főz, vagy előttünk párolog a frissen készült étel, nem mindegy, hogy ismerősünkkel skype-olunk, vagy mellettünk van a szobában.

Nekünk, tanároknak, tanítóknak az osztálytermekben tehát az a feladatunk, hogy szegény, valódi találkozássra, azaz *kémiai reakcióra* vágyó, apró szereplőinknek (az atomoknak, ionoknak, molekuláknak) a *megfelelő helyszínt* (bocsánat, a kéglit) biztosítsuk.

### Jó sok, sarlatánok, lúgosítás és a többiek

A gyerekek kezére, órai szituációra megtalált, kitalált, csináltatott, ráadásul olcsó „kütyük” segítségével, a szokatlan körülmények miatt, az anyagok a megszokottól eltérő más arcukat, tulajdonságaikat is megmutatják. Például mindenki láthatja, hogy a jód egy része, bizony, megolvad, és csöpög, HIÁBA ÁLLÍTJA MINDEN TAN-KÖNYV, hogy *kihagyja a folyadék* halmazállapotot és elgőzölög, azaz szublimál! Az új módszerrel bőven van lehetőség kisebb-nagyobb felfedezésekre, kutakodásra.

Ha már letérünk a hagyományos útról, és szokatlan, de praktikus eszközökkel za-

varjuk meg a tanulói kísérletezés állóvívét, akkor ne elégedjünk meg azzal, hogy CSAK szemléltetjük a tankönyvet, azaz megelevenítünk egy egyenletet (ilyen volt, ilyen lesz).

Használjuk tanítványaink és a magunk fantáziáját, találjunk ki új kísérleteket, vagy adaptáljuk a régiéket, erre az új, hatékony, vegyszer- és energiatakarékos módszerre. Jó játék!

A kísérletek, a csekély anyagmennyiségek (pár csepp, ill. mákszemnyi) a gyors előkészítés és végrehajtás miatt egy tanórán belül is többször ismételhetők. Így minden részlet alaposan megfigyelhető, kiélvezhető. Például a kalcium reakciója vízzel túl heves, buborékolás a kémcsőben, ezért nagyon veszélyes. Előfordulhat, hogy a forró lúg a gyerek kezére, ne adj isten, szemébe kerül, és az így kialakult pánikban már bármi bekövetkezhet! Az új módszerrel ez a kísérlet nemcsak gyors és balesetveszély-mentes, hanem számos, a természettudományos szemléletet is kialakító megfigyelés tehető, például *gőz* keletkezik, vagy ahogy általában mondják, *füst*. Mi az egyik? Mi a másik? A kísérletezők generálják a kérdéseket. HOGYAN, és mivel lehetne eldönteni? Érdekes, hogy elég kevesen jönnek rá a megoldásra. A reakciótér – hőálló síklap – fölé tartva egy főzőpoharat vagy óraüveget, más esetben a kezünket, láthatjuk, illetve érezhetjük a lecsapódó, majd elillanó gőzt. Ha indikátorokat is használtunk, akkor már az első óráinkon is láthatják, hogy a *kémia milyen színes tudomány!* (A fehér síklapon, amin dolgoznak, ott lesz előttük az univerzál indikátor oldatának *zöld*, illetve a kalcium-hidroxid miatt *kékes* színe. Egy másik  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  csapadékkupackára fenolftaleint csepegtetve egy diákom így kiáltott fel: „Mint a tejszínhabos málna!”)

A meglepő, egyszerűen létrehozható gyors látványok végre lehetőséget adnak arra is (több iskolában már megteszik), hogy az *alsó tagozatosok is közvetlenül ámulhassanak* az anyag változásain. „Lilával, barnán rajzoltam”. (Jódgőzők a papíron.) Nyomozhatnak egy gyilkos gáz után (szén-dioxid), közben lassan kialakulhatnak bennük a természettudományos gondolkodásmód alapjai. *Nem kémiát tanulnak, játszanak, és együtt gondolkodnak!* Nincs akadálya, hogy mindezt néha napközis foglalkozásokon is megtegyük (pl. hideg, esős időben, labdázás helyett).

*Feltétlenül szükséges lenne, hogy már az alsó tagozatban is* (és bizony az óvodákban is) legyenek olyan életkornak megfelelő közös megfigyelések, miniprojektek,

nyomozások, amelyek – a biológia mellett – a kémia, illetve a fizika jellegzetes gondolkodásmódját megalapozzák. Használjuk ki, hogy a gyerekek amúgy is éppen a „miért” korszakukat élik. Az idegen nyelveket is korán érdemes – megfelelő pedagógiai módszerrel – kezdeni, hiszen a helyes kiejtést később megtanulni már majdnem lehetetlen. Hasonlóképpen, a természettudományos tantárgyak megalapozását, az ilyen gondolkodásmód kialakításának csíráit itt lehet és kellene is kezdeni. Szerencsére – ezt továbbképzések is bizonyítják –, a tanítónők egy része érdeklődő és fogékony erre.



### Élménypedagógia?

*A Legyél Te is Felfedező módszer* már bekerült két egyetem tanárképzési programjába, a hozzá tartozó, *Hundidac Nagydíjjal és Magyar Innováció Díjjal* kitüntetett készletet pedig közel kétszáz általános és középiskola használja sikerrel ország-szerte.

Törekvésem, hogy „kistestvére”, az alsó tagozatosok számára készített, minikutakodásra serkentő módszer és egyszerű eszközkészlete a mainál több tanítónak és kisdiaáknak okozzon élményt. *Ha eszük ke-rekét, törés nélkül, folyamatosan ebben az irányban is forgatnák, akkor valószínű, nagyobb elfogadottsága lenne a kémia tantárgynak a felső tagozatban, és később a pályaválasztásban is.*

*Az iskolai kémiaoktatás egyik legfontosabb célja, hogy a tények tisztelétére neveljen, növelje a megfigyelőképességet, nyomozásra, azaz oksági összefüggések keresésére sarkalljon nap mint nap, nemcsak az iskolában, hanem az élet minden területén.*

*Megjegyzem, valódi környezettudatos viselkedést kialakítani biztos kémiai, fizi-*



*kai alapok nélkül nem lehet.* (Téveszmékkel, akaratlan vagy tudatos meg tévesztéssel ezen a téren is számtalanszor találkozhatunk.)

Ha a természettudományos szemléletet, világlátást tanítványaink többségében ki tudnánk alakítani a minimális, de biztos anyagismeret (pl. hypo, CO, benzin stb.) mellett, akkor a jószok és pi-vizesek, lúgosítók stb. árusítóira és egyéb sarlatánokra, bizony, rossz világ jönne!

*A tudás védelem, a kíváncsiság meg hájtóerő,* hogy újabb és újabb tudást szerezzünk meg.

Az a diák, aki maga vizsgálja a csapvíz kémhatását, és tapasztalja, hogy az a benne lévő ásványi sók egy részétől gyengén lúgos, talán nem dől be az ezzel kapcsolatos, divatos humbugoknak. Ha sok vizet iszunk, akkor egyszerre lúgosítunk, illetve mérgeztelenítünk. Karinty nyomán mondhatom, a családjában mindenki *született mérgeztelenítő*, hiszen rendszeresen ürítjük folyékony és szilárd formában a számunkra káros anyagokat, és néha még a bőrünkön keresztül is távoznak mérgek!

### Kísérletek estélyi ruhában?

Tanúja lehettem, amikor az új módszerrel és annak praktikus eszközeivel (*Te is lehetsz nyomozó foglalkoztató doboz*) egy nagycsoportos óvodás játszik, „varázsol”, káposztalével színezi. Máskor *egy alsós számol be otthoni méréseiről*, amivel megállapította, melyik gyümölcsben van több C-vitamin, a kiviben, vagy az almában. A kísérletezéshez használt szokatlan, de célszerű eszközök, a módszer, nem csak az általános iskolákban használhatók. *Kitűnőre vizsgáztak, az emelt szintű kémia érettségien is!* Ezzel a módszerrel ugyanis azok a kísérletek is elvégezhetőek, amelyek eddig veszélyességük miatt tiltva voltak, és a diák a vizsgán csak emlékezetből számolhatott be róluk (pl. a robbanásból pukkanással szelídített acetilén égéséről). Az iskolai tanórákon, ahol minden diák részt vesz, Dávid, az új módszer legyőzte, legyőzi Góliátot, mert sok esetben nemcsak egyszerűbb, látványosabb, hanem olcsóbb, és környezetkímélőbb is. Természetesen vannak olyan kísérletek, amelyekhez hagyományos eszközöket kell használni, de ott is törekedni lehet az egyszerűsítésre.

A konyhában is más eszközökkel, gyorsabban készítjük az ételt, mint ötven éve.

Nem felejtjük, hogy nem a kicsi vagy a nagy, a hagyományos vagy a szokatlan a lényeg, hanem hogy mindig azt az eszközt, módszert használjuk, amivel a leg-

egyszerűbben, leghatékonyabban tudjuk bemutatni az adott folyamatot. (Fél mászemnyi kén égetéséhez elég lehet egy hajcsipesz, de a Boltzmann-állandó meghatározásához egy ötliteres gömblobbik szükséges.)

Érdemes alkalmat adnunk arra, hogy kisebb vagy nagyobb diákjaink megcsillogtassák humorukat, fantáziájukat egy-egy kísérlettel, jelenséggel, fogalommal kapcsolatban. Asszociációs képességük nem ismer határokat. *„Tűzből vizet csinálunk”* – a hidrogéntartalmú anyagok, pl. benzin, földgáz, etilalkohol, fa stb. égésekor vízpara keletkezik. *„Sok lúd dísznót győz”* – a másodlagos kötések kialakulása okozza együttes erővel az elsődleges kötés felbontását (pl. sók oldódása vízben, hidratáció, majd az azt követő disszociáció). *„Kalandok a tiltott zónák körül”* – ilyen szemléletesen összegezte az atomok elektronszerkezetével foglalkozó fejezetet az egyik legokosabb tanítványom. (Tiltott zóna: csomófelületek.) Aki ilyen címetek tud adni, az látja, felismerte a lényegét. Érdemes tanulni tőlük!

Nemrég, a Kémia Éve alkalmából, a sájtóbálon *„Mikromágiát”* játszottam (azaz estélyi ruhában kísérleteztetem, kísérleteztetem) az arra fogékonyakkal. Mostanában, a Közlekedési Múzeumban 6–10 éveseknek is tartok workshopot, vagy bárkinek, aki arra jár, illetve idősebbeknek rendhagyó, interaktív kémiaórát. Hiszen az eszközök könnyen szállíthatók, a módszer oly egyszerű, hogy azzal bárhol, jóformán mindenki korhatár nélkül élvezheti a meglepő jelenségeket, és ha kedve van, életkorának, érdeklődésének, előképzettségének megfelelően *elgondolkodhat a tapasztalaton, keresheti a miérteket, azaz átélheti a kutatás élményét* is.

Az elmúlt 10 évben továbbképzések tucatjain, nemzetközi konferenciákon tanárkollégák fedezték fel a maguk számára ezt a hatékony módszert, de eljutottam vele óvodásokhoz, tanítónőkhöz, óvónőkhöz is. A legizgalmasabb az, amikor egy-egy iskolánapon vagy a Csodák Palotájában számomra ismeretlen diákokkal dolgozhatok. Bárhova mentem az időközben változó, *technikájában egyszerűsödő, látványosságában növekvő jelenségeimmel, mindig sikerült érdeklődő szemeket, figyelmet keltetni.* Ami számomra is meglepő, minden korosztály, előképzettségre való tekintet nélkül (nyugdíjasklub vagy kiállítások látogatói, újságírók, vegyészek, fizikusok, akadémikusok egy tanszéki teán, vagy büfés néni, óvodás, stb.) *nemcsak élvezzi a manualitást, a meglepő jelenségeket, ha-*

*nem talál a maga szintjén problémákat, gondolkodnivalókat.*

Kell ennél nagyobb mákony egy tanárnak ahhoz, hogy próbálja még használhatóbbá, sokoldalúbbá tenni a módszert?

### Hol, mikor rontjuk el?

Nagyon örülök, hogy azt, amiért néhány éve még sokunkat kinevettek, játéknak degradálva a kémiai témájú vers-, mese- és krimiírást, a diákok egymásnak feltett tréfás találós kérdéseit, a szerepjátékokat, az egyszerű, gyors, látványos, szellemi aktivitást inspiráló kísérleteket stb., ma már *követendő élménypedagógiának, ajánlott IBST módszereknek nevezik!*

Néze a csillogó gyerekszemeket, az érdeklődő felnőtteket a bálon, mindig eszembe jut, *hol, mikor rontjuk el?* A gyerekekben meglévő kíváncsiság, nyitottság a kémiaórákon miért torkollik gyakran közömbösségbe, szabályok felmondásába?

Talán egy nem egészen elcsépelet gondolat: *„játszani is engedj szép, komoly fiadat!”*, írta a költő, és bizony ez a gondolat megfontolandó, ha a természettudományos nevelésünk, oktatásunk mai helyzetére, problémáira gondolunk.

### A hat fiatalnak, aki idén Magyarországon a kémia tanári pályát választotta

Hajdan volt professzoraimnak, Marx Györgynek és Kajtár Mártonnak köszönhetem – többek között –, hogy évtizedekkel ezelőtt megismerkedhettem a felfedezésalapú tanítással (azzal is, mikor alkalmazható, és mikor nem). Idejekorán megértettem, hogy ha a mindenkor hallgatóság szája íze szerint hasonlatokkal, egyéniségünket sem elrejtve, humorosan beszélünk valamiről, az még tudományos maradhat, esetleg még érteni, netán kedvelni is fogják a témát.

Hálás vagyok régi munkatársamnak, Szántay Juditnak is, akinek ötlete egyik kiindulópontját adta a szokatlan eszközökkel történő kísérletezésnek.

*A legtöbbet mégis a tanítványaimtól, illetve az oktatókól a számomra idegen diákoktól, gyerekektől kaptam és kapom, akik a „munkatársaim” egy tanítási órán, vagy egy workshopon, egy kiállításon, a Csodák Palotájában, bárhol. Az ő szellemi munkájuk, sziporkázásuk, számomra nap mint nap bizonyítja, hogy tanárnak, sőt kémia tanárnak lenni nemcsak érdemes, hanem nagyon jó is! Hogy miért, az kiolvasható az órákon a diákok szeméből, és talán ebből a cikkből is...*





**CENTENÁRIUM**

Theodore William Richards:  
Faraday Lecture  
– The Fundamental Properties  
of the Elements  
*Science*, Vol. 34, pp. 537–550.  
(1911. október 27.)

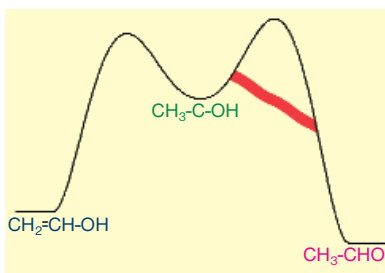
Theodore William Richards (1868–1928) 1914-ben, az amerikai tudósok között elsőként kapott kémiai Nobel-díjat számos kémiai elem atomsúlyának pontos meghatározásáért. A 19. század utolsó évtizedében Wilhelm Ostwald és Walther Nernst laboratóriumában is dolgozott, majd a Harvard Egyetem tanára lett. Frederick Soddytól függetlenül felfedezte az izotópok létezését.

**APRÓSÁG**

Az amerikai ötcentes érmében lévő fémek (3,75 g réz és 1,25 g nikkel) világcpi értéke 2006 óta meghaladja az öt centet.



**Váratlan alagúthatás**



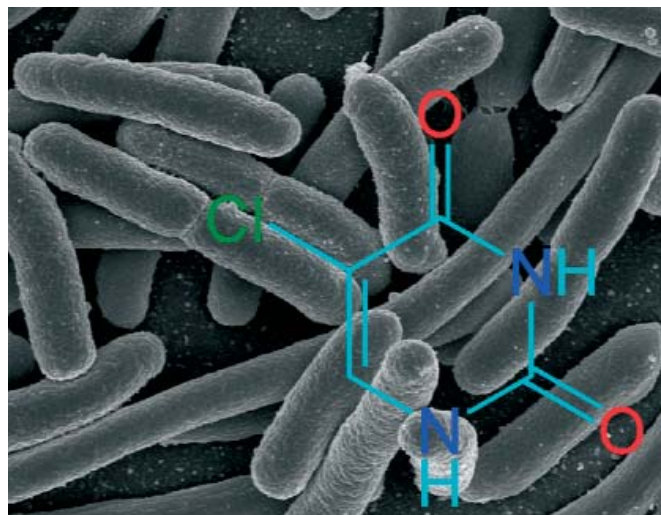
Az elméleti kémiában az átmeneti állapotok elméletét és az ebben használt potenciális energiafelületek hasznát annyira magától értetődőnek tartják, hogy a mögöttük lévő feltevések érvényességével gyakran nem is foglalkoznak. A potenciális energiafelületek számításánál ugyanis általánosan bevett szokás a Born–Oppenheimer-közelítést használni, amely az atommagokat nyugalomban lévőnek tekinti az elektronenergia számolásánál. Egy nemrégiben publikált munka éppen erre a hiányosságra hívja fel a figyelmet: a metilhidroxikarbén (CH<sub>3</sub>-C-OH) lehetséges reakcióit vizsgálták 11 K hőmérsékleten elméleti és kísérleti módszerekkel. A metilhidroxikarbén acetaldehiddé alakulásának számolt aktiválási szabadentalpiája 117 kJ/mol, a vinil-alkoholá alakulása pedig 95 kJ/mol. Ennek ellenére a kísérletekben csak acetaldehid képződését tapasztalták 66 perces felezési idővel. A jelenség magyarázata a kvantummechanikai alagúthatás, de ezt pusztán a hagyományos módon meghatározott energiafelületből nem lehet megjósolni.

*Science* 332, 1300 (2011).

**Géntechnológiai klórozás**

A közelmúltban az *Escherichia coli* baktérium egy olyan új törzsét sikerült előállítani, amelynek DNS-ében az egyik nukleinbázis klórt is tartalmaz. A mikroorganizmust rendszeresen változtatott összetételű táptalajokon tenyésztve sikerült elérni, hogy sok generáció után olyan egyedek jelenjenek meg, amelyek DNS-ében a timint klórracil helyettesíti. Ez az eljárás a géntechnológia társadalmi elfogadottságát is javíthatja, mert a klórtartalmú nukleinbázist tartalmazó baktérium nem képes a természetben élőkkal géneket cserélni, így a klór révén egyfajta genetikai tűzfalat tartalmaz.

*Angew. Chem., Int. Ed.* 50, 7109. (2011)



**Védőoltások új fényben**

A szoláriumok ellenzői újabb elrettentő okot írhatnak fel a listájukra: az ultraibolya (UV) sugárzás negatív hatással lehet a védőoltások hatékonyságára. A bőrben lévő egyes anyagok – például a DNS vagy az urokánsav (3-imidazol-4-il-akrilsav) – fotoreakciók során immunválaszt szabályozó vegyületeket képeznek, amelyek általában csökkentik a különböző antigének által kiváltott immunreakciót. Ennek következménye az, amint számos állatkísérletben bizonyították, hogy a bőrt közvetlenül a védőoltások beadása után érő UV-sugárzás jelentősen csökkenti az oltás hatását. Ezt a következtetést néhány, embereken végzett megfigyelés elemzése is alátámasztja. Ugyanakkor az UV-sugárzástól való teljes elzárkózás sem tanácsos, hiszen ennek nagy szerepe van a D-vitamin keletkezésében.

*Photochem. Photobiol. Sci.* 10, 1267 (2011)

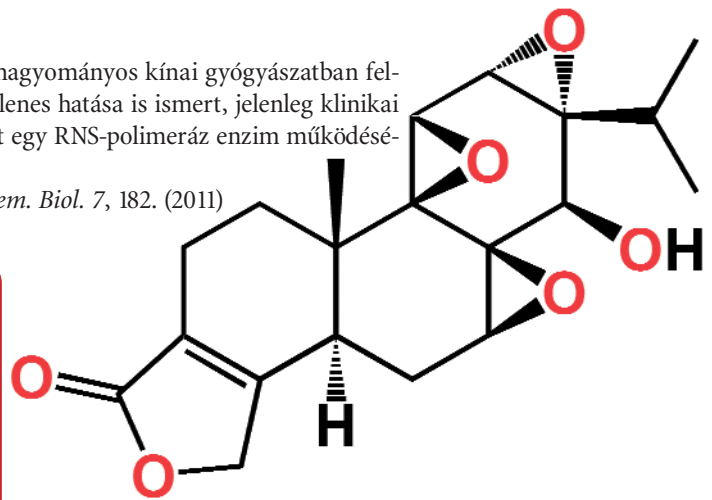
Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: [lenteg@dragon.klte.hu](mailto:lenteg@dragon.klte.hu).



## A HÓNAP MOLEKULÁJA

A triptolid ( $C_{20}H_{24}O_6$ ) a *lei gong teng* nevű fában előforduló, a hagyományos kínai gyógyászatban felhasznált vegyület. Gyulladásellenes, fogamzásgátló és daganatellenes hatása is ismert, jelenleg klinikai tesztek végéig vele. Feltételezett hatásmechanizmusa szerint egy RNS-polimeráz enzim működéséhez szükséges transzkripció faktorhoz kötődik.

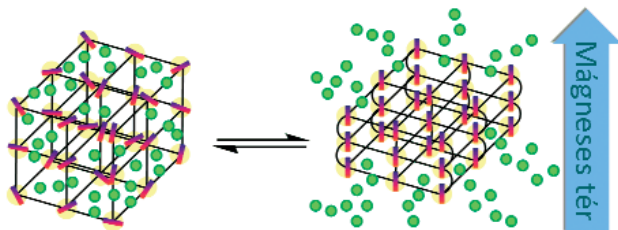
*Nat. Chem. Biol.* 7, 182. (2011)



## Mágnesszivacs

Japán és szingapúri kutatók egy olyan szivacsot fejlesztettek ki, ami mágneses tér hatására képes „kicsavarni magát”. A szerkezetet kobalt-palládium ötvözetből álló, három nanométeres mágnesek hálózata alkotja, amelyeket alkil-láncok kötnék össze. A nanomágnesek nyugalmi állapotban egymástól viszonylag távol helyezkednek el, mágneses tér hatására azonban a tér irányában „összemennek”. Az új eszköz segítségével lehetővé válik különféle gyógyszerhatóanyagok célszervekhez való igen pontos eljuttatása, majd szabályozott adagolása.

*J. Am. Chem. Soc.* 133, 11470. (2011)



## Kábító só

Ausztrál és amerikai kutatók rájöttek, miért is szeretjük annyira a sós ételeket. Eddig a tudomány csak annyit tudott, hogy a viszonylag nagy mennyiségű só fogyasztására képes állatokat általában kevésbé veszélyeztetik a különféle ragadozók. A közelmúltban végzett kutatások azonban azt is megállapították, hogy a só az agyban található hipotalamusz sejtjeiben aktiváló hatással van egyes génekre – ugyanazokra, amelyeket a különféle ópiátok vagy a kokain is befolyásolják. Ezek az eredmények azt is előre vetítik, hogy az erre fogékony egyéneknél a túlzottan sós ételek akár egyfajta kényszer-evést is kialakíthatnak.

*Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 108, 12509. (2011)



## TÚL A KÉMIAŊ

### Gallok, varázsital és agysebészet

Asterix a jelek szerint mélyen belopta magát az agysebészek szívébe. Egy közelmúltban publikált tudományos közlemény 34 képregényben vizsgálta meg a rajzolt figurák fejsérüléseit. Összesen 704 alkalommal azonosítottak súlyos agysérülést, amelyet az

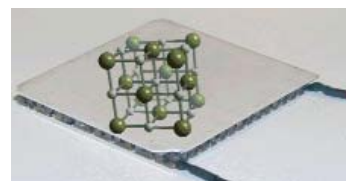


esetek 98,8%-ban a fejet ért szándékos ütés okozott. Ilyesmire általában csak a gallok képesek, és ők is kizárólag a varázsital pozitív hatása részben bizonyára az ütött személyre is áterjed, mert egyetlen sérülés sem volt halálos, és maradó egészségkárosodásnak sem láthatunk nyomát. Az áldozatok túlnyomó többsége felnőtt férfi volt, 63,9%-ban római. A sérültek az esetek 70,5%-ában viseltek sisakot, ezt az ütés következményeként 87,7%-os valószínűséggel veszítették el. A sérülések részletes statisztikai elemzése is elkészült, noha a szerzők arról mélyen hallgattak, hogy milyen módon is szolgálja ez az orvostudomány fejlődését.

*Acta Neurochir.* 153, 1351. (2011)

### Dópolt termoelektromosság

A termoelektromos anyagok alkalmasak arra, hogy hőből közvetlenül elektromos áramot állítsanak elő. A jelenleg legjobban ismert ilyen anyag a PbTe,



de a mindennapi életben való felhasználáshoz ez nem elég hatékony. Amerikai kutatók nátriumot és szelént használtak szelektív dópolásához, és így a  $Pb_{0,98}Na_{0,02}Te_{1-x}Se_x$  típusú vegyületekkel a termoelektromos hatékonyság igen jelentős növekedését érték el. Az ilyen anyagoknak a jövőben nagy szerepük lehet a hulladékhő hasznosításánál, például a járművek kipufogógázaiban.

*Nature* 473, 66. (2011)



## TUDOMÁNYOS ÉLET

## 43. Kémikus Világkongresszus

## Puerto Rico

2011. július 30. és augusztus 6. között, a legnagyobb nemzetközi kémikusszervezet, az IUPAC éves közgyűlésével egybekötve, Puerto Ricóban rendezték meg a 43. Kémikus Világkongresszust (World Chemistry Congress). A konferencián több mint 2000 kémikus vett részt, közel 50 különböző országból. Hét Nobel-díjas tudós (Aaron Ciechanover, Richard R. Ernst, Robert H. Grubbs, Ronald Hoffmann, Mario J. Molina, Richard R. Schrock, Ada E. Yonath) részvételével és előadásával emelte a rendezvény színvonalát. A plenáris előadások mellett számtalan szóbeli és poszterszekció adta a tudományos program gerincét. A szekciók – néhány klaszikus szintetikus területen kívül – meglehetősen multi- és interdiszciplinárisak voltak, és olyan, napjainkban komoly kihívást jelentő témák köré csoportosultak, mint például az alternatív energiák, az anyagtudomány, a környezeti kémia, az élet kémiája, vagy a kémiaoktatás.

A konferencia a Kémia Nemzetközi Évének (IYC2011) központi rendezvénye volt, ennek megfelelően a tudományos programon túl számos más szakmai, tudománypolitikai és egyéb ese-

ményt is szerveztek, melyek mind azt vizsgálták, tárgyalták, hogy a kémia hogyan tud hozzájárulni a nagy társadalmi kihívások megoldásához. Ezek közül különösen fontosnak tartom megemlíteni a World Chemistry Leadership Meetinget, melynek legfőbb célja az volt, hogy az egyetemi, ipari, kormányzati szférából jövő résztvevők osszák meg gondolataikat egymással arról, miként tud a kémia hozzájárulni a fenntartható fejlődés elősegítéséhez. Szintén érdekesnek láttam az egész napos innovációs szekciót, amely a kémia területén született tudományos eredmények gyakorlatba való átültetésével és üzletté tételével, azaz az innovációval foglalkozott. Ennek keretében találkozhattunk és kötetlen hangnembben beszélhettünk sikeres spin-off és start-up vállalatok vezetőivel, egyetemi technológiatranszferrel foglalkozó szakemberekkel és befektetőkkel egyaránt.

Az MKE tagjaiként különösen büszkéek lehetünk arra, hogy a konferencia helyszínének központi területén helyezték el a „Technológia mérőöldkövei kémikus szemmel” című poszterkiállítást angol és spanyol nyelven. A kiállításnak szemmel láthatóan nagy sikere volt, és mint a projekt ötletgazdája, Pavláth Attila (ACS-elnök, 2001) elmondta, már 24 nyelven érhető el a kiállítás (további 9 nyelvre való átültetés folyamatban van), melynek tartalmilag és formailag egyaránt megújított változata Németh Veronika és Rideg Nóra (SZTE TTIK) munkáját dicséri. **Janáky Csaba**



Az IUPAC 43. kongresszusán, a Kémia Nemzetközi Éve rendezvényekhez kapcsolódóan 23 kémikusnőt a „Distinguished woman in chemistry/chemistry engineering” címmel tüntettek ki. A díjazottak között volt a Nobel-díjas Ada E. Yonath (Izrael); Thaiföld tudós királyi hercegnője, Princess Chulabhorn Mahidol; Nancy B. Jackson, az ACS elnöke és Nicole Moreau, az IUPAC elnöke. Négy amerikai, két német, két angol és két magyar kutatónőt díjaztak – **Hargittai Magdolnát** és **Tóth Klárát** –, a többiek mind más-más országban dolgoznak. Ily módon Magyarország ugyancsak jelentősen volt reprezentálva. A két magyar díjazott közül Tóth Klára professzor asszony személyesen is jelen volt a díjátadáskor. Természetesen Hargittai Magdolna professzor asszony laudációja is elhangzott vetített képe előtt. Gratulálunk a díjazottaknak!

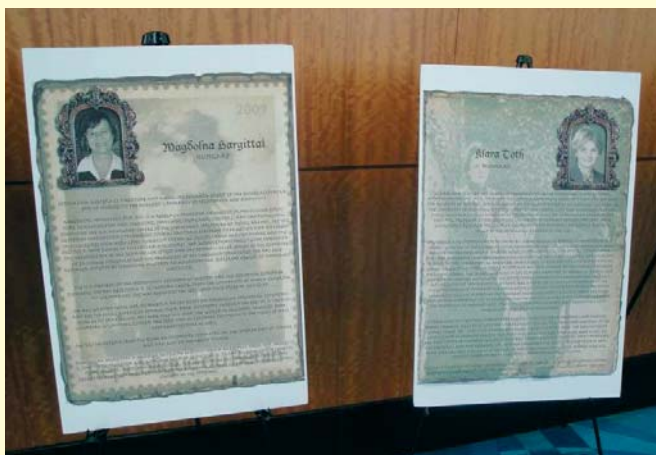
**Blaskó Gábor**

## Beszélgetés Tóth Klárával – Puerto Ricóban

– *Miként került kapcsolatba a kémiával, hogyan indult a pályafutása?*

– A középiskola, ahol tanultam, a szentendrei Ferences Gimnázium volt. Kitűnő tanárain fordították érdeklődésemet a természettudományok irányába és az ember, emberi értékek megbecsülésére, ezért döntöttem úgy, hogy gyógyszerész szeretnék lenni. A Budapesti Orvostudományi Egyetemre (ma Semmelweis Egyetem) felvételiztem, és mint gyógyszerészhallgató az ELTE-n a Schulek-intézetben tanultam kémiát, fakultatívan hallgatva Pungor Ernő professzor úr előadásait, a modern műszeres analitika témakörében. Az ő kötetlen és érdekfeszítő előadásai keltették fel az érdeklődésem az analitika kémia és annak akkor még új tudományterülete iránt.

**Hargittai Magdolna** kutatóprofesszor, az MTA–BME Anyagszerkezeti és Modellezési Kutatócsoport tagja. Kutatási területe a molekuláris szerkezetkutatás és modellezés, különös tekintettel a fém-halogenidek vizsgálatára. Fontos eredményei közé tartozik a Jahn–Teller-effektus gázfázisú molekulák geometriájára gyakorolt hatásának kísérleti igazolása. Széchenyi-díjas akadémikus, az Észak-karolinai Egyetem díszdoktora, az Európai Akadémia tagja. Férjével, Hargittai Istvánnal tucatnyi könyvet írtak a molekulászerkezetről és a szimmetriáról. A *Szimmetria – egy kémikus szemével* című könyvet világszerte sikerrel használják a szimmetria oktatásában.



**Tóth Klára** az MTA–BME Műszaki Analitikai Kémiai Kutatócsoport kutatóprofesszora. A különféle kémiai érzékelők, szenzorok elismert szakértője, különös tekintettel az ionszelektív elektródokra. Munkájában sikerrel ötvözte a felfedező kutatást, a gyártási technológiát és a műszaki elemeket. Számos új, diagnosztikai és környezeti szempontból fontos elektrokémiai és optikai szenzor kifejlesztése fűződik nevéhez. Fontos eredményeket ért el a pásztázó elektro-

kémiai mikroszkópia (SECM) területén. Széchenyi-díjas akadémikus, az Åbo Akademi díszdoktora, az egyik legidézettebb magyar kémikus.





– *Hogyan lett elektrokémikus, mikor kezdett el ionszelektív elektródokkal foglalkozni?*

– Rögtön a diplomám megszerzése után, 1962-ben, Pungor Ernő professzor úr meghívására kerültem a Veszprémi Vegyipari Egyetem Analitikai Kémia Tanszékére, mint tanársegéd. Szerencsém volt, mert kiváló tudományos iskolába kerültem, mely meghatározta további szakmai utamat. Itt először lángfotometriával foglalkoztam, majd ezt követően kapcsolódtam be az ionszelektív elektródok kutatásába, melyet Pungor Ernő az 50-es évek végén indított el. Ezek az elektródok akkoriban paraffin-mátrixban immobilizált szervesen csapadék-alapú elektródokat jelentettek. Ez a rendkívül új irány lett a doktori témám is, különösen az anion szelektív elektródokra koncentrálni. Célunk volt, az elektródok skálájának a növelése mellett, hogy kiváltsuk a nehezen kezelhető, sérülékeny paraffinmátrixot felhasználóbarát, könnyen kezelhető és megbízható membránnal. Kiváló vegyész-kollégákkal együttműködve (Havas Jenő és Madarász Géza) ez sikerült is, és kidolgoztuk a hidegen vulkanizálható szilikongumi-alapú, már ipari gyártásra is alkalmas ionszelektív elektródokat. Ezen elektródok jelentős részéből, a világon elsőként, termék lett a Radelkis elektrokémiai vállalatnál.

– *Többször volt hosszabb ideig külföldön; mi volt a legfontosabb ezekben az utakban?*

– Egy IUPAC konferencián kaptam meghívást a Birminghami Egyetemre, a mikroanalitika terén világhírű Ronald Belcher professzor tanszékére, ahol 2 évet (1964–1966) töltöttem kutatással. Az itteni munka során ivóvíz fluoridion-tartalmának a meghatározására dolgoztam ki elektroanalitikai módszert, mely felkeltette az amerikai Orion Research cég érdeklődését is. A birminghami évek úgy szakmai, mint emberi szempontból sokat jelentettek számomra. Sokat fejlődött természettudományos gondolkodásom, nőtt mikroanalitikai tudásom, kutatási önállóságom és bővültek szakmai kapcsolataim. Jóval később a világhírű Allen Bard professzorral (University of Texas, Austin) és a Nagy Géza professzorral való texasi közös munka során a potenciometriás elektródok miniaturizálása és pásztázó elektrokémiai mikroszkóp fejlesztése terén tettem szert új ismeretekre. Eredmény továbbá, hogy a mikroszkópos technika hazai fejlesztését megalapoztuk.

– *Munkássága legnagyobb részt a BME-hez kötődik, a mai napig ott dolgozik...*

– Igen, 1970-óta dolgozom a BME-n, ahol – miután a csapadék-elektrod téma „kimerült” – fokozatosan az ionoforalapú folyadékmembrán elektródok kutatására helyeztük a hangsúlyt. Ez a váltás azonban azért lett sikeres, mert a BME Szerves Kémiai Technológia Tanszék munkatársaiban (Tóke László, Bitter István és Ágai Béla professzorok) az ionoforok szintézisében tapasztalt, ideális együttműködő partnert találtunk. Fontos hangsúlyoznom a csapatmunka szerepét, mert ennek köszönhető, hogy sokszor egészen az alapoktól sikeresen eljutottunk a termékig. Másrészt a tanszék filozófiájából adódóan számos nemzetközi együttműködésben vettünk részt, főleg az Egyesült Államokban működő intézetekben, egyetemeken működő kutatócsoportokkal. Ma-napság annak örülök a legjobban, hogy van tudományos utánpótlás, megmarad a téma a Műegyetemen. A legnagyobb öröm a munkámban az volt, hogy átadhattam az ismereteket, és elülthettem a hallgatókban a kutatás szeretetét.

A kitüntetés nagy megtiszteltetés számomra, mely kiváló munkatársaim hozzájárulását is dicséri.

– *Köszönöm a beszélgetést, és még egyszer gratulálok az elismeréshez!*

**Janáky Csaba**

## 16<sup>th</sup> International Symposium on Silicon Chemistry

2011. augusztus 14–18. Hamilton, Kanada

A BME Szervesen és Analitikai Kémia tanszékén Veszprémi Tamás egyetemi tanár vezetésével évek óta nemzetközileg elismert kutatómunka folyik a karbén, szililén és germilén elméleti vizsgálata terén. A vizsgált molekulák különlegessége, hogy a központi atom a megszokott négy helyett mindössze két kötést alakít ki. Ezek a vegyületek nagyon reaktívak, ezért sokáig csak mint reakciók instabil köztitermékeit ismerték őket. A 90-es évek elején azonban sikerült előállítani szobahőmérsékleten stabil karbén és szililén.

A kutatócsoport a 2011-ben tizenhatodik alkalommal megrendezett International Symposium on Silicon Chemistry (ISOS) konferenciára egy előadással és két poszterrel készült. Végül azonban a szervezők felkérésére én is tarthattam egy előadást, melyben legújabb eredményeimet mutattam be.



A konferencián a szilíciumkémia legkülönbözőbb területein kutató csoportok képviseltették magukat, így a két vegyértékű szilíciumvegyületek mellett a funkcionális szilíciumvegyületektől kezdve az átmenetifém katalizátorokon át a szilícium-nanostruktúrákig mindenféle területről hallhattunk előadásokat. Kutatási területünk nagynevű szintetikus vegyészei, Robert West és Matthias Driess előadásaikkal és rövid beszélgetéseink során új irányvonalakat vázoltak fel a csoport jövőbeli munkájához. A konferencia utolsó napján adták át a poszterdíjakat, nagy örömmre „Mechanisms of Insertion Reactions of Silylenes” c. poszteremmel én is díjat kaptam.

Sok élménnyel és szakmai tapasztalattal lettem gazdagabb ezen a konferencián. Ezúton szeretném megköszönni az MKE támogatását, mellyel nagyban segítette szakmai fejlődésemet.

**Nyíri Kinga**  
MSc hallgató

## MEGEMLÉKEZÉS

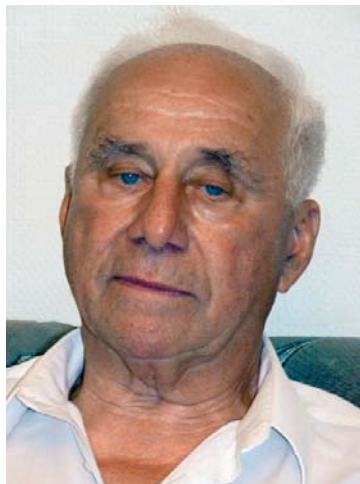
### Rátosi Ernő 80 éves

Rátosi Ernő, a magyar kőolajfeldolgozó-ipar doyenje, Egyesületünk volt alelnöke és Műszaki Tudományos Állandó Bizottságunk volt elnöke nyolcvan éves.

1931. október 4-én született Zalagyömörőn. Általános és középiskolai tanulmányait követően 1950 szeptemberétől Veszprémben egyetemista, ahonnan 1951 októberében politikai okok



miatt eltávolítják. Több helyen dolgozik, elsősorban fizikai munkakörökben, tényleges katonai (munka)szolgálatot teljesít, majd tanulmányait a Veszprémi Vegyipari Egyetemen 1960 tavaszán tudja befejezni. 1973-ban petrokémiai szakmérnök végzettséget szerez, 1981-től műszaki doktor. Német és orosz nyelven beszél.



1960. július 1-jétől a Csepeli Kőolajipari Vállalatnál kezdi meg vegyész-mérnöki pályáját. 1968. február végétől 1969. június végéig az akkori Nehézipari Minisztérium iparági főmérnöke. A Dunai Kőolajipari Vállalatnál (DKV) történt 1968-as katasztrófában elhunyt főtechnológus, *Hága László* munkáját a Technológiai Főosztály vezetőjeként folytatta 1969 júliusától. 1973 áprilisától a Dunai Kőolajipari Vállalat műszaki igazgatóhelyettese, később az OKGT-

be távozó *Péceli Béla* utódként igazgatója, majd vezérigazgatója. 1991 végén vonul nyugdíjba, de 1995-ig a MOL Rt. első Igazgatóóságának tagja. Ezt követően is az olaj- és gázipar modernizációjának résztvevője, szakértőként tevékenykedik a MOL kőolaj-feldolgozási és kereskedelmi részlegénél és a Vegyipari Divíziónál, 2003 végéig.

Nevéhez fűződik a széles, petrokémiára is kiterjedő vertikum kiépítése, a kőolaj mélyebb – krakkolás általi – feldolgozásának megteremtése, a kiemelkedő – a szakma és a piac által egyaránt elismert – minőségű termékek termelésének beindítása, kiszélesítése, a vállalatközi piaci és nemzetközi kapcsolatok megalapozása. Fejlesztés-orientált politikája révén a DKV stabilan az ország legnagyobb társasága volt (amint a Figyelő éves listái mutatták).

Kiváló szakembergárdát teremt maga körül. Karizmatikus személyiségével példát mutat vezetőtársainak, a pályakezdőknek és az úton levőknek. A személyes példamutatáson kívül felkarolja a fiatalokat, figyelmet fordít a szakmai nevelésre, támogatja az ígéretes kezdeményezéseket, gátat vet a túlkapásoknak.

Hosszú ideig óraadóként tanít a Veszprémi Vegyipari Egyetemen, ahol címzetes egyetemi docens, aktívan részt vesz a társadalmi szerveződésű szakmai egyesületek munkájában.

A Magyar Kémikusok Egyesületének alelnöke 1985–1990 között, tevékeny részese a vegyipar jövőképeinek felvázolását célzó egyesületi kezdeményezés megvalósításának. A Műszaki Tudományos Állandó Bizottság elnökeként a rendszerváltás időszakában vegyipari ankétok szervezője.

Munkásságát számos kitüntetéssel ismerik el. Egyebek között 1979-ben Eötvös Loránd-díjban, 1985-ben Pfeiffer Ignác-émlékérem kitüntetésben részesül. 2002-ben az Egyetemi Tanács elismerésképpen a „Veszprémi Egyetem Díszpolgára” címet kapja meg.

Közvetlen és közvetett ismerői körében a mai napig magas erkölcsi elismerésnek, megbecsülésnek, tiszteletnek örvend.

Nyolcvanadik születésnapját már, sajnos, 2010 szilveszterén elhunyt felesége nélkül, de három fiúgyermekének családjáé és hat unokájáé társaságában, közvetlen és közvetett ismerőinek nagy és szeretetteljes tiszteletétől övezve töltheti. Isten éltesse még sokáig erőben és egészségben.

Rác László

## OKTATÁS

### A „Természettudomány tanítása korszerűen és vonzóan” konferencia zárónyilatkozata

2011. augusztus 23–25. között az ELTE Természettudományi Oktatásmódszertani Centruma és az InfoPark Alapítvány az ELTE TTK Lágymányosi Északi Tömbjében konferenciát rendezett „Természettudomány tanítása korszerűen és vonzóan” címmel. A résztvevők között körülbelül 140 kémiatanár, ill. kémikus is volt, akik részvételükkel és prezentációikkal is hozzájárultak a konferencia nagy sikeréhez. Köszönet érte minden közreműködő kollégának! A konferencia Nyilatkozatot fogadott el. Szövegét e helyen nyomtatásban közöljük, elektronikus formában pedig megtalálható a <http://termtudtan.extra.hu> oldalon. Kérjük, terjesszék kollégáik között.

Sz. L.

#### NYILATKOZAT

A fiatalok reáliák iránti érdeklődése az anyaországban és az egész Kárpát-medencében drámaian csökken, érdeklődő diákok hiányában a középiskolai tanítás és a szakmai felsőoktatás színvonala süllyed. Magyarország gazdasági felemelkedése elképzelhetetlen műszaki és természettudományos szakemberek nélkül, ezért e terület oktatása – az általános iskolától a felsőoktatásig – *nemzetstratégiai* feladat, amire kiemelt figyelmet kell fordítani. A kedvező változások csak a gyakorló szaktanárok, egyetemi oktatók és az oktatási kormányzat összehangolt közös erőfeszítésétől remélhetők.

#### A feladatok és megoldási javaslatok

– *A fiatalok motiválása a reál szakterületek felé.* A mai információáradatban az iskolai oktatás mellett fontos, hogy az egyetemek és a kutatóintézetek vonzó témákkal, a szakmai karrier lehetőségét is bemutatva nyissanak a középiskolás diákok felé. Nagy szükség lenne a média, legalább a közszolgálati televízió és az internetes fórumok támogatására: természettudományos ismeretterjesztő műsorokra, nagy nyilvánosságot biztosító tv-vetélkedőkre, versenyekre, fiatal szakemberek sikeres karrierjének nyilvános bemutatására, az egész kárpát-medencei magyarság szintjén. Szükség lenne természettudományos irányultságú, interaktív internetes fórumokra. Mindez szponzorokat és állami támogatást kíván.

– *Reál tantervű osztályok indítása* a természettudományos képzés középiskolai megerősítésének fontos eszköze. Ehhez feltétlenül szükséges az oktatási kormányzat támogatása, a szükséges kerettanterv kidolgozása. A humán és az általános osztályok természettudományos oktatásának az általános műveltséget kell szolgálnia, amihez hozzá tartozik az egy természettudományos tárgyból kötelezően megkövetelt érettségi is.

– *Az emelt szintű szaktárgyi érettségi* legyen feltétele legalább a kutatóegyetemekre történő felvételnek. Így a felvételi szűrés szerepét is ellátó emelt szintű érettségi követelményrendszerének átdolgozásában a középiskolai szaktanárok és az egyetemi oktatók együtt vegyenek részt. Az országos szintű tanulmányi versenyeken eredményesen szereplő diákok kapjanak számottevő többletpontot az egyetemi felvételi rendszerben. Javasoljuk minden természettudományos tárgyban kárpát-medencei verseny szervezését.

– *A szakköri rendszer újraélesztése* az érdeklődő tehetséges diákokkal való szervezett foglalkozás, a tehetséggondozás javításá-



nak feltétele. A szakköröknek már az általános iskolában kiemelt szerepe van.

– A természettudományok tanításához elengedhetetlenül hozzá tartozik a jelenségbemutató, kísérletezés, mérés. *Az ezekre fordított felkészülési idő legyen része a tanárok kötelező óraterhelésének.*

– Támogatjuk a tanártovábbképzések egyetemi gondozásba helyezését és fontosnak tartjuk a szaktudományi és módszertani témák hangsúlyos megjelenését, a doktori képzéseket is beleértve.

– A Konferencia résztvevői támogatják a kormányzat által vezetett *tanári életpálya-modellt* és szorgalmazzák mielőbbi bevezetését, de elengedhetetlennek tartják a tervezetben szereplő anyagi elismerés egyidejű bevezetését is.

– A „mester-tanár” kategóriába automatikusan kerüljenek be azok a pedagógusok, akiknek legalább 5 tanítványa már több mint 3 éve a tanári pályán van és öt ismeri el „mesterének”.

– A tanárképzés kiemelését a Bologna-rendszerből, és a szaktudományos képzés súlyának növekedését támogatjuk. A természettudományos tárgyak esetén fontosnak tartjuk, hogy a kutatói diplomát szerzők – rövid ráképzés után – tanári képesítést szerezhessenek.

– Szakkollégium létrehozását javasoljuk, (az egykori Eötvös Kollégium mintájára) speciálisan a leendő tanároknak szabott, az egyetemi képzést kiegészítő tantervi programmal. A kollégiumi tagság – a hallgató teljesítményét mérlegre téve – félévente kerüljön meghosszabbításra.

– *Célzott ösztöndíjat* javasolunk a hiányszakokon, a tanár szakos hallgatók számára (felvételi eredményük alapján akár már az első félévtől), állami, kari forrásból, és/vagy társadalmi szervezettől.

– A Konferencia résztvevői fontosnak tartják, hogy az oktatási kormányzat speciális ösztöndíjakkal, továbbképzésekkel segítse a határokon túl, magyar nyelven reáltárgyakat tanító pedagógusokat, és a tanárképzésben részt vevő oktatókat. Különös figyelmet igényelnek azok a területek, ahol magyar nyelvű tanárképzés nincsen.

Budapest, 2011. augusztus 25.

#### A Konferencia szervezőbizottsága

## MOL MesterM-díj középiskolai tanároknak

Második alkalommal díjazta a MOL azokat a **középiskolai kémia-, fizika- és matematikatanárokat, akik a természettudományok oktatásában kiemelkedő munkát végeztek. A MesterM-díj érdekessége, hogy nem szakmai szervezetek, hanem a legilletékesebbek, egykori tanítványaik jelölik a díjra kedvenc tanárukat.** A Szépművészeti Múzeumban rendezett ünnepségen Szócs László, a MOL HR ügyvezető igazgatója adta át az elismerő okleveleket és a nettó 200 000 forintos díjat a pedagógusoknak.

A MOL kiemelt figyelmet fordít a műszaki szakember-utánpótlás biztosítására. Ennek alapját azok az elkötelezett tanárok teremtik meg, akik a középiskolában példaadó munkájuk során megszerettetik tanítványaikkal a természettudományos tárgyakat.

Ezért kérte fel a főiskolai és egyetemi hallgatókat a MOL, hogy jelöljék kedves tanáraikat a díjra, akik felhívták figyelmüket e tantárgyak szépségeire, és természettudományos és/vagy mérnöki pályaválasztásban segítették őket.

A MOL főhívására 320 egyetemista és főiskolás diák tett javaslatot több mint 190 tanárra. Amikor a természettudományok oktatása miatt okkal aggódunk, igazán biztató és szívet melegítő olvasni ezt a számot. Ez a legnagyobb elismerés, amit egy pedagógus kaphat – példamutató munkáját saját tanítványa elismerő szavai „díjazzák” és a lelkiismeretes munka eredményét diákjaik helytállása mutatja.



Baranyi  
Ilona



Bohdaneczky  
Lászlóné dr.



Maknics  
Gyula



Mostbacher  
Éva

Díjazott kémiantanók: Baranyi Ilona, Tánics Mihály Gimnázium, Dabas; Dr. Bohdaneczky Lászlóné dr., Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma, Debrecen; Maknics



## A HÓNAP HÍREI

Gyula, Eötvös József Gimnázium, Tata; Mostbacher Éva, Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma, Pécs.

Köszönjük minden elkötelezett tanár és különösen a **MOL MesterM-díj** nyertesei áldozatos munkáját. További erőt és sok sikert kívánunk igazi értéket teremtő hivatásukhoz.

**A Magyar Kémikusok Egyesülete vezetősége**

### Kedves Kémiatanár Kollégák!

A Szegedi Tudományegyetem Kémiai Tanszékcsoportja **tizennegyedik** alkalommal hirdeti meg a **2011/2012-es tanévre** a **VegyÉSztorna** című országos levelezős kémia feladatmegoldó versenyt.

A versenyre az ország középiskoláinak, illetve a határon túli magyar nyelvű középiskoláknak bármely tanulója benevezhet. A verseny öt fordulóból áll. 2011. szeptember és 2012. január között minden hónap 10-ig postázzuk az iskolákba a megoldandó, fordulónkénti előreláthatóan 8 feladatot. Minden fordulóban lesznek könnyebb, hétköznapi élethez kapcsolódó, több gondolkodást igénylő, valamint bonyolultabb számítást igénylő feladatok is. A feladatok alapvető célja, hogy segítsenek az egyetemi tanulmányokra való felkészülésben. A beérkezett megoldások fordulónkénti javítása után a verseny legjobbjait a következőképpen díjazzuk: 1. helyezett: 30 000 Ft, 2. helyezett: 20 000 Ft, 3. helyezett: 15 000 Ft, valamint 4–5. helyezettek: 10 000 Ft.

Az öt helyezett a díjat a Szegedi Tudományegyetemen, ünnepélyes keretek között veheti át. A verseny azon résztvevői, akik mind az öt fordulóba küldenek be megoldásokat, emléklapot kapnak.

A részletek a verseny honlapján – <http://www.sci.u-szeged.hu/chem/kkf/v/> – olvashatók, vagy Peintler Gábortól, a VegyÉSztorna szervezőbizottságának vezetőjétől telefonon (62/544112), illetve e-mailben ([peintler@chem.u-szeged.hu](mailto:peintler@chem.u-szeged.hu)) beszerezhető. Bízunk a feladatmegoldó verseny sikeres folytatásában, és várjuk diákjaink megoldásait.

**Dr. Jakusch Tamás, Németh Veronika, Dr. Peintler Gábor**  
a verseny szervezőbizottsága

## HÍREK AZ IPARBÓL

### Együttműködik a Magyar Spin-off és Start-up Egyesület és a Compleo Kft.

Együttműködési megállapodást írt alá a Magyar Spin-off és Start-up Egyesület elnöke, dr. Bágyi István, és a Compleo Kft. ügyvezetője, Szobonya Péter. A megállapodás alapján az innovatív ötletek, megoldások, és az ezek hasznosítására létrejött vállalkozások támogatását végző egyesület tevékenységét a Compleo oly módon segíti, hogy pénzügyi, finanszírozási, üzletfejlesztési, forrásbevonási kérdésekben ingyenes konzultációs lehetőséget kínál az egyesület tagjai és partnerei részére, akik a Compleo további szolgáltatásait pedig jelentős kedvezményekkel vehetik igénybe.

A Magyar Spin-off és Start-up Egyesület olyan új generációs magyar technológiai vállalkozások létrejöttét és megerősítését

igyekszik elősegíteni, amelyek hazai kutatási és fejlesztési eredményekből kinövő termékekkel globális piaci jelenlétet képesek elérni. „Örülünk, hogy egyesületünk szakértői rendszere a Compleo révén egy újabb gyémánsszemmel bővült, és a tagságunknak nyújtott szolgáltatások tárházát ezzel is bővíthettük” – mondta Bágyi István. „Az egyesület nagyszerű munkát végez ezen a területen, és úgy ítéljük meg, hogy a Compleo a maga speciális üzleti szakértelmével sokat tud tenni az egyesület céljainak eléréseért” – nyilatkozta Szobonya Péter.

### Nyolcmilliárdot ítélt meg a Richternek egy nemzetközi bíróság

Negyvenmillió dollár (mintegy nyolcmilliárd forint) megfizetésére kötelezi a Nemzetközi Kereskedelmi Kamara választott bírósága a Genefar BV-t szerződésszegés miatt. A magyar gyógyszer cég így kártérítést kaphat.

A Richter még 2007 novemberében kötött szerződést a Genefarral a Polpharma 99,65 százalékának megvásárlásáról. A lengyel versenyhivatal 2008 júliusában jóváhagyta az ügyletet, de a Genefar ugyanekkor közölte, hogy álláspontjuk szerint a szerződés megszünt. A Richter emiatt 2008 decemberében a Nemzetközi Kereskedelmi Kamara mellett működő választott bírósághoz fordult, hogy a szerződésben szereplő 40 millió dolláros kötbért érvényesítse.

A bíróság augusztus első hetében döntött, mostanra a Richter is kézhez kapta az ítéletet, mely szerint a Genefarnak meg kell térítenie a szerződésszegéssel okozott károkat. Az eljárás a moszoni ítélettel lezárult, a bíróság a Genefar viszontkeresetét elutasította. (*Menedzsment Fórum*)

**Zékány András**

### Egis: 55 százalékos eredménycsökkenés

Az Egis gyógyszergyár 2,31 milliárd forint konszolidált adózott eredményt és 32,377 milliárd forint árbevételt ért el üzleti éve harmadik negyedévében, az előző év azonos időszakához képest a nyereség 55 százalékkal csökkent, az árbevétel pedig 6,6 százalékkal nőtt. Az elemzők 2,57 milliárd forint negyedéves profitot vártak.

A nemzetközi számviteli szabvány (IFRS) alapján készült tőzsdei jelentés szerint a 2010. október 1-jén indult üzleti év első kilenc hónapjában 11,525 milliárd forint volt a társaság adózott eredménye, ez 17,6 százalékkal alacsonyabb a bázisidőszakinál. Az árbevétel ebben az időszakban 95,866 milliárd forintot tett ki, 10,8 százalékkal haladta meg az egy évvel korábbit.

Az egy részvényre jutó nyereség a kilenc havi adatok alapján 1480 forint, míg egy évvel korábban 1797 forint volt. A társaság üzemi eredménye az üzleti év első kilenc hónapjában 13,116 milliárd forintot ért el, ez 15,2 százalékkal magasabb a bázisidőszakinál.

A pénzügyi műveletek vesztesége 589 millió forint volt, szemben az egy évvel korábbi 3,11 milliárd forint nyereséggel. Az Egis belföldön 8,2 százalékkal 26,267 milliárd forintra növelte árbevételét.



telt az első kilenc hónapban. A társaság a negyedik legnagyobb szereplő a hazai gyógyszerpiacon 5,4 százalékos részesedéssel.

Július 1-jén a társaság számára hátrányos szabályozás lépett életbe, emiatt a gyógyszergyár a 2010. évi gyógyszeripari költségvetéséből 50 százalékkal levonást érvényesíthet a kutatás-fejlesztési ráfordítások címén a korábban hatályos 100 százalékos helyett. A törvénymódosítás egyúttal megszüntette a 2011. évi befizetési kötelezettségek visszaigénylésének lehetőségét.

A K+F visszaigénylések megszüntetése miatt az Egis összesen 2,5 milliárd forint ráfordítást számolt el az üzleti év harmadik negyedévében. A társaság kilenc havi export árbevétele 256,4 millió euró volt, 12 százalékkal magasabb a bázisnál.

A FÁK-régióban 10 százalékkal 112,2 millió euróra nőtt a kivitel, ez a konszolidált forgalom 32 százaléka. A régióon belül az oroszországi értékesítés 14 százalékkal nőtt, 83,1 millió eurót ért el. A kelet-európai piacon 4 százalékkal 99,2 millió euróra bővült a forgalom. A nyugati késztermék-kivitel 14,6 millió eurót tett ki kilenc hónap alatt, és 17 százalékkal haladta meg az előző évi bázist. A hatóanyagok kivitele 49 százalékkal 30,4 millió euróra emelkedett. (*Tőzsdefórum Online*)

Zékány András

## Vegyipari mozaik

**Bezárja veszteséges leányvállalatát a BorsodChem.** Az alaptevékenységre összpontosítás, valamint a vállalatcsoport költség-hatékonyságának és versenyképességének javítását célzó program részeként a BorsodChem Zrt. bezárja veszteséget termelő műanyag-feldolgozó leányvállalatát, a BC-Ablakprofil Kft.-t. Bár az Ablakprofil a BorsodChem csoport konszolidációs körébe tartozik, a leányvállalat tevékenysége egyáltalán nem kapcsolódik a BorsodChem alaptevékenységéhez, a műanyagipari alapanyaggyártáshoz. A BC Zrt. – a teljes vállalatcsoport versenyképességét szem előtt tartva – folyamatosan vizsgálta az utóbbi 7 évben 2,2 milliárd forint veszteséget felhalmozott Ablakprofil működését.

A veszteségek csökkentése érdekében az Ablakprofil menedzsmentje átfogó költségcsökkentési programot hajtott végre. Ezt követően – a munkahelyek megtartása miatt – a BorsodChem az elmúlt 3 évben több vállalattal kezdeményezett kapcsolatfelvételt, hogy új tulajdonost találjon az Ablakprofil számára. Mivel ezek az erőfeszítések nem jártak eredménnyel, és a közeljövőben nem várható javulás az Ablakprofil termékeinek piacán, a BorsodChem kénytelen volt úgy dönteni, hogy bezárja veszteséges leányvállalatát.

A Munka törvénykönyve előírásainak megfelelően a BorsodChem egyeztetéseket kezdeményezett az Ablakprofilnál működő szakszervezetekkel a csoportos létszámleépítés megszervezéséről és lebonyolításáról, valamint a munkaszerződés megszüntetésének feltételeiről.

Wolfgang Büchele, a BorsodChem vezérigazgatója úgy fogalmazott: a nyolcvankét munkavállaló munkaviszonyának megszűnésekor a BorsodChem a leányvállalat kollektív szerződése szerinti – a törvényi kötelezettségnél kedvezőbb feltételekkel – végkielégítést fizet, valamint karrier-tanácsadási támogatást nyújt az Ablakprofil valamennyi munkavállalójának.

A BC Zrt. továbbra is együttműködik a megyei munkaügyi központtal, hogy ezúton is segítse a munkavállalók újbóli elhelyezkedését Kazincbarcikán vagy a város közelében. (*MTI*)

**Fosszilis energiahordozók nélkül nem megy.** A Nemzeti Energiastratégia elfogadását követően haladéktalanul meg kell kezdeni a hazai ásványvagyron-készletek újraértékelését, és a fenntarthatósági szempontok érvényesítése mellett felhasználásuk megtervezését, hangsúlyozta Bencsik János klíma- és energiaügyért felelős államtitkár a Központi Bányásznapra Ünnepségen, Tokajban.

Az államtitkár kiemelte, hogy a hazai fosszilis energiahordozó-készletek – a paksi nukleáris kapacitások megőrzésével és a meglévő megújuló potenciálunk fokozott kihasználásával kiegészülve – hozzájárulhatnak Magyarország energiafüggettségének mérsékléséhez, távlati felszámolásához. A hazai, iparilag is hasznosítható szénvagyon eléri a 3,3 milliárd tonnát, ez a mennyiség a jelenlegi felhasználás megkétszerezése mellett is legalább 300 évre elegendő tartalékot jelenthet. Azonban ennek az energetikai ásványvagyonnak a felhasználhatósága csak a tisztaszén-technológiák megléte esetén vehető figyelembe valós lehetőségként. Éppen ezért a kormány kiemelt feladatának tartja a magyar részvétel biztosítását a technológia rendelkezésre állását elősegítő nemzetközi programokban a következő években.

A hazai ércbányászat cselekvési tervét összhangba kell hozni a magyar ipar és gépgyártás revitalizációs törekvéseivel, az építőipari ásványok területén pedig a mennyiségi szempontok helyett fokozatosan át kell vennie a minőségi elvárások kielégítésének.

Mindez feltételezi a hazai bányászati szakmakultúra fennmaradását, így az átmeneti években is arra kell törekednünk, hogy megtaláljuk a vállalható kompromisszumokat a gazdasági versenyképesség, valamint a természeti és társadalmi fenntarthatóság szempontjainak érvényesülése között. Ehhez biztató lépés a Vértesi Erőmű és a Márkushegyi Bányüzem középtávú továbbüzemeltetése.

A klíma- és energiaügyi államtitkár hangsúlyozta, hogy elkerülhetetlen a gazdasági élet teljes körű átstrukturálása, az anyag- és energiatakarékos technológiák elterjedésének elősegítése is. A környezettudatos gondolkodáson alapuló fogyasztói szokásokat kell kialakítani, amelyek figyelembe veszik a természeti erőforrások megújulási képességét. A kormány olyan oktatási programon dolgozik, amely fokról fokra ismerteti meg és fogadtatja el a fiatalokkal a környezettudatos életszemléletet. (*portfolio*)

Banai Endre

## Kitüntetés augusztus 20. alkalmából

Schmitt Pál köztársasági elnök átadta a legmagasabb állami kitüntéseket a Parlamentben. Az elismerések átadásánál jelen volt Orbán Viktor miniszterelnök és Kövér László házelnök is.

A Magyar Köztársasági Érdemrend Középkeresztjét (polgári tagozat) kapta többek között **Bodor Miklós** vegyész, az MTA külső tagja.

Kémikus kollégáknak, aki az I. Nemzeti Vegyészkonferenciánknak egyik díszvendége és előadója volt májusban, kitüntetéséhez szívből gratulálunk és munkájában további sikereket kívánunk!

## 2012 IUPAC-Richter Prize in Medicinal Chemistry

Felhívás

**Részletek:** <http://www.acsmedchem.org/richter2012.pdf>



MKE-HÍREK

Konferenciák

**Kolorisztikai Szimpózium**

2011. október 12–14.  
 Szent János Továbbképző Központ, Eger, Foglár u. 6.  
 Online regisztráció: [www.kolorisztika.mke.org.hu](http://www.kolorisztika.mke.org.hu)  
 Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!  
 TOVÁBBI INFORMÁCIÓK:  
 Bondár Mónika, [monika.bondar@mke.org.hu](mailto:monika.bondar@mke.org.hu)

**Őszi Radiokémiai Napok**

2011. október 26–28.  
 Hotel Sopron (Sopron, Fővényverem u. 7)  
 Online regisztráció: [www.mke.org.hu](http://www.mke.org.hu)  
 Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!  
 TOVÁBBI INFORMÁCIÓK:  
 Bondár Mónika, [interfaces11@mke.org.hu](mailto:interfaces11@mke.org.hu)

**Kozmetikai Szimpózium, 2011**

Budapest, Bara Hotel, 2011. november 17.  
**Természetes anyagok és innovációs trendek**  
 Fő témakörök:  
 • Természetes anyagok  
 • Öregedés elleni készítmények  
 • Új technológiák  
 • Gyógykozmetikumok (Cosmoceuticals)  
 • Innovációs trendek  
 • Biológiai és farmakológiai hatékonyság  
 Online jelentkezés hamarosan: [www.mke.org.hu](http://www.mke.org.hu)  
 TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Schenker Beatrix,  
[beatrix.schenker@mke.org.hu](mailto:beatrix.schenker@mke.org.hu)

**Hungarocoat 2011**

2011. november 29–30.  
 ELTE, Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A  
 Jelentkezési lap:  
<http://www.hungarocoat.hu/hu/jelentkezés.html>  
 TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Bondár Mónika, [mail@hungarocoat.hu](mailto:mail@hungarocoat.hu)

**Jelölés a Náray-Szabó István Tudományos Díjra**

A díj alapításának éve: 1994. Adományozható: a kémia tudományában kifejtett kiemelkedő munkásságért. Jelölést a szakosztályok elnökei és a területi csoportok elnökei nyújthatnak be.



NÁRAY-SZABÓ ISTVÁN

Kérjük tehát a szakosztályok és a területi szervezetek, munkahelyi csoportok elnökeit, valamint az IB-tagokat, a Felügyelő és Etikai Bizottság elnökét és tagjait, hogy tegyék meg javaslatukat az ez évi Náray-Szabó-díjra, vagy erősítsék meg a már előzetesen bejelentett jelölést október 31-ig az Egyesület titkárságán.

A Náray-Szabó-díjra jelölést a javaslati lapon tehetik meg, melyet honlapunkon ([www.mke.org.hu](http://www.mke.org.hu)) az Egyesületről menüben, azon belül egyéb szabályzatok, és azon belül MKE díjszabályzat 2. mellékletben találhatnak meg.

**Az MKE Intézőbizottság ülése (2011. augusztus)**

A 2011–2015 időszakra megválasztott Intézőbizottság, amelynek 13 tagja közül 8 tisztségviselő először vesz részt a testület munkájában, augusztus 29-én tartotta első ülését.

1. Simonné Sarkadi Livia, az Egyesület elnöke tájékoztattott a KNÉ 2011 második félévi főbb programjairól. Ezek keretében a szeptember 23-i „Kutatók éjszakája” esemény részeként egy országos felsőoktatási akció, „A kémia éjszakája” program szerveződik. Szeptember 30-ra egy „Guinness-rekordállítási kísérletet” szerveznek egri, miskolci, nyíregyházi, pécsi, szegedi, szombathelyi és veszprémi felsőoktatási intézmények, ahol helyszínenként 500 fő „jód-keményítő” kísérletet fog elvégezni. A hazai KNÉ 2011 programok záróeseményére várhatóan november 30-án a Hungarocoat 2011 rendezvény második napján kerül sor.
2. Az új összetételű Intézőbizottság egyetértett abban, hogy az egyesületi élet, az egyesületi szervezetek (szakosztályok, szakcsoportok, területi szervezetek, munkahelyi csoportok) tevékenységének aktivizálása kiemelten fontos kérdés és szoros összefüggésben van a tagságfejlesztés ügyével. Ezek a feladatok és egyéb más felmerült ötletek igénylik, hogy a 2011–2015 időszakra is megfogalmazódjon az egyesületi stratégia. Ennek tervezetét a Simonné Sarkadi Livia, Gerencsér János, Thernesz Artur és Vékey Károly összetételű ad-hoc bizottság dolgozza ki az Intézőbizottság számára.
3. A Kémia tanári Szakosztály felvetése alapján az Intézőbizottság megvizsgálja a kémia tanárok egyesületi tagságának, valamint tagságfejlesztésének a kérdését és javaslatot dolgoz ki a „kémia tanári tagsági díjra” vonatkozóan.

Kovács Attila


**HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL**  
*LXVI. No. 10. October 2011*

CONTENTS

<b>Lajos Kovács:</b> „Vitamin B <sub>17</sub> ” – a potent anti-cancer drug?	298
<b>Csaba Muzsnay:</b> One of the main causes of global warming and its unexpected climate changes may be the atmospheric water vapour originating from human activity. II	301
History, chemistry. An interview with Professor <b>György Inzelt</b>	307
Book review (Teller by <b>István Hargittai</b> , reviewed by <b>Attila Vértes</b> )	310
<b>András Sógor, Zsolt Szabó:</b> Safety technics and environmental protection at Gedeon Richter Plc.	313
<b>István Próder, Katalin Varga-Nyári:</b> Hungarian Chemistry Museum of the Hungarian Museum for Science and Technology	315
<b>József Antal:</b> 1000-year-old chemical artifacts at Pét	319
<b>András Ménes:</b> Frederick G. Hopkins. Born 150 years ago	320
<b>Erika Fodor:</b> Short comments on the Science of Successful Dates – or IYC 2011	321
Chembits (Edited by <b>Gábor Lente</b> )	324
The Society’s Life	326
News of the Month	328

# Intelligens

---

## bepároló



Magyarországi  
képviselő:

**Kvalitex**

Kvalitex Kft./Ltd.  
Pannónia u. 5.  
H-1136 Budapest  
HUNGARY

T.:(+36 1) 340 4700  
F.:(+36 1) 339 8274  
info@kvalitex.hu

Érdeklí? A készülékről videó:

[www.kvalitex.hu](http://www.kvalitex.hu) • [www.heidolph.com](http://www.heidolph.com)

# Desztilláció, extrakció, termoreakció

behrotest<sup>®</sup> univerzális analitikai rendszer

## "NEHÉZ" MÉRÉSEK KÖNNYEDÉN

# behr

Labor - Technik

## Düsseldorf



**MSZ 6060**  
szerinti  
manuális  
és  
automata  
KOI-mérő  
készletek

**AUTOMATA KOI analizátor**  
MSZ ISO 6060 szerint



**15 mg/l-től**



**AUTOMATA KJELDAHL  
RONCSOLÓK ÉS  
VÍZGŐZDESZTILLÁLÓK**



**AMMÓNIA, FENOL ÉS  
CIÁN DESZTILLÁLÓK**



**AOX ANALIZÁTOR  
LÉPCSŐZETES  
AUTOMATIZÁLÁS  
LEHETŐSÉGÉVEL**



**SOXHLET ÉS RANDALL EXTRAKTOROK**

**Különbéle szabványos méréseknek megfelelő, illetve egyedi desztilláló, eluáló, extraháló, feltáró, flokkuláló, mintaváltó, roncsoló, szeparáló, szintfigyelő és titráló berendezések, szivattyúk és termoblokkok.**



**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