

A TARTALOMBÓL:

Bogsch Erik: A gyógyszer-
iparban hosszú távon kell
tervezni

A kémiai technológia
fogalma és oktatása
a Műegyetemen

A szénnanohagymák
kémiája



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXVII. ÉVFOLYAM • 2012. JÚNIUS • ÁRA: 850 FT

Átadták a Richter Biotechnológiai Üzemét Debrecenben



Az első moduláris GC:

Az új **Thermo Scientific** Trace 1310

- Teljesen új, szabadalmaztatott technikai megoldások
- Felhasználó által cserélhető „Instant Connect” injektorok és detektorok
- Kompromisszumok nélküli analitikai teljesítmény
- Automatikus váltás a folyadék és gőztér injektálási üzemmódok között
- Rendkívül egyszerű kezelhetőség az új Chromeleon 7 szoftverrel
- Kivételes robusztusság, kompakt méretek
- Csatolás egyszeres kvadrupol, hármas kvadrupol és ioncsapda tömegspektrométerekhez



Kizárólagos képviselő:

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

Telefon: 1-221-5536 • Fax: 1-221-5543

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



MAGYAR KÉMİKUSOK LAPJA

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXVII. évf., 6. szám, 2012. június



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, LENTE GÁBOR,
NAGY GÁBOR, PAP JÓZSEF SÁNDOR,
ZÉKÁNY ANDRÁS

Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:

SZÉPVÖLGYI JÁNOS,
a szerkesztőbizottság elnöke,
[SZEKERES GÁBOR] örökös főszerkesztő,
ANTUS SÁNDOR, BECK MIHÁLY,
BIACS PÉTER, BUZÁS ILONA,
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,
SZEKENYI 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



Mindenki számára fontos, hogy betegségére, bajaira folyamatosan korszerű és hatékony gyógyszerek álljanak rendelkezésére. Magyarországon a gyógyszerfogyasztás évről évre nő, jóllehet a gyógyszerek ára különösen érzékeny kérdés. A hazai gyártók által biztosított korszerű és hatékony készítmények komoly megtakarítást jelenthetnek – főleg azoknak, akik sokféle gyógyszert szednek, mert idősek, vagy fiatalok, de krónikus betegségekben szenvednek. De ismerjük-e a hazai gyógyszeripart? Megbízunk-e a hazai készítményekben, vagy vakon hisszük, hogy a külföldi szer biztosan hatékonyabb?

A külföldön méltán elismert magyar gyógyszerek – késztermékek és hatóanyagok egyaránt – keresettek a világ piacán, több mint száz országban megtalálhatók. Hogy egy példát említsek: a Richter nőgyógyászati készítményeinek, fogamzásgátlóinak piaca egyre nő az Európai Unióban, valamint világszerte.

Összességében elmondható, hogy a gyógyszergyártás Magyarországon főként generikumok gyártására szakosodott, azonban emellett a hazai gyártók nagy hangsúlyt fektetnek az eredeti vegyületek, az úgynevezett originális molekulák, hatóanyagok kutatására, illetve a különböző kémiai eljárások fejlesztésére is. A magyar gyógyszeripar legalább 20 originális gyógyszer kifejlesztésével büszkélkedhet. A több mint százéves éves múltra visszatekintő magyar gyógyszeripar Európában a legrégebbiek közé tartozik. Kiemelkedően fontos ágazata a nemzetgazdaságnak, nagyszámú foglalkoztatottnak ad munkát, intenzív kutatás-fejlesztési tevékenységet folytat, és jelentős beruházásokat eszközöl.

Fontos, hogy egy hosszú távon gondolkodó vállalat számára prioritás legyen az olyan új területeken való jelenlét, melyek a jövőben kitérési pontokat jelenthetnek. Véleményem szerint a gyógyszeriparban ilyen a biotechnológia. A Richter Gedeon Nyrt. 2007-ben hozta meg azt a stratégiai döntést, hogy biotechnológiai K+F és gyártókapacitás létrehozásával belép erre a területre. Az üzemet 2012 áprilisában ünnepélyes keretek között avatták fel Orbán Viktor miniszterelnök jelenlétében.

Amellett, hogy az új gyártóegység mérföldkő a Richter stratégiai céljainak megvalósításában, igen jelentős előrelépés a hazai ipar, ezáltal egész Magyarország versenyképességének növelése szempontjából. Mindezen sikerek mellett a hazai gyógyszerek előnyben részesítése, reményeim szerint, közös cél marad mindannyiunk számára a jövőben is.

Házunk tájára kalandozva tisztelettel emlékeztetném olvasóinkat, hogy múlt havi lapszámunkhoz olvasói kérdőívet csatoltunk. A kérdőív honlapunkon (www.mke.org.hu) is elérhető. Nagy érdeklődéssel várjuk véleményüket a lapról, melyet szeretnénk maximálisan olvashatóvá tenni. Olyanná, amilyen az Önök igényeit a legjobban kielégíti, és egyúttal vagy ezáltal értéket is teremt. Legyenek társaink ebben a munkában a kérdőív kitöltésével és visszaküldésével. Köszönjük.

2012. június

Nagy Gábor

Nagy Gábor
a szerkesztőség tagja

TARTALOM

A KÉMIA KIVÁLÓSÁGAI

Fogassy Elemér, Faigl Ferenc, Marosi György, Keglevich György:

A kémiai technológia fogalma és oktatása a BME Szerves Kémia és Technológia Tanszékén

174

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

A Richter kilátásairól, terveiről. Beszélgetés **Bogsch Erikkel**,
a Richter Gedeon Nyrt. vezérigazgatójával

177

Inzelt György: Az elektrokémia reneszánsza a 21. században.
Lítiumelemek, tüzelőanyag-cellák

178

Braun Tibor: A kristályos szénnanokémia matrjoskababái.
A szénnanohagymák kémiaja

183

Mágneselek, gélek, poliaminosavak. Beszélgetés **Zrínyi Miklóssal**

187

VEGYIPAR- ÉS KÉMIATÖRTÉNET

Kucsman Árpád, Jalsovszky István: A kémia nem történelem. II.
Vegyészkalendárium (Pap József Sándor rovata)

190

194

VEGYÉSZLELETEK

Lente Gábor rovata

196

EGYESÜLETI ÉLET

198

A HÓNAP HÍREI

199



Címlap:

Átadták a Richter
Biotechnológiai
Üzemét Debrecenben
(Bodó Gábor
felvétele)



egy új technológia kidolgozása szükséges – teszi ezeknek az alapismereteknek a további fejlesztését és kutatását is. Természetesen konkrét esetekben a technológia oktatásánál/kutatásánál az adott iparág sajátos feltételeit is messzemenően figyelembe kell venni.

A BME-n folyó technológiai oktatás az előadások mellett hagyományosan az ipari üzemekben végzett szakmai gyakorlatokra épül, melyek során a hallgatók a gyártási folyamatok tanulmányozásával sajátíthatják el a technológiák jellegzetes példáit. Ugyanakkor a különféle laboratóriumi gyakorlatokon, a szakdolgozatok, diplomamunkák készítése során a megfelelő technológiák modellezésével, vagy az azokhoz kapcsolódó részfolyamatok vizsgálatával mélyíthetik el tudásukat az iparral rendszeresen együttműködő és különféle tansekeken tevékenykedő oktatók mellett. Kiemelt jelentőségű a laboratóriumi méretű technológiai modellek (pl. reaktorok) bemutatása a gyakorlatok során akár szakaszos, akár folyamatos üzemmódban [9–14].

A legtöbb szerves vegyület ipari léptékű gyártásának alapvető feltétele, hogy a méretnövelés előtt a számításba vehető kísérleti paraméterek hatását laboratóriumi kísérletsorozatok során vizsgálják. Az alkalmas katalizátorokat ugyancsak laboratóriumi körülmények között választják ki. Napjainkban tipikus igény, hogy egy-egy technológiát minél környezetbarátabbá tegyünk (pl. atomhatékonyabb átalakítást lehetővé tévő, megújuló, nem veszélyes és olcsó kiindulási anyagot, valamint „zöld” oldószereket alkalmazó reakciókkal). A szükséges kísérletek jól elvégezhetők az egyetemi kutatólaboratóriumokban és az optimalizálások is megvalósíthatóak.

Az alaptudományok elméleti kérdéseire nem ritkán az új technológiák adják meg a választ. Nem véletlen, hogy azok a szakemberek, akik számos szabadalom feltalálói, egyúttal nagyszámú tudományos közlemény szerzői is. Egy alkalmazható technológia kidolgozásához rendkívül komplex anyagismeret, továbbá a kémiai reakciók, műveletek, berendezések ismerete és – minden esetben – a szakemberek együttműködése szükséges. Ez a szemlélet megkülönböztetendő az elmélyült tudományos, de nem komplex ipari megközelítéstől, ami nem szembeállítás, csupán a két különböző terület (a komplex technológia tudomány, illetve az ezt megalapozó számos alaptudomány egyedi területei) szűkszerű megkülönböztetése.

A BME Szerves Kémia és Technológia Tanszék és a szerves kémiai ipar szoros

együttműködése csaknem 100 évre tekint vissza, és ez alatt az idő alatt az egyes iparágak sikeres szakembereinek jelentős hányada a technológiai laboratóriumokban és az előadásokon sajátította el azokat az ismereteket, melyek jó alapot biztosítottak a fejlődéshez és a mérnöki teendők ellátásához. Hazánkban elsőként indult a BME-n egyetemi képzés a textilipar, a petrokémiai ipar, a műanyagipar és a gyógyszer-, valamint a finomkémiai ipar technológiáinak oktatására. Értékes hagyományai alakultak ki az ipari és az egyetemi szintű technológiai kutatás anyagának interaktív kifejlesztésére, feldolgozására és rendszerzésére. Az egymásra épülő BSc-, MSc- (szakmérnöki) és PhD-képzés során kialakult a szükséges oktatási anyag korszerű hierarchiája, az alaptárgyakra épülő vegyipari technológiák, gyógyszeripari technológiák és a gyógyszerkészítmény-technológiák ismeretanyaga, amely laboratóriumi gyakorlatok és előadások egész sorát foglalja magában. A kutatások eredményeként a képzésben részt vevő oktatók és kutatók nevei rendszeresen megtalálhatók a rangos közlemények társszerzői, illetve a bejelentett szabadalmak feltalálói között.

A tanszék gyógyszeripari technológiai kutatásának és ipari együttműködésének eredményeként az oktatók és kutatók számos esetben tevékenyen vettek részt a forgalomba került hazai gyártású gyógyszerek és növényvédők szerek gyártástechnológiáinak a kialakításában. A teljesség igénye nélkül a következőket emeljük ki: Cavinton (vinpocetin) [15,16], Emetin [17,18] Oszteochin (ipriflavon) [19], prosztataglandinok [20,21], klorotiazid, dihidroklorotiazid, szelegilin [22], imipramin [23,24], tizercin [25], metildopa [26], klorocid [27], levamisol [28], klopogrel [29], tamszulozin [30], duloxetin [31], pregabalin [32], tolperizon [33], diltiazem [34], dronsavak/dronátok [35], ivabradin [36], félszintetikus penicillin-származékok intermedierei [37], aszpartám intermedierei [38], piretroidok [39,40] és rovarnövekedést gátló szerek [41].

A fenti megállapításokat elsősorban a szerves vegyiparra, és azon belül is leginkább a gyógyszer-, növényvédőszer- és finomkémiai iparra „hegyeztük ki”. Mivel azonban nem specifikus ismeretekről van szó, minden valószínűség szerint jó részük a kémiai technológia egészére is megállja a helyét, tehát nagyrészt általánosíthatóak.

A technológiai szegmens másik területe a gyógyszerkészítmények technológiája, (egyszerűbben fogalmazva a gyógyszerformálás, vagy -formulálás), amelynek feladata kezdetben csupán a hatóanyagok

„becsomagolása”, azaz kezelhetővé, jól dózírozhatóvá tétele volt. Később, az utóbbi évtizedekben alakult ki – de mára annál dinamikusabban fejlődik – a hatóanyag-hordozó, -védő és célba juttató funkció ipari szintű megvalósítása. A cél olyan „(nano)kompozit struktúrák” létrehozása, amelyek biztosítják, hogy a korábban csak kis részben (vagy egyáltalán nem) célba jutó és az optimálistól eltérő felezési idejű, sőt esetleg erősen toxikus hatóanyagok a megfelelő helyen és ideig biztonságosan fejtsék ki a hatásukat. Az új hatóanyagok egyes hátrányos (pl. oldhatósági, stabilitási) jellemzői, valamint a kiéleződő piaci verseny következtében napjainkban a készítmény-technológia egyre nagyobb kihívásokkal néz szembe. Ezek a kihívások a kristályos, illetve amorf szerkezet szabályozásától a biohasznosulás növelésén keresztül a nagyobb stabilitást biztosító csomagolás kifejlesztéséig komplex innovációs stratégiát igényelnek, amelynek sikeréhez újfajta interdiszciplináris együttműködés szükséges, elsősorban a hatóanyag- és készítmény-fejlesztők között.

Tanszékünkön – kb. 10 éve – jelentős műszer- és eszköz-beruházásokat realizálva megerősítettük a készítménytechnológiai profilt és szoros együttműködést alakítottunk ki e tekintetben is a hazai gyógyszergyárakkal. Ezt szolgálják a – teljesség igénye nélkül – kiemelt alábbi eredmények is. A hatóanyag- és készítménygyártást összekapcsoló kristályosítás területén például polimer vagy egyéb szilárd segédanyagok segítségével a hatóanyag kristályosodását lassítani, gyorsítani, a morfológiát befolyásolni egyaránt lehet [42,43]. Ehhez olyan szabályozott kristályosító reaktort fejlesztettünk ki, amely a hatóanyag-morfológia valós idejű detektálása alapján végzi a szabályozást [44]. Ezzel az új szabályozási módszerrel egyben a folytonos üzemi (flow) kristályosítás megvalósításának egyik kulcskérdése is megoldódott. A folytonos gyógyszerkészítmény-technológiai módszerek kifejlesztése összhangban van a nemzetközi gyógyszerügyi harmonizációs bizottság (ICH) által 2009-ben irányelveként megfogalmazott „folyamatba tervezett minőség” (QbD, quality by design) és „folyamatfelügyelő analitikus technológia” (PAT, Process Analytical Technology) alkalmazásával [45], ezért igyekszünk azt kiterjeszteni a gyártás következő fázisaira is. A gyógyszerkészítmény-gyártásban még alig ismert szuperkritikus CO₂-extrúzió alkalmazásával [46], valamint a szintén újdonságnak számító elektrosztatikus szálképzés technológiájá-



val [47] a hatóanyag-leadás sebességének és mértékének javítására fennálló elméleti lehetőségeket tudtuk komplex módon kihasználni.

A gyógyszerkészítmény-technológia óriási változások előtt áll. Az utóbbi 50 évben a kiszámíthatóságra törekvő gyógyszerkészítmény-gyártást a gazdasági tényezők lényegi változásra nem ösztönözték, miközben az élelmiszeriparban, a vegyipar egyéb területein és más iparágakban drámai változás ment végbe. A következő évtizedekben azonban ez alapvetően meg fog változni az éleződő verseny miatt, melyben a minőség, a hatékonyság és a biztonság fokozott igénye a legköltséghatékonyabb módon célirányosan szabályozott berendezések, polimer segédanyagok és folytonos technológiák alkalmazásával elégíthető ki. Nem kizárt, hogy a jövőben a gyógyszer-technológia egyetlen folytonos eljárásba integrálja a hatóanyaggyártás utolsó lépését, a kristályosítást, a hordozókkal történő társítást, az alakadást és a tablettabevonást.

A gyógyszer-hatóanyagok és -készítmények előállításához kapcsolódó technológiákkal kapcsolatos korszerű ismeretek átadása többek között a tanszéken az utóbbi években szakdolgozatot, diplomamunkát készítő, illetve PhD-fokozatot szerzett hallgatóink létszámával számszerűsíthető (1. táblázat). Az adatokból kitűnik, hogy a gyógyszer- és finomkémiai iparok iránt érdeklődő hallgatók száma eddig évről évre nőtt. A lineáris képzési modell bevezetése óta mind a gyógyszeripari szakirány (BSc), mind a tanszék által gondozott gyógyszervegyész-mérnöki MSc-szak népszerű a hallgatók körében.

Év	2007	2008	2009	2010
Diplomamunka (fő)	31	21	26	23
Szakdolgozat (fő)	0	0	24	54
PhD (fő)	4	4	7	8
Összesen (fő)	35	25	57	85

1. táblázat. A BME Szerve Kémia és Technológia Tanszéken diplomát szerzett hallgatók létszáma a 2007–2010. időszakban

IRODALOM

- [1] Groggins P. H., Unit Processes in Organic Synthesis. First Edition – 3rd Printing, McGraw Hill. New York, 1935.
- [2] Kirk R. E., Othmer D. F., Encyclopedia of Chemical Technology. Third Edition, Eds.: Grayson M., Eckroth D., John Wiley & Sons, New York, 1978–1984.
- [3] Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Fifth Edition, VCH Verlagsgesellschaft mbH, Weinheim, 1985–1988.
- [4] Csűrös Z., Szerves vegyipari alapfolyamatok. Tankönyvkiadó, Budapest, 1973.
- [5] Fogassy E., Szabó G. T., Kádas I., Gyógyszerkémiai alapfolyamatok (Ács M. szerk.) 16–775 egyetemi jegyzet, Tankönyvkiadó, Budapest, 1979.
- [6] Keglevich Gy., Sallay P.: Szerves vegyipari alapfolyamatok. E-tankönyv, Typotex Kft. Budapest, 2011. ISBN-13 978-963-2794-83-9, <http://www.interkonyv.hu/konyvek/>.
- [7] Faigl E., Kovács E., Mátravölgyi B., Thurner A.: Gyógyszerkémiai alapfolyamatok. E-tankönyv. Typotex Kft. Budapest, 2011. ISBN-13 978-963-2794-77-8, <http://www.interkonyv.hu/konyvek/>.
- [8] Bakó P., Fogassy E., Keglevich Gy.: Szerves vegyipari

technológia. E-tankönyv. Typotex Kft. Budapest, 2011. ISBN-13 978-963-2794-84-6, <http://www.interkonyv.hu/konyvek/>.

- [9] Sallay P., Keglevich Gy., Bakó P., Kevert tartályreaktorok a szerves vegyiparban. Magy. Kém. Lapja (2004) 59, 321.
- [10] Keglevich Gy., Bakó P., Sallay P., Gőz-gázfázisú katalitikus reakciók csököteges reaktorban. Magy. Kém. Lapja (2004) 59, 418.
- [11] Bakó P., Sallay P., Bodor S., Makó A., Keglevich Gy., Viskózus közegű és szilárdfázisú reakciók golyósmalomban. Magy. Kém. Lapja (2005) 60, 56–57.
- [12] Sallay P., Keglevich Gy., Fluidágyas reaktorok a szerves vegyiparban. Magy. Kém. Lapja (2005) 60, 423–425.
- [13] Sallay P., Keglevich Gy., Mikrohullámú reaktorok a szerves szintézisekben. Magy. Kém. Lapja (2006) 61, 13–15.
- [14] Keglevich Gy., Sallay P., Greiner I., Folytonos üzemi mikrohullámú reaktorok. Magy. Kém. Lapja (2008) 63, 278–283.
- [15] Szántay Cs., Szabó L., Kalász Gy., Simonidesz V., Eljárás vinkamin előállítására. Magyar Szabadalom (MSz) 162.855 (1971).
- [16] Szántay Cs., Szabó L., Kalász Gy., Simonidesz V., Eljárás apovinkaminsavészterek totálszintézisére. MSz 175.527 (1977).
- [17] Szántay Cs., Tőke L., Eljárás emetin előállítására. MSz 151712, (1963).
- [18] Szántay Cs., Tőke L. Eljárás protoemetin előállítására. MSz 168375 (1973).
- [19] Farkas L., Gottsegen Á., Feuer L., Nógrádi M., Vermes B., Strelisky J., Wolfner A., Antus S., Kovács A. né., Izoflavon származékokat tartalmazó takarmányadalek és eljárás annak előállítására. MSz 163.515 (1973). [Megjegyzés: az eredeti célt tükrözi a cím]
- [20] Tőke L., Fogassy E., Ács M., Bencsik P., Nagy L., Arvay L., Székely I., Simonidesz V., Lovász P., Enantiomerek elkülönítése 2-hidroxi-ciklopent-4-enilecetsav lakton izomer elegyekből. MSz 181 416 (1982).
- [21] Szántay Cs., Novák L., Aszódi J., Simonidesz V., Galambos G., Kovács G., Virág S., Stadler I., Körmöczy P., Eljárás új, optikailag aktív és racém 13-tia-prosz-taciklin-származékok előállítására. MSz 184 952 (1987).
- [22] Rusznák I., Soós R., Fogassy E., Ács M., Ecsery Z., Fenilizopropil-aminok rezolválása. MSz 169 845 (1976).
- [23] Fogassy E., Zolyomi G., 2,2'-Dinitrobenzil. MSz 149 380 (1962).
- [24] Fogassy E., Faigl E., Ács M., Eljárás 1,2-di(2-nitro-fenil)-etan előállítására. MSz 196.948 (1987).
- [25] Budai Z., Fogassy E., Horváth K., Pallos L., Decsei L., Lay L., Szelei J., 3'-szubsztituált difenil-amin-2-karbonsavak. MSz 151163 (1964).
- [26] Soós R., Fogassy E., Nagy E., Horváth K., Kiss Cs. Krasznai J., Ács M., Eljárás L-3-(3,4-dimetoxifenil)-2-aminopropio-nitril hidrobromid előállítására. Magyar találmányi bejelentés EE 1954 (1971).
- [27] Kiss Cs., Orbán I., Faigl E., Fogassy E., Eljárás optikailag aktív 2-amino-3-hidroxi-1-(4-nitro-fenil)-propanon sóinak előállítására. MSz 195.174 (1984).
- [28] Soós R., Fogassy E., Ács M., Felmeri J., Arancs Zs., Új eljárás nagytisztaságú L-6-fenil-2,3,5,6-tetrahidroimidazo[1,2-b]tiazol és savaddíciós sóinak előállítására. Magyar találmányi bejelentés RI 541 (1974).
- [29] Bálint J., Csatáriné Nagy M., Dombrády Zs., Fogassy E., Gajáry A., Suba C., 2-Hid-roxi-2-(2-klór-fenil)ecet-sav rezolválása és (S)-(+)-2-hidroxi-2-(2-klór-fenil)-

ecetsav racemizálása R)-(-)-2-hidroxi-2-(2-klór-fenil)ecetsav mint clodogrel intermediér előállítása céljából. WO 2002-HU54 20020614, MSz 20010621 (2003).

- [30] Gizur T., Törley J., Fogassy E., Bálint J., Egri G., Demeter A., Eljárás R-(-)-tam-sulosin HCl előállítására (R,S)-5-[2-(N-benzilamino)propil]-2-metoxibenzol-szul-fonamidból. WO 2003-HU71 20030908, MSz 2002-200202963 20020909 (2004).
- [31] Bódi J., Szőke K., Éles J., Fogassy E., Schindler J., Vukics K., Faragó J., Új ipari eljárás Duloxetin előállítására. MSz P0600946 (2006).
- [32] Fogassy E., Schindler J., Pálovics E., Neu J., Szalma N., Kálmán P., Jakab G., Garadnay S., Új ipari eljárás (S)-(+)-pregabalin előállítására. MSz P10 00186 (2010).
- [33] Keglevich Gy., Tőke L., Dexler E., Berki K., Aracs Zs. Ipari eljárás piperidino-propiofenon-származékok előállítására. MSz bejelentés 213100 (1996).
- [34] Fogassy E., Ács M., Gizur T., Harsányi K., Aracs J., Berki K., Tőke L. Mártonffy Jászay Zs., Racém-treo-3-[(2-aminofenil)tio]-2-hidroxi-3-(4-metoxifenil)propionsav rezolválása. MSz 54639 A2 19910328 (1991).
- [35] Garadnay S., Grün A., Keglevich Gy., Neu J., Új eljárás dronsavak gyógyszeripari előállítására. Magyar szabadalmi bejelentés HUP1000071 (2011).
- [36] Ujvári V., Bódi J., Szőke K., Faragó J., Faigl E., Német Z., Temesvári K., Kiss R., Mátravölgyi B., Kassai E., Kiss-Bartos D., Ipari eljárás Ivabradin sók előállítására. Magyar szabadalmi bejelentés P1000245 (2010), Process for the synthesis of Ivabradine salts. PCT/HU11/00044 (2011).
- [37] Tőke L., Fogassy E., Faigl E., Garamszegi E., Eljárás nagytisztaságú D-2-(4-hidroxi-fenil)-glicin előállítására. MSz 181.479 (1978).
- [38] Faigl E., Fogassy E., Ács M.; Eljárás optikailag aktív -amino-β-fenil-propionsavak előállítására. MSz 193.199 (1984).
- [39] Fogassy E., Soós R., Tőke L., Faigl E., Bozzay J., Bencsik P., Eljárás 3-(2,2-diszubsztituált-vinil)-2,2-dime-til-ciklopropánkarbonsavak enantiomerjeinek előállítására. MSz 188.335 (1982).
- [40] Faigl E., Fogassy E., Nagy L., Csiz L., Czudor I., Kozsda É., Eljárás ciklopropán-karbonsavak optikai izomerjeinek elválasztására. MSz 205.594 (1988).
- [41] Novák L., Szántay Cs., Rohály J., Kis-Tamás A., Jurák E., Ujvári I., Baán G., Eljárás rovarnövekedést gátló hatású 3,7,11-trimetil-2,4-dodekadiénsav-származékok sztereoespecifikus előállítására. MSz 181 239 (1987).
- [42] Pataki H., Palásti K., Vajna B., Csontos I., Marosi Gy., Gyógyszerhatóanyag-kristályosodás valós idejű vizsgálata és módosítása segédanyaggal, Acta Pharmaceutica Hungarica, (2011) 81 (3) 109–124.
- [43] Kashchiev D., Van Rosmalen G., Review: Nucleation in solutions revisited. Crystal Research and Technology, (2003) 38, 555–574.
- [44] Pataki H., Vajna B., Nagy Zs. K., Marosi Gy., Investigation of crystallization processes using in-line raman spectroscopy Eur. J. Pharm. Sci., (2011) 44S, 116.
- [45] ICH Q8 (R2) Pharmaceutical Development Guidance, (2009)
- [46] Nagy, Z. K., Sauceau, M., Nyúl, K., Rodier, E., Vajna, B., Marosi, G. and Pages, J., Use of supercritical CO₂-aided and conventional melt extrusion for enhancing the dissolution rate of an active pharmaceutical ingredient. Polym. Adv. Technol., (2012) 23:909–918.
- [47] Nagy Zs., Balogh A., Vajna B., Farkas A., Patyi G., Kramarics Á., Marosi Gy., Comparison of electrospun and extruded Soluplus®-based solid dosage forms of improved dissolution. J. Pharm. Sci., (2012) 101:322–332.





A Richter kilátásairól, terveiről

Beszélgetés Bogsch Erikkel, a Richter Gedeon Nyrt. vezérigazgatójával

– Milyen arányban oszlik meg a Társaság árbevétele a hazai, illetve a külföldi eredmények szerint, mennyire befolyásolja a Richter árbevételét a jelenlegi hazai környezet?

– Árbevételünknek 88 százaléka nem a magyar piacról származik. Számunkra nehezen elfogadható, de tény, hogy az adóviszonyok tekintetében a hazai piac a legkedvezőtlenebb: innen az árbevétel 12 százalékot tesz ki. Mondhatom, hogy a számunkra igen kedvezőtlen szabályozási környezet miatt jelenleg a hazai piacon legrosszabb a helyzet.

– Van-e valamilyen saját javaslatuk, akár iparági javaslat is, amely ezt a helyzetet meg tudná változtatni?

– Úgy gondoljuk, hogy Európa számára az egyik kiút a válságból a magas szellemi hozzáadott érték, ahhoz pedig a kutatás-fejlesztés meghatározó tényező. A javaslatunk is ezzel kapcsolatos: miközben sajnos kevés a kiváló kutató-fejlesztő társaság, ebből adódóan kevés a projekt, nagyon fontos, hogy ennek a néhány jó műhelynek, a szakmailag kiváló embereknek a számát először is megtartsuk, illetve ugyanolyan fontos, hogy a külföldön megfelelő tapasztalatokat szerzett, kiemelkedő szakembereket hazahozzuk. Erre egyébként a Magyar Tudományos Akadémia elnökének, Pálkás elnök úrnak egy kiváló és már működő rendszere van, a Lendület Program. Ezt az irányt mindenképpen erősíteni kellene, amit néhány cég, köztük a Richter is támogat. Nagyon fontos a kutatási területnél a kiszámíthatóság, a stabilitás, hogy három-öt évre előre tudjunk tervezni, de ugyanolyan fontos, hogy ki lehessen írni pályázatokat versenyképes csoportok, vállalkozások számára. Erről szól a javaslatunk, miszerint az innovációs járulékot ne lehessen leírni saját felhasználásra, hanem be kellene fizetni a központi kasszába, majd pályázatokat lehetne kiírni, és a pénzt egy átlátható rendszerben elosztani. Hihetetlen igény van ugyanis ezen csoportok részéről, hogy a pénzügyi háttér több évre biztosítva legyen, akár a Lendület Program, akár más pályázatok által, de mindenképp prioritások alapján, koncentráltan elosztva.

– Vannak-e arra becsléseik vagy számításaik, hogy milyen kutatóműhelyeket mozgathat meg ez a rendszer?

– Kicsit hazabeszélve, véleményem szerint az élettudományok az egyik kiemelt terület, de természetesen ott van többek között az informatika is, mint az egyik legdinamikusabban fejlődő ágazat, valamint azon néhány fontos stratégiai terület, ami egyébként a Széchenyi Tervben is szerepel.

– A közelmúltban két különálló licenc- és együttműködési szerződést kötöttek a Stadával két „bioszimiláris” termék fejlesztéséről és értékesítéséről. Miért fontos terület ez a Richter számára?

– A gyógyszeripar most is sokat változik. A tradicionális gyógyszerkutatás elsősorban a központi idegrendszerrel kapcsolatos termékek terén, vagyis az úgynevezett klasszikus kémiai vonalnál marad meg. Emellett azonban egyre fontosabb az immunológia, a rákkutatás és az allergia területe, illetve jelentősen megnövekedett az elsősorban ezeken a területeken hatékony biológiai készítmények, a polipeptidek jelentősége.

A bioszimiláris, azaz a biológiailag hasonló készítmények előállítására rendkívül drága, mert ehhez nagyon komoly klinikai vizsgálatok szükségesek.

A gyógyszeriparban hosszú távon kell tervezni, hiszen számaltalan esetben öt-tíz-tizenöt évre kell előre gondolkodni. Ezért sem csökkenthetjük Magyarországon a kutatás-fejlesztésre fordítandó összeget, hiszen ennek negatív hatásait már a következő tíz éven belül megérezzük.

Van egy nagyon komoly beruházásunk Debrecenben pontosan ezeknek a biológiai, bioszimiláris termékeknek a gyártására, melyre a tervek szerint összesen 18–20 milliárdot fogunk fordítani.

– Tehát a bioszimiláris termékekbe való befektetés, kutatás stratégiai irány a Richternél?

– Igen. A technológiailag egyszerűbb területeken nem lehet versenyezni az indiai, kínai cégekkel, akik már most nagyon komoly állami támogatást élveznek, valamint kvalifikált és olcsó munkaerővel rendelkeznek. A Richter azokon a területeken van előnyösebb helyzetben, ahol sokkal komplikáltabb technológia szükséges, ott lehet igazán versenyezni. A bioszimiláris termékek kutatása meggyőződésem szerint ilyen terület.

– Hogyan teljesítenek a külföldi piacaikon?

– Úgy gondolom, hogy versenyképesek vagyunk, azonban az egész világ gyógyszeriparában problémák vannak, a megtakarítás, deficitcsökkentés mindenütt prioritás. Nekünk vannak olyan versenyképes termékeink, amelyeknél esély mutatkozik a piaci növekedésre. Két területet emelnék ki, az egyik Nyugat-Európa, ahol a tavalyi évben két akvizíciónk is történt: ezekkel a Richternek sikerült a nyugat-európai jelenlétét megalapozni saját hálózat kiépítésével, jelenleg elsősorban a nőgyógyászat területén. A másik terület Oroszország, ahol jelentős kereslet és alacsony gyógyszer-felhasználás mellett stabil gazdasági növekedés a jellemző. A régiókban is vannak persze lehetőségek, de fontos megjegyezni, hogy Közép-Kelet-Európában mindenütt hasonló problémákkal küzdenek, mint Magyarországon.

– Milyen irányban érdemes most továbblépnie a Richternek?

– Úgy gondolom, egyértelműen Nyugat-Európa irányába, ahol véleményem szerint vannak bővítési lehetőségeink. Gondolok itt Olaszországra, Spanyolországra, Németországra, valamint Svájcra, Ausztriára, Portugáliára. Végül is a célunk az, hogy egész Nyugat-Európát le tudjuk fedni, a mediterrán térséget is figyelembe

■ A Richter belső lapjának márciusi számában megjelent interjú engedélyezett másodközlése. (A felelős szerkesztő)



véve. A másik fő csapásirányunk egyértelműen Oroszország, ahol jó lehetőségeket látunk. Megjegyezném, hogy ott termelőüzemmel is jelen vagyunk, és meg is követelik, hogy legyen helyi termelés.

– Az orosz piac a Richternek hagyományos piaca. Ugyanazzal a termékportfólióval lehet sikert elérni Nyugat-Európában és Oroszországban?

– Nagyjából igen, de Nyugat-Európában egyelőre csak a nőgyógyászati portfólióval vagyunk igazán erősek. Vannak más ter-

mékeink is, de jelenleg egyszerre csak egy területre szeretnénk koncentrálni.

– Nyilván vannak akvizíciós terveik is.

– Most nincsenek, tavalyelőtt azonban volt két akvizíciónk is. Termékekakvizíciókban gondolkodunk elsősorban, melyekre lehetőségünk is van, több projekten is dolgozunk, de ezek közül egyelőre egy sincs olyan fázisban, hogy rövid távon megvalósuljon.

Nagy Gábor

Inzelt György

■ Eötvös Loránd Tudományegyetem, TTK Kémiai Intézet

Az elektrokémia reneszánsza a 21. században

Lítiumelemek, tüzelőanyag-cellák¹

Az elektrokémia megszületése óta jelen van mindennapjainkban. Megszoktuk már az ólomakkumulátort a gépkocsinkban, a különböző méretű galvánelemeket hordozható eszközeinkben. Kevésbé tudatosul, hogy az összes fém előállítása, tisztítása, a fémbevonatok készítése elektrokémiai módszerekkel történik. Nem kis mennyiségről van szó; csak néhány fém éves termelési adatát említjük meg: alumínium több mint 20 millió tonna, króm 12 millió tonna, nikkal vagy réz 10 millió tonna, cink 7 millió tonna. A mosószereinkhez és sok más anyag ipari előállításához nélkülözhetetlen nátrium-hidroxidból 44 millió tonna az éves termelés, a NaCl elektrolízisének másik terméke pedig a klór, ami a PVC, gyógyszerek, gyomirtó szerek, fertőtlenítők stb. gyártásához kell. Az elektrokémikusok munkájának eredménye jelenik meg a korrózióvédelemben vagy az elektroanalitikai érzékelőkben is. Egyedül a Clark-féle oxigénszenzor milliók életét mentette meg.

A dicső múlt

Az elektrokémia olyan tudományág, amelynek a pontos születésnapját is ismerjük, hiszen Alessandro Volta (1745–1827) 1800. március 20-án írta meg híres levelét Sir Joseph Banksnek (1743–1820), a Royal Society elnökének, amelyben tudatja, hogy olyan készüléket szerkesztett, amely folyamatosan tud áramot szolgáltatni. Még abban az évben a Volta-féle elemmel William Nicholson (1753–1815) és Antony Carlisle (1786–1840) végrehajtotta az első elektrolízist.

A 19. század első évtizedében Humphrey Davy (1778–1829) egymás után állította elő az alkálifémeket és -földfémeket. Ezek segítségével olyan redukációs reakciókat lehetett végrehajtani, amelyekre korábban nem volt mód. Fejlődött az elmélet is, Michael Fara-

day (1791–1867) megalkotta a róla elnevezett törvényeket, amelyek azután nagy szerephez jutottak az elem fogalmának kialakulásában is. A 19. századi elektrokémia legjellemzőbb vonása azonban az, hogy mindenki igyekezett a saját galvánelemét létrehozni.

Ne feledjük el, hogy nem volt még hálózati áram. Az ólomakkumulátor is csak akkor lett igazán hasznos eszköz, amikor a Siemens-Halske cég 1866-tól gyártani kezdte a dinamót, és a könnyű feltöltés lehetősége megnyílt. Ezekben az elemekben még folyadékállapotú volt az elektrolit, de Georges Leclanché (1839–1882) az 1860-as években már kifejlesztette az első „szárazelemet”, azaz zselatin hozzáadásával rendkívül viszkózussá tette az elektrolitot, így nem kellett tartani attól, hogy kifolyik a cellából. Ma már csak ilyen elemeket használunk, az ólomakkumulátort kivéve, ami a legjobban bevált készleteti áramforrás. Napjainkban készülünk felváltani új áramforrásokkal, mert nemcsak nehéz, hanem számos veszélyes anyagot, ólmot és tömény kénsavat is tartalmaz. Az elmúlt évtizedekben más mérgező fémeket tartalmazó elemek gyártását már megszüntették; látjuk az újabb elemeken a feliratot: 0% Hg, 0% Cd. A 19. század áramforrásai közül még megemlíthetjük Waldemar Jungner (1869–1924) Ni–Cd lúgos akkumulátorát, ami rendkívül sok jó tulajdonsággal rendelkezik, ezért a 20. század elején járművekben használták, de még az amerikai űrhajókban is ez volt a „standard battery”. Ma már a kadmiumtartalma miatt csökken a felhasználása, de gomelemekben még előfordul.

Számos elem készült hazánkban is, például Schenek István (1830–1909) és Farbak István (1837–1928) selmecbányai professzoroké. Az ólom-, ólom-oxid- és miniumtartalmú elemük szolgáltatta az áramot a bécsi Operaház és a Burg-színház világításához is.

Miért beszélhetünk reneszánszról, amikor ezek az áramforrások, az ipari elektrolízistechnológiák végig jelen voltak az elmúlt 200 évben? Azért, mert az utóbbi évtizedekben új társadalmi elvárások jelentek, és e kihívásokra az elektrokémia megfelelő választ tudott adni. Azon környezetvédelmi szempontokról,

¹ A Magyar Tudományos Akadémia Kémiai Tudományok Osztályának a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából rendezett „Kémia: tudomány és társadalom” című előadói ülésén 2011. november 8-án elhangzott előadás szerkesztett változata.



hogy mérgező fémeket ne használjunk, már szoltunk. E területen azonban még más is történt.

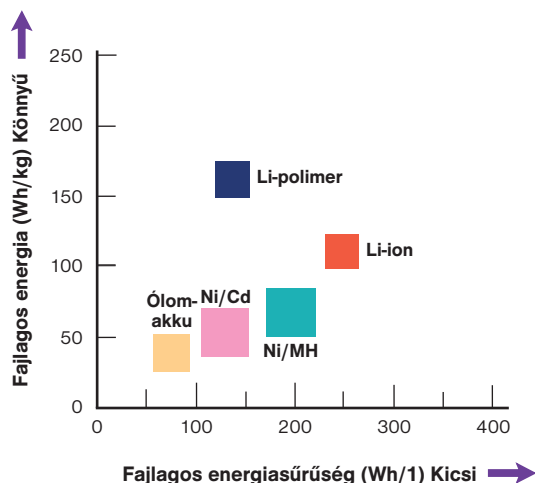
A lítiumelemek. Miért lítium?

Minden galvánelemnél alapvető jelentőségű az a potenciálkülönbség (E), ami a két elektród között létrehozható, hiszen az elektromos munka ($W = Q \times E$) ennek nagyságától és az áthaladt töltésmennyiségtől (Q) függ. A töltés, amit fel tudunk használni, arányos az anyagok (reakciópartnerek) mennyiségével. Tehát az elemek méretcsökkentésének az szab határt, hogy mennyi töltést akarunk tárolni, illetve mekkora áramot (I) mennyi ideig (t) kell az elemnek biztosítani ($Q = I \times t$). E szempontot figyelembe véve a Li a legjobb katód, hiszen ennek a legnegatívabb a standard potenciálja, ami azt jelenti, hogy egy másik elektróddal összekapcsolva a legnagyobb potenciálkülönbség létesíthető. Például a rézzel párban a Li-katód 3,4 V feszültséget hoz létre, míg a cink-réz pár esetén ez az érték csak 1,1 V.

Van több fontos tényező is, ezek közül kiemelkedik az elem tömege és térfogata, amiket az elektródok és az elektrolit sűrűsége határoz meg, illetve az elektród anyagát alkotó fém atomtömege vagy az alkalmazott vegyület esetén annak molekulatömege, ha azonos mennyiségű töltést kívánunk kivenni a galvánelemből. Tehát 7 g lítiumból annyi elektromos töltést lehet kihozni, mint közel 32 g rézből vagy 108 g ezüstből. A lítium sűrűsége is igen kicsi, 0,534 g/cm³.

Az 1. ábrán látható, hogy az ólomakkumulátor nemcsak veszélyes anyagokat tartalmaz, hanem nehéz és nagyméretű is. Ezzel ellentétben a Li-elemek könnyűek és kicsik. A lítiumot azon-

1. ábra. Különböző elemekből kinyerhető munka 1 kg-ra illetve 1 literre számítva

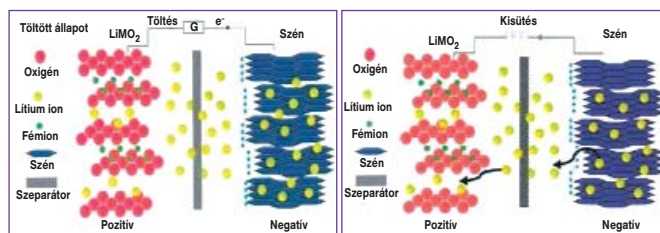


ban nem lehet vizes közegben használni, mert a két anyag hevesen reagál. A megoldandó alapprobléma az volt, hogy vannak-e más oldószerek, elektrolitok, amelyekkel érintkezve a lítium stabilisnak mutatkozik. Sikertült ilyen szerves és polimer oldószereket találni. Az egyik ilyen elektrolit volt a poli(etilén-oxid)-ban oldott Li-só. Persze még sok más teendő is volt, például a katód anyagának megválasztása, de a fejlődés most már megállíthatatlan volt.

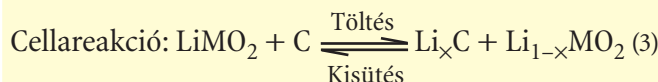
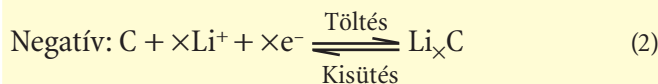
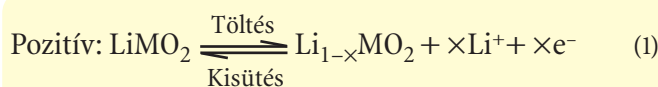
Az igazán nagy áttörést az interkalációs elektródok felfedezése hozta 1978-ban, vagyis olyan anyagoké, amelyek reverzibilisen tudnak lítiumionokat felvenni, illetve leadni. Ezek közül is a grafit mutatta a legkedvezőbb tulajdonságokat, amik közé tartozott az is, hogy olcsó, ami bizony ipari gyártásnál alapvető szempont.

Azért több mint egy évtized telt el kutatással és fejlesztéssel, amíg a japán Sony 1991-ben megjelentette termékét a piacon. Megtalálták a legjobb kombinációt: a grafitanódot és a lítium-kobalt-oxid katódot. Addig „hintaszék – rocking chair” akkumulátornak hívták a rendszert, a Sony adta a lítiumion-elem nevet, amit ma is használunk. A lítiumion-elemek működését a 2. ábrán és az (1)–(3) egyenletekkel illusztráljuk.

2. ábra. A lítiumion-elemek működési sémája



A lítiumion-elemekben lejátszódó elektródreakciók, illetve a cellareakció az alábbi egyenletekben foglalhatók össze:



A fejlődés azóta sem állt meg, még biztonságosabb, nagyobb teljesítményű és olcsóbb elemek előállítása lebeg a kutatók és a gyártók szeme előtt. Nem akármilyen üzletről van szó, évente már több milliárd Li-elemet gyártanak! Az utóbbi évek törekvéseiről a 3. ábrán adunk számot.

Örülünk annak, hogy a hordozható eszközeinkben (mobiltelefon, laptop) még kisebb elemek kerülnek, így könnyebben viszhük őket magunkkal, de azért ennél komolyabb ügyek is van-

3. ábra. Újabb lítiumelemek

A lítiumelemek új korszaka			
1996.	Lítium-levegő elem Li szerves elektrolit O ₂ , C	Abraham	
2006.	Lítium-levegő elem Li film vizes elektrolit O ₂ , C	Visco	
2006.	Lítium-levegő elem Li szerves elektrolit O ₂ , C, katalizátor	Bruce	
2009.	Lítium-kén elem Li szerves elektrolit S, C	Nazar	
2010.	Lítium-kén elem Sn-C szerves elektrolit Li ₂ S, C	Hassoun-Scrosati	



nak. A szívritmus-szabályozás lehetőségét már az 1950-es években felismerték. A legnagyobb gondot az áramforrás jelentette. Az első, már hordozható változat a Ruben-féle Zn – HgO elemet használta. Azonban ez terjedelmes és nehéz volt, valamint két-három évente kellett cserélni. A Moser-féle Li – I₂ – poli(2-vinilpiridin) elem, amit azután Wilson Greatbach (1919–2011) fejlesztett tovább, az 1980-as évektől egész más életminőséget biztosított a pacemakert használóknak. Ez már könnyű és hosszú élet-tartamú volt.

A tüzelőanyag-cellák

Az alapjelenséget William Robert Grove (1811–1896) és Christian Friedrich Schönbein (1799–1868) már 1838-ban felfedezte, legalábbis a napjainkban legigéretesebbnek tűnő H₂ – O₂ elem tekintetében. Ez pedig nem más, mint a durranógáz-reakció ellenőrzött, elektrokémiai cellában való véghezvitele, amelynek a végterméke a víz. Ez az, amire környezettudatos világunkban vágyunk: egy tiszta áramforrás, amely káros anyagot nem, csak tiszta vizet termel.

Már a 19. században intenzív kutatás folyt ezen a területen. A történet mérföldköveit a 4. ábrán mutatjuk be.



4. ábra. A tüzelőanyag-cellák 170 éves karrierje dióhéjban

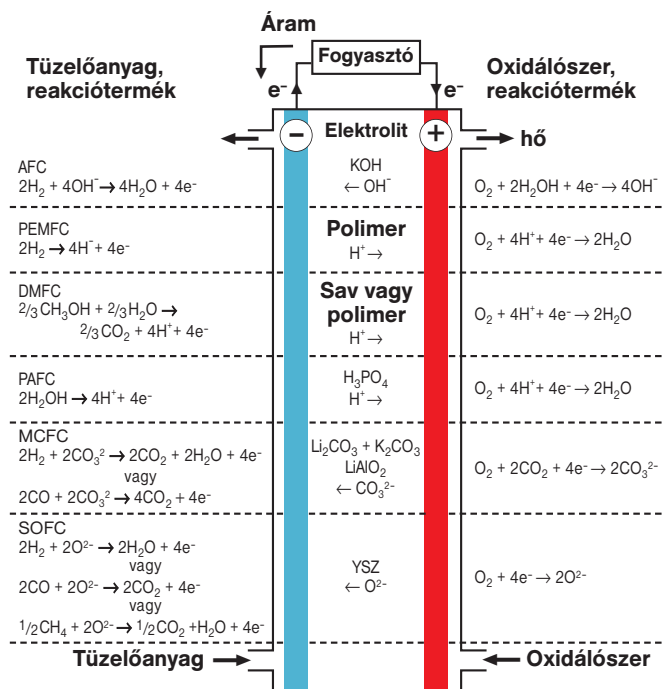
Kétségtelen, hogy a tüzelőanyag-cellák új korszaka Francis Thomas Bacon (1904–1992) tevékenységével kezdődött, aki kitálalta a gázdiffúziós elektródot, és 25 évig fejlesztette a tüzelőanyag-celláját, amely végül az Apollo űrhajón szolgáltatta az áramot és a vizet (5. ábra). Tanulságos a történet, mert Bacon munkája akkor egyik brit egyetemet sem érdekelt, mindenhol elküldték, végül saját házában dolgozott. Itt akadtak rá az amerikaiak, akik felismerték, hogy Bacon rendelkezik egyedül igazán használható tüzelőanyag-cellával. Meghívták az Egyesült Államokba, adtak a további fejlesztésre 100 000 millió dollárt és létrehozta egy 100 fős kutatócsoportot.



5. ábra. Francis Thomas Bacon (balra) és munkatársai szerelik a tüzelőanyag-cellákat az Apollo űrhajók számára

Bacon tüzelőanyag-cellája hibamentesen működött mind a 18 Apollo űrhajó küldetése során.

Sokféle tüzelőanyag-elem létezik, felépítésük, működési hőmérsékletük és a használt tüzelőanyag, illetve elektrolit, valamint más szempontok szerint szokták csoportosítani őket (6. ábra).



6. ábra. Különböző típusú tüzelőanyag-cellák

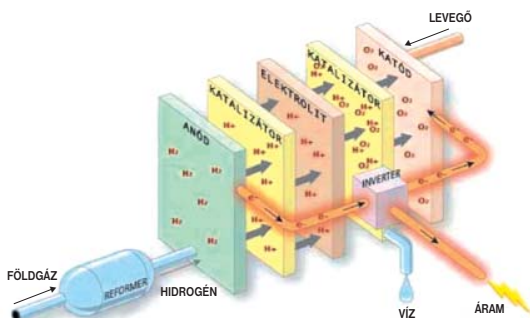
A 6. ábrán a nemzetközi rövidítéseket használtuk. Ezek a következők: FC = fuel cell = tüzelőanyag-cella, AFC = alkalikus FC, PEMFC = protoncserélő membrános FC, DMFC = (direkt) metanolos FC, PAFC = foszforsavas FC, MCFC = karbonátolvadékos FC, SOFC = szilárd elektrolitos FC, ahol YSZ = Y₂O₃ + ZrO₂. Fel-tüntetjük az ionvezetést biztosító, illetve a membránon áthaladó ionokat is. Az utóbbi három tüzelőanyag-cella magas hőmérsék-leteken működik (150–1000 °C), míg az AFC és a PEMFC 50–120 °C-on. (Bacon cellája AFC típusú volt, előtte a Gemini űrha-jón már szolgált 2 darab 1 kW-os PEMFC modul.)

A protoncserélő membránok anyaga a Nafion, amit Walther Grot fejlesztett ki a DuPont cégnél az 1960-as években. Kedvező tulajdonságai (kiváló protonvezető és protoncserélő, de a hidro-génre való átjárhatóság igen kicsi, hidrofób volta miatt a keletke-



ző víz könnyen távozik, szupersav-katalizátor, kémiaiilag stabilis, mechanikai szempontból is ellenálló stb.) okán ma is a leginkább használatos membrán.

Egy tüzelőanyag-cella felépítésének sematikus képét mutatjuk be a 7. ábrán.

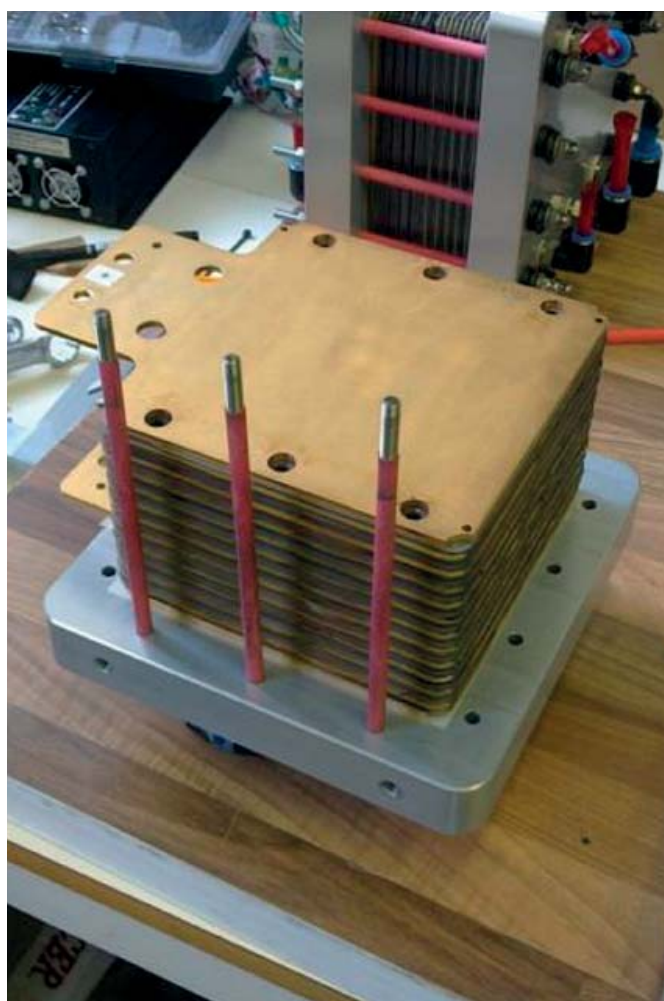


7. ábra. Egy tüzelőanyag-cella sematikus képe

A 8. ábrán egy cellaköteg (stack) látható építés közben az ELTE Elektrokémiai Laboratóriumában, ugyanis ilyeneket használunk, hiszen egy cella feszültsége csak 1 V, ami a működés közben még jelentősen le is csökken.

Az összeállítás látszólag egyszerű művelet, mindazonáltal nagy gondosságot igényel. Egy porszem sem kerülhet a bipolaris lapok és a tömítések közé, mert a hidrogén igen könnyen elszökhet. Ugyanezen okból a bipolaris lapoknak, illetve a véglapoknak tö-

8. ábra. Tüzelőanyag-cella összeállítás közben



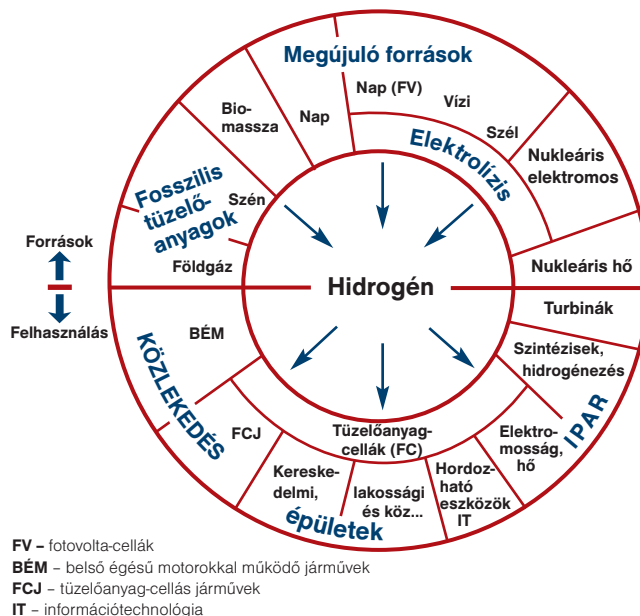
kéletesen egyenletesnek, görbületmentesnek kell lenniük. A lapok összeszorításánál is éppen akkorá nyomást kell alkalmazni, hogy a zárás tökéletes legyen, de egyik lap se görbüljön vagy törjön el. Időnként a kötegeket szétszedjük, és ellenőrizzük, hogy történt-e korrózió. Ennek helye és nagysága fontos iránymutatásul szolgál a tüzelőanyag-cellák további fejlesztéséhez. A 9. ábrán jól látszanak a gáz- és vízvezető csatornákkal is, amelyek megfelelő kialakítása a legfontosabb tervezési művelet.



9. ábra. A bipolaris lap a gáz- és vízvezető csatornákkal. A korrózió ellenőrzése 1 év működés után

Természetesen a működtetéshez készenlėti áramforrásként, erőműben vagy egyéb alkalmazásokban kell még vezérlő és ellenőrző elektronika, hidrogénpalack, gázszivattyú, hűtőrendszer, biztonsági berendezés – csak hogy néhány elemet említsünk.

A hidrogén előállítása és tárolása a fenntartható hidrogéngazdaság kérdéskörének, ezen belül a $H_2 - O_2$ tüzelőanyag-cellák üzemeltetésének kiindulópontja. Kíváncsú, hogy eleve megújuló energiaforrásból származzon (10. ábra). Ez környezetvédelmi követelmény, de a hidrogén jelenlegi, fosszilis forrásokból való előállítása – napjainkban az 50 millió tonna éves hidrogénterme-



10. ábra. A hidrogén előállítási és felhasználási lehetőségei

lés nagyobb része a földgáz reformálásából származik – nem is lesz folytatható, éppen ezeket az alapanyagokat szeretnénk kiváltani. Az elektrolízissel való előállítás azért is kíváncsú, mert az tiszta hidrogént eredményez, 10%-nál nagyobb CO-tartalom már mérgezi a katalizátort a tüzelőanyag-cellákban. Vegyük azt is figyelembe, hogy a hidrogén szerepe kettős. Nemcsak tüzelőanyag, hanem energia tárolására is szolgál. Ugyanis az elektro-

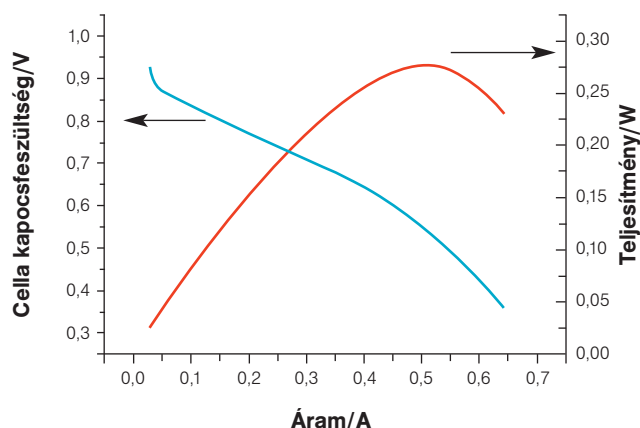


mos áramot nem lehet tárolni, tehát a szél- és vízi erőművek, napelem-telepek által termelt áramot, ha a hálózat nem veszi át vagy nem használják fel azonnal helyben, valahogyan raktározni kell. A víz elektrolízisével való hidrogén-előállítás különösen ott célszerű, ahol sok víz áll rendelkezésre. Norvégiában és Izlandon, ahol olcsó hidrotermális és geotermális elektromosságot használhatnak, komoly fejlesztés folyik e területen.

Más hidrogén-előállítási módok is szóba jöhetnek, például biomasszából baktériumos fermentációval. A hidrogén tárolása a nagy nyomású hidrogénpalackok mellett folyékony formában vagy fém-hidridekben (pl. CaNi_5H_4 vagy Mg_2NiH_4) történik. Ígéretes a NaBH_4 -ből való felszabadítás vízzel való reakció útján, csak ez igen drága. Távolítailag a jelenleg már meglévő földgázszállító csőhálózat átalakítható hidrogén szállítására is.

A tüzelőanyag-cellák felhasználási körét a 11. ábrán mutatjuk be. Válasszunk ki egyet, a közlekedést. A hidrogén üzemanyag-gal működő járművekkel szembeni egyik ellenérv, hogy a hidrogén veszélyes. Ez nem állja meg a helyét, mert a hidrogén könnyű

ximuma van (13. ábra). Ezt figyelembe kell venni akkor, amikor a járművet használjuk. A PEMFC cellák különösen alkalmasak arra, hogy változó teljesítménnyel működtessük őket. Gépjármű-



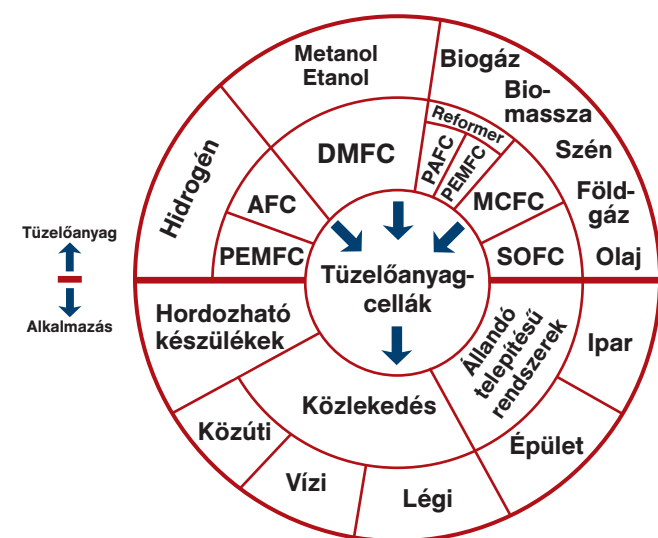
13. ábra. Egy tüzelőanyag-cella teljesítménygörbéje

veknél ez a helyzet. A gyorsításkor egy szuperkapacitás „segít rá”, amit azután menet közben újra feltöltünk. Mivel a tüzelőanyag-cella teljesítményét közel állandó igénybevétel mellett tudjuk a legjobban kihasználni, hagyományos Li-akkumulátort is érdemes sorba kötni vele, és ez utóbbi táplálja közvetlenül az elektromotort.

2009-ben az ELTE-n elkészült az első hidrogénnel működő tüzelőanyag-cellás kisjármű, a HYGO, amelyik azonnal nagy sikert aratott az Alternatív hajtású járművek versenyén Győrben, elnyerve a prototípus 1. díját, a leginnovatívabb jármű díját és a Honda különdíját (14. ábra).



14. ábra. Magyar tüzelőanyag-cellás jármű



11. ábra. A tüzelőanyag-cella típusai és felhasználási lehetőségei

nyen elszökik a levegőbe, illetve a 12. ábrán látható módon ég el, ha meggyullad, ellentétben a benzinnel, ami kifolyik, a gépjármű pedig kiég vagy felrobban. Tulajdonképpen a hidrogén rossz hírért a Zeppelin léghajó katasztrófája keltette, de ott is először a dízelolaj gyulladt meg. Már el is felejtettük, hogy a lakosság különösebb baj nélkül használta a városi (világító) gázt, aminek 50%-a hidrogén volt.

Már említettük, hogy a tüzelőanyag-cella kapocsfeszültsége csökken az áram függvényében, a teljesítményének azonban ma-

12. ábra. Egy hidrogénnel, illetve egy benzinnel hajtott gépkocsi égési tesztje



A hidrogénes járműveknek természetesen üzemanyagot is kell vételezniük. Ennek infrastruktúrája napjainkban kezd kiépülni, jelenleg 200 hidrogénkút működik világszerte, ebből 70 hozzáférhető az autósok részére. Nemcsak a töltőállomások jelenthetnek megoldást, talán egyszerűbb is egy fém-hidrides palackot cserélni, ami az üzemelő benzinkutaknál is megtehető.

A tüzelőanyag-cellák területén az elmúlt években jelentős elmozdulás figyelhető meg a kutatás-fejlesztési (R&D) aktivitástól az ipari termelés irányába. 2008 és 2010 között az ipari termelés 27%-kal nőtt. Ennél még nagyobb mértékben növekedett a cégek bevétele: 260 millió dollár 2008-ban, 670 millió dollár 2010-ben. 2017-re 28 milliárd dolláros piacot jósolnak (Pike Research Fuel Cells Annual Report, 2011). Érdemes nekünk is részt vennünk a versenyben.



Braun Tibor

■ ELTE Kémiai Intézet

A kristályos szénnanokémia matrjoskababái

A szénnanohagymák kémiája

A kristályos szén új allotrópjainak, a fulleréneknek a felfedezése 1985-ben [1] onnan indult, hogy a felfedezőik eredetileg a csillagközi terekben lévő, hosszú láncú szénvegyületek létét szerették volna bizonyítani. A csillagközi terekben uralkodó körülményeket reprodukáló laboratóriumi vizsgálataik során akadtak rá véletlenül egy új szén molekulacsoportra, amelynek első tagját, a C_{60} -at Buckminster Fuller amerikai építész tiszteletére buckminsterfullerénnek nevezték el.

Az akkor még virtuális molekuláknak 1990-ig kellett várniuk arra, hogy német és amerikai kutatók – szintén véletlenül – a valóságban is elő tudják őket állítani [2]. A véletlenek sorát 1991-ben a szénnanocsövek felfedezése gyarapította [3].

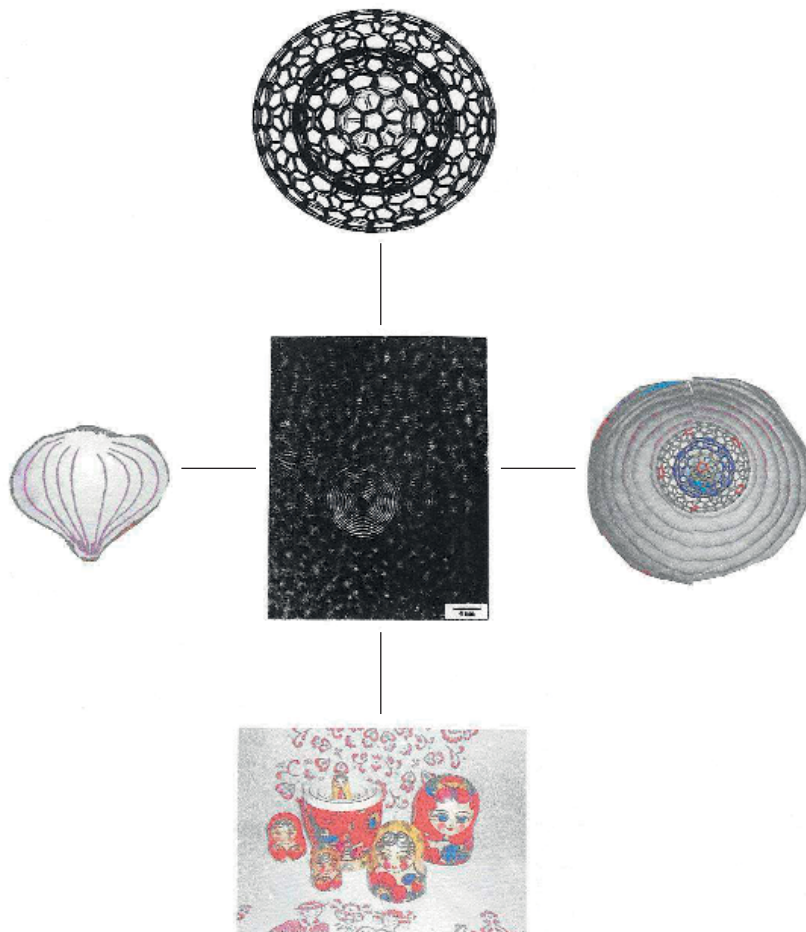
A fentiek után már valószínűleg nem tűnik meglepőnek, hogy az e dolgozat tárgyát képező szénnanohagymákat is véletlenül fedezte fel Ugarte brazil kutató [4] 1992-ben. Daniel Ugarte a Lausanne-i Szövetségi Műszaki Egyetemen (École Polytechnique Fédérale de Lausanne) elektronmikroszkóppal vizsgált arannyal és lantan-oxiddal töltött szénnanorészecskéket,

elektronbesugárzásuk után. A besugárzás az arany elpárolgását eredményezte, egyúttal a nanorészecskék lapkás szerkezetét matrjoskababaszerűen, illetve hagymaszerűen egymásba foglalt széngömbökké alakította.

A szénnanohagyma hagymaszerűen vagy matrjoskababaszerűen egymásba foglalt, különböző méretű széngömbökből áll, ahogy az **1. ábrán**, Ugarte elektronmikroszkópos felvételén, illetve a **2. ábrán** gra-

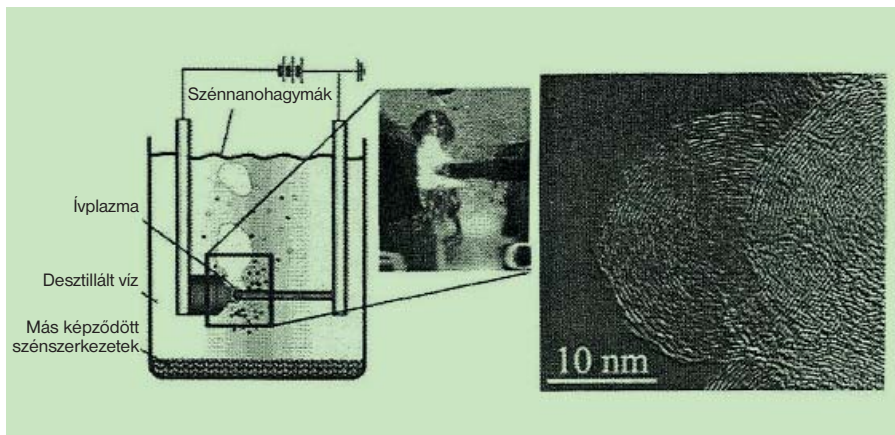
fikai analóggént látható. A szén hagymahéjak száma az előállítástól függően különböző lehet, a leggyakrabban 2–6 között változik. Ezért a jól kristályosodott nanohagymák legbelső gömbjének (héja) átmérője kb. 0,7–0,8 nm, ami megegyezik a C_{60} átmérőjével. Tekinethetjük a nanohagymákat fullerénnel töltött endohedrális fulleréneknek is, amit például két belső rétegű $C_{340}@C_{240}@C_{60}$ molekulaként jellemezhetünk, illetve írhatunk le.

2. ábra. Matrjoskababaszerű szénnanohagymák grafikai analógjai



1. ábra. Szénnanohagymák elektronmikroszkópos felvétele [5]





3. ábra. A szénanohagymák előállítása víz alatti szikráztatással [12]

A nanohagyma héjai tökéletes gömbök-ként alakulnak ki, és a héjak közötti 0,334 nm-nyi távolság megegyezik két (220) grafitlapsík közötti távolsággal.

Szénanohagymák előállítása

Az arannyal, illetve lantán-oxidokkal töltött szénrészecskékből elektronsugárral besugárzott és hőkezeléssel előállítható kis nanohagyma-mennyiségek nem bizonyultak elegendőnek a behatóbb tanulmányozáshoz. 2001-ben a japán Sano és munkatársai új eljárást dolgoztak ki szénanohagymák előállítására nagy tisztaságú grafitrudak víz alatti szikráztatásával [6].

A grafitrudakat 16–17 V feszültséggel szikráztatták 30 A állandó áramerősség alatt. A szikráztatást a 3. ábrán bemutatott készülékben végezték. Ez az eljárás fejlettebb alternatívát nyújtott a szénanohagymák előállítására azáltal is, hogy

nagyobb, 15–25 nm átmérőjű (20–30 rétegű) hagymák előállítására is alkalmas volt. A szénanohagymák előállításában jelentős fejlődés 1994-ben következett be, amikor Kuznetsov kimutatta [7], hogy a nanogyémantok különböző hőmérsékleteken való hőkezelése nanohagymákat eredményezhet, mint a 4. ábrán látható. A Danilenko [8] által felfedezett nanogyémantok ipari mennyiségekben is előállíthatók [9,10], ami megnyitotta annak lehetőségét, hogy a nanohagymák is könnyebben hozzáférhetővé váljanak, és részletes vizsgálataikat is lehetővé tette.

Echegoyen és munkatársai részletes összehasonlító vizsgálatokat végeztek a szénanohagymák víz alatti szikráztatásával, illetve nanogyémantok hőkezelésével való előállítására kapcsán [12].

A szénanohagymákat, illetve a nanogyémantokból való kialakulásukat az utóbbi évek során Raman-spektroszkópiával [11], röntgendiffrakcióval [13], és elektron-

spin-rezonancia spektroszkópiával [11] vizsgálták. Az eredmények többek között azt mutatták, hogy kisebb méretű szénanohagymákat (5 nm: 6–8 héjú) hőkezeléssel, nagyobb méretűeket (15–25 nm: 20–30 héjú) szikráztatással lehet előállítani.

Kémiai tulajdonságok, funkcionálizálás

A szénanohagymák egyedülálló tulajdonságokkal rendelkeznek. Többek között említendő például a nagy felület-tömeg arány a grafit-szerű, többréteges szerkezet/morfológia és a kis súly. A szénanohagymák számos alkalmazásra találtak.

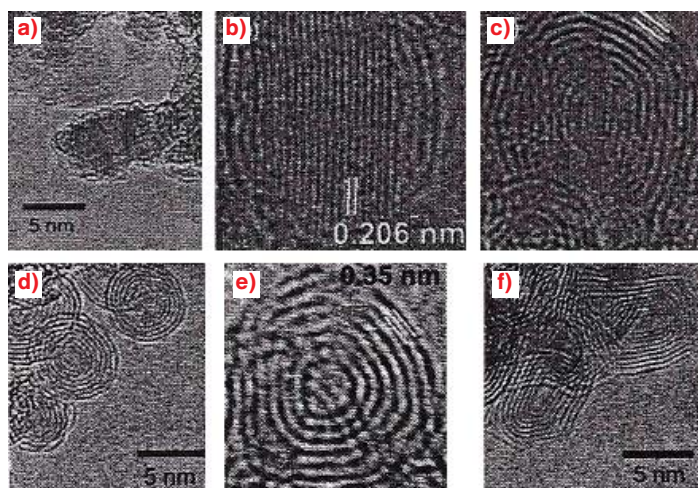
Felületi tulajdonságaik következtében azonban vízben és szerves oldószerekben való alacsony oldhatóságuk és diszpergálhatóságuk nehézségeket támaszt alkalmazhatóságuk és tulajdonságaik tanulmányozása elé.

Ezek áthidalására és az oldhatóság növelésére különböző felületi funkcionálizációs eljárásokat javasoltak, például a felületi hibahelyekre való kovalens horgonyzással vagy addíciós reakciókon keresztül.

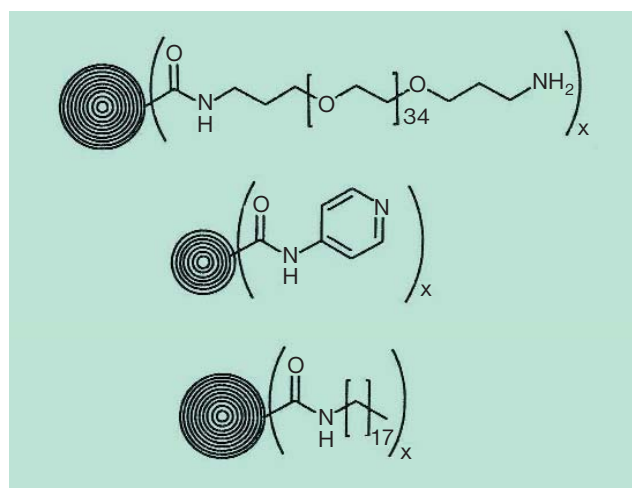
Echegoyen és munkatársai [14] beszámoltak a polietilén-glikol (PEG_{1500H}) és 1-oktadecil-amin (ODA) addíciójáról szénanohagymákhoz amidálási reakción keresztül. A hagymák felületi hibahelyeit karboxilcsoportok képződése érdekében salétomsavval oxidálták, melyekhez azután különböző reagenseket kötöttek, például az említett PEG-t. Ugyanez az út vezetett más amidált termékhez is (5. ábra).

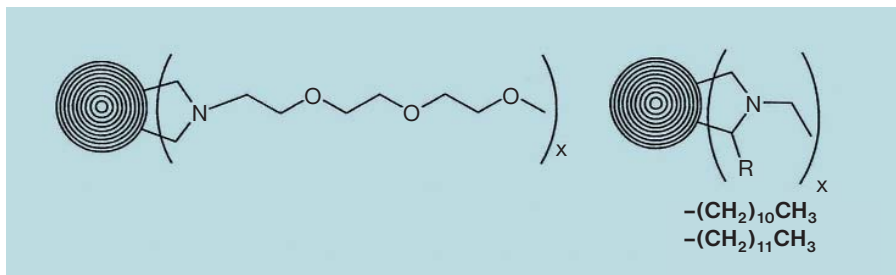
Az ODA-val való amidálás szilárd fázisú reakción keresztül eredményezte az 5. ábrán bemutatott vegyületet. Nagyméretű

4. ábra Nanogyémantok szénanohagymákká való alakulása hőkezeléssel. Elektronmikroszkópos felvételek: a) nanogyémantok, b) 827 °C, c) 1400 °C, d) 1700 °C, e) 1700 °C (nagy felbontású felvétel), f. >1900°C [7,11]



5. ábra. Amidálással funkcionizált nagyméretű (kb. 10 héjú) és kisméretű (kb. 6 héjú) szénanohagymák [14]





6. ábra. Nagyméretű szénnanohagymák pirrolidinszármazékai [15]

szénnanohagymák pirrolidin-addukthoz vezető funkcionálisálását 1,3-dipoláris cikloaddíciós reakcióval végezték [15]. Ezt azután hosszú szénláncú adduktokkal is kiegészítették (6. ábra). Gao és munkatársai [16] a szénnanohagymák nitrénekké való [2+1] cikloaddícióját vizsgálták. A szerves azid (2-hidroxiethyl-azid és *O*-azidoethyl-2-brom-2-metil-propanoát) termikus bontása után a képződött nitrén [2+1] cikloaddíciójával reagáltak a szénnanohagymákkal hidroxilezett (SzNH-OH, 1: 7. ábra) és bromozott (SzNH-Br, 3: 7. ábra) nanohagymákat hozva létre. Ezt a két vegyületet a 7. ábrán bemutatott polimerek előállítására használták ϵ -kaprolakton esetében gyűrűnyitási polimerizációval (ROP: ring-opening polymerization), illetve atomátadásos gyökös polimerizációval (ATRP: atom transfer radical polymerization) polisztirol esetében.

Palkar és munkatársai [12] szabad gyökös addíciós vizsgálatokat végeztek nagyméretű szénnanohagymákon benzoil-peroxidot használva fenilgyök-prekursoraként.

A fenilezett vegyületet óleummal (30% SO_3 , H_2SO_4 -ben) reagáltatva jutottak a szulfonált nanohagymához (8. ábra).

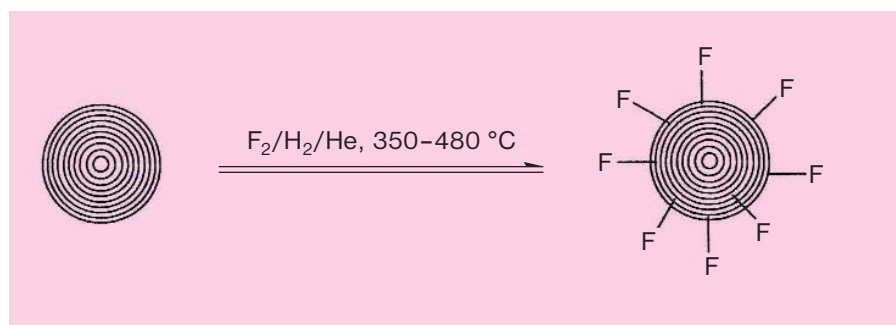
Nagyméretű szénnanohagymák közvetlen fluorozásáról számoltak be Khabashesku és munkatársai [17] (9. ábra). Ehhez a F_2 , H_2 és He áramoltatására 350 és 480 °C hőmérsékleten alkalmazható berendezést használtak. A kisméretű szénnanohagymák funkcionálisálását kettős gyökreakción keresztül *bis*-*o*-diinil-arénekké (BoDA) is lehetett végezni [18], és a 10. ábrán bemu-

8. ábra. Szénnanohagymák fenilált és szulfonált vegyületei [12]

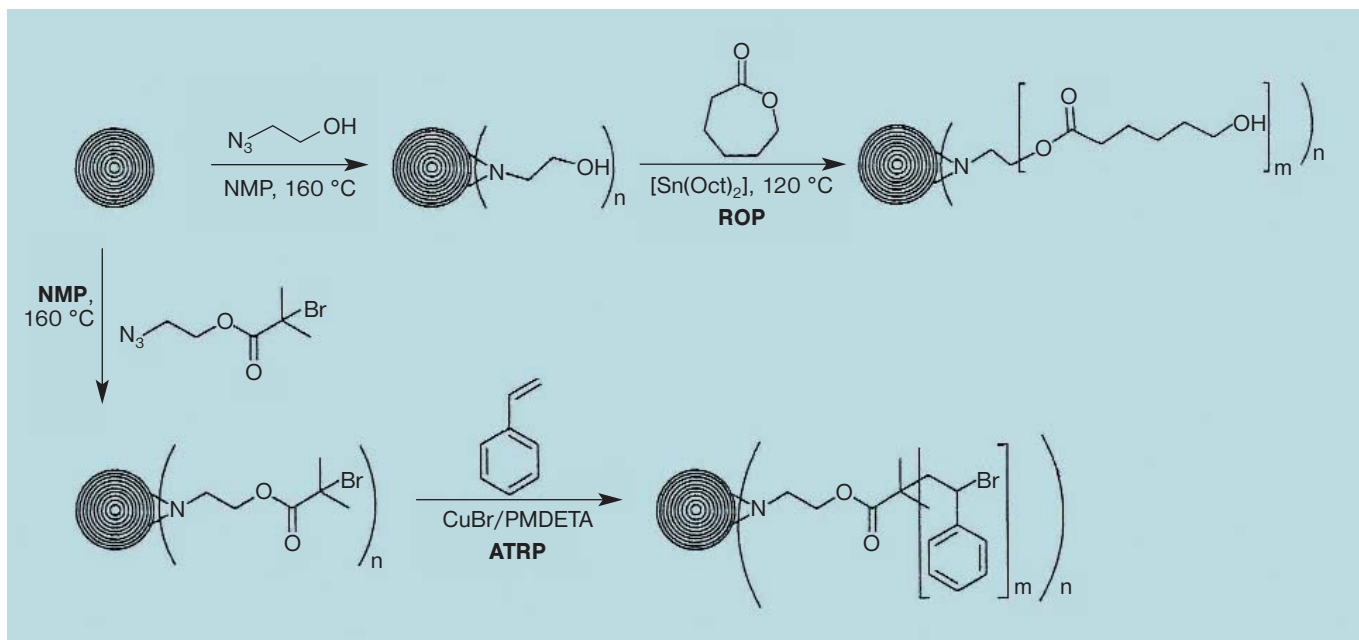
tatott terméket kapták. Antracénnel funkcionálisált szénnanohagymákat írtak le Brieva és munkatársai [19], amelyeket lítiumcsérés bromozásos intermediereken keresztül kaptak. Az eljárás más policiklusos aromás vegyületek esetében is alkalmazható (11. ábra).

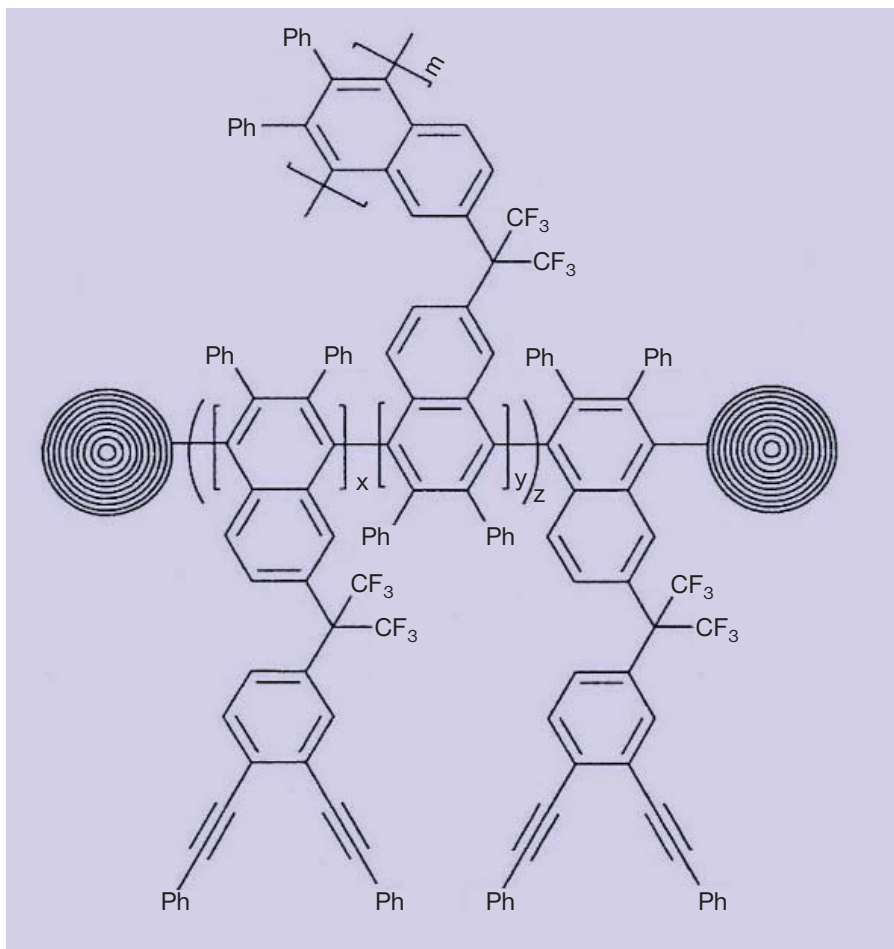
Az oxidálással létrehozott hidroxilezett szénnanohagymákat Luszczyński és munka-

9. ábra. Szénnanohagymák közvetlen fluorozása [17]



7. ábra. Szénnanohagymák (SzNH) funkcionálisálása nitrén [2+1] cikloaddíciójával, hidroxilezett SzNH-OH és SzNH-Br képződésével és ϵ -kaprolakton gyűrűnyitási polimerizálással (ROP), illetve polisztirol atomátadásos gyökös polimerizálással (ATRP) [16]



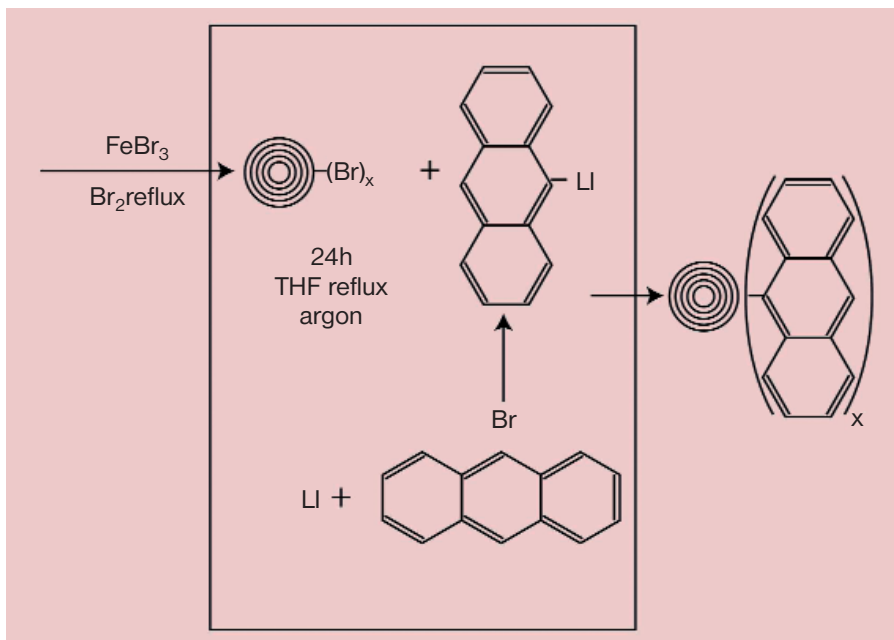


10. ábra. Szénnanohagyma-derivátum szabad gyökös polimerizálásból [18]

társai [20] eredményesen funkcionáliszták 3-(4,5-dimetil-tiazol-2-il)-5-(3-karboxi-metoxi-fenil)-2-(4-szulfo-fenil)-2H-tetrazoliummal (MTS). Az előállított vegyület kiváló biokompatibilitást mutatott.

Palkar és munkatársai pridil-ligandumot tartalmazó szénnanohagymákat reagáltattak cink-tetrafenil-porfirinnel (ZnTFP), létrehozva az első szénnanohagyma szupramolekuláris komplexeket [17].

11. ábra. Antracénnel funkcionálisztott szénnanohagymák [19]



Szénnanohagymák gyakorlati alkalmazásai

A világszerte folyó legújabb vizsgálatok alapján a nanogyémántokhoz hasonlóan a funkcionálisztan vízben oldható nanohagymáknak biokompatibilitásuk következtében rendkívül nagy jövőt jósolnak orvosi és orvosi biológiai alkalmazásokban [14]. De a funkcionálisztott nanohagymák sokoldalúan használhatók például kenőanyagként [21], optikai limitálóként [22], az űrkutatásban [23], a katalízisben [24], üzemanyagcellákban [25], gáztárolásra [26] és elektromágneses árnyékolásra [27] is.

IRODALOM

- [1] H. W. Kroto, J. R. Heath, S. C. O'Brien, R. J. Curl, R. E. Smalley, *Nature* (1985) 318, 162.
- [2] W. Krätschmer, L.D. Lamb, K. Fostiropoulos, D. R. Huffman, *Nature*, (1990) 347, 354.
- [3] S. Iijima, *Nature* (1991) 354, 56.
- [4] D. Ugarte, *Nature* (1991) 359, 707.
- [5] D. Ugarte, *Carbon*, (1995) 33, 989.
- [6] N. Sano, H. Wang, I. Alexandrou, M. Chhowalla, K. B. K. Theo, G. A. J. Amaratunga, *Nature* (2001) 414, 506.
- [7] V. I. Kuznetsov, A. L. Chuvilin, Y. V. Butenko, I. Y. Mal'kov, V. M. Titov, *Chem. Phys. Lett.*, (1994) 222, 343.
- [8] V. V. Danilenko, *Phys. Solid State*, (2004) 46, 595.
- [9] Braun Tibor, Magyar Tudomány (megjelenés alatt)
- [10] Braun Tibor, Magyar Kémikusok Lapja (megjelenés alatt)
- [11] S. Tomita, T. Sakurai, H. Ohta, M. Fujii, S. Hayashi, *J. Chem. Phys.*, (2001) 114, 7477.
- [12] A. Palkar, F. Melin, C. M. Cardona, B. Elliot, A. K. Naskar, D. D. Edie, A. Kumar, L. Echegoyen, *Chem. Asian J.*, (2007) 2, 625.
- [13] S. Tomita, A. Burian, J. C. Dore, D. Le Bolloch, M. Fujii, S. Hayashi, *Carbon*, (2002) 40, 557.
- [14] A. Palkar, A. Kumbhar, A. J. Athans, L. Echegoyen, *Chem. Mater.*, (2008) 40, 1685.
- [15] A. S. Rettenbacher, B. Elliott, J. S. Hudson, A. Amir-khanian, L. Echegoyen, *Chem. Eur. J.* (2008) 20, 1685.
- [16] L. Zhou, C. D. Zhu, W. Xu, F. F. Chen, A. Palkar, L. Echegoyen, E. S-W. Kong, *Chem. Eur. J.* (2009) 15, 1396.
- [17] Y. Liu, R. L. Vander wal, V. N. Kabashesku, *Chem. Mater.*, (2007) 19, 778.
- [18] A. S. Rettenbacher, M. W. perpall, L. Echegoyen, J. Hudson, D. W. Smith, *Chem. Mater.*, (2007) 19, 1411.
- [19] A. C. Briega, C. Jäger, F. Huysken, L. Siller, Y.V. Butenko, *Carbon*, (2009) 47, 2812.
- [20] J. Luszczek, M. E. Plonska-Brezinska, A. Palkar, A. T. Dubis, A. Simionescu, D. T. Simionescu, B. Kalska-Szostko, K. Winkler, L. Echegoyen, *Chem. Eur. J.*, (2010) 16, 4870.
- [21] H. Lowe, US Patent 0221995, 2005.
- [22] E. Kondemas, O. Kokkinaki, M. Konstantaki, S. Couris, S. Korovin, P. Detkov, V. Kuznetsov, S. Pimenov, V. Pustovoi, *Chem. Phys. Lett.*, (2002) 357, 336.
- [23] A. Hirata, M. Igarashi, T. Kaito, *Tribol. Int.*, (2004) 37, 889.
- [24] N. Keller, N. I. Maksimova, V. V. Rodativ, M. Scheer, G. Mestl, Y. V. Butenko, *Angew. Chem. Int. Ed.*, (2002) 41, 1855.
- [25] J. J. Guo, X.W. Yang, Y. L. Yao, X.M. Wang, X.G. Liu, B.S. Xu, *Rare Met.* (China) (2006) 25, 305.
- [26] N. Sano, H. Wang, I. Alexandrou, M. Chhowalla, K. B. K. Teo, G.A.J. Amaratunga, *J. Appl. Phys.*, (2002) 92, 2783.
- [27] R. Langlet, P. Lambin, A. Mayer, P.P. Kuzhir, S.A. Maksimenko, *Nanotechnology*, (2008) 19, 1157.

ÖSSZEFOGLALÁS

Braun Tibor: A kristályos szénnanokémia matryoskababái. A dolgozat bemutatja a fullerénszerű szénnanohagymák előállítását, néhány tulajdonságát, funkcionálisztását és alkalmazását.



Mágnesek, gélek, poliaminosavak

Beszélgetés Zrínyi Miklóssal

Zrínyi Miklóst sok fiatal vegyész a Műegyetem Fizikai Kémia Tanszékéről ismeri, amelyet hosszú évekig irányított. Pályája, talán rendhagyó módon, a Semmelweis Egyetemen folytatódik, ahol a Biofizikai és Sugárbiológiai Intézetben nemrég alakult Nanokémia Kutatócsoportot vezeti. Az MTA levelező tagja a nanoméretű kolloidok tudósa; egyik leglátványosabb eredménye a mágneses gélek – az egyszerre mágneses és rugalmas anyagok – előállítása.

– Milyen kutatások folynak a frissen berendezett fehér, kék, zöld, sárga laboratóriumokban?

■ Az új csapat néhány hónapja állt fel. Van két PhD-fokozatot szerzett és egy frissen diplomázott kolléganőm, ők képviselik a kémiát, két BSc-végzettségű mérnöki fiút pedig félállásban foglalkoztatok. Jár ide még egy-két TDK-s az ELTE-ről. Az orvosok inkább az eredményét használják majd annak, ami a laborból kikerül. Mi klasszikus fizikai kémiát művelünk, de a megválaszolásra váró kérdéseket orvosi, élettani problémák vetik fel. A fizikai kémiának ez az árnyalata a mi „védjegyük”.

– Érzékeltetné egy példán a munkájukat?

■ Nézzük, mondjuk, a hővezetés vizsgálatát.

– Mi ebben az újdonság?

■ A közeg. Mi polimer gélekkel dolgozunk. Ez sok szempontból fontos.

Részben a mágneses hipertermiás kezelés miatt vágtunk bele ebbe a munkába. A kezelés abból áll, hogy mágneses folyadékot, amelyben tíz nanométer nagyságú mágneses részecskék vannak, injektálnak be a daganatos sejtekhez, és a folyadékot (vele pedig a sejteket) nagy frekvenciás mágneses térben lokálisan melegítik. Általában a hő – amely elpusztítja a daganatos sejteket – továbbterjed, és ott, ahol már egészséges sejtek vannak, kárt okoz. Mi azt is vizsgáljuk, hogy milyen kolloidkémiái paraméterekkel tehetjük biokompatibilissá a mágneses folyadékot: el kell érni például, hogy ne csapódjon ki a testnedvekkel találkozáskor, hiszen a részecskék összetapadása a véráramban katasztrofális következményekkel jár, de közben a lokális hőképzés is megmaradjon. A folyadék termikus tulajdonságainak vizsgálatából tudjuk meg, hogy megnövelhetjük-e a hőmérsékletet annyira, amennyi már elég a terápiás hatáshoz, és meddig marad a hő „egy helyben” – hogyan kímélhetjük meg az egészséges sejteket. Ez tehát az egyik motivációja a hővezetési tanulmányainknak.

A másik ok pedig az, hogy bizonyos polimer gélekbe elég könnyen beépíthető egy nyitó-záró mechanizmus. Ez segíti elő a szabályozott hatóanyag-leadást. Ezeknek a mechanizmusoknak, bár remekül működnek, van egy nagy hátrányuk: lassúak. Ha a gél szerkezetet porózussá tesszük, a nyitó-záró mechanizmus felgyorsul, mert a gélek a nagyobb pórusokon könnyebben nyomnak ki és vesznek fel folyadékot. Sok gélben a hőmérséklet-változás indukálja a nyitást-zárást. Azt azonban nem tudjuk előre, hogy ezt

a válaszreakciót a hőmérséklet-változás szabja-e meg, vagy a gél térfogatváltozása. Ezért is gondoltam arra, hogy most elmélyülünk a hővezetésben, és megnézzük, milyen energiatranszportot kell elérni a géllel, hogy a hőmérséklet változása gyors változást indítson be.

A vizsgálatokban olyan géleket is használunk, amelyeknek van egy fázisátmenete: ha a kristálytiszt gél elér egy hőmérsékletet, megfehéredik. Ezért a kísérleti technika roppant egyszerű: fogok egy ilyen géllel, beteszem egy másik gélbe, amiben nincs fázisátalakulás (csak azért, hogy a merőleges irányban elhanyagolható legyen energiatranszport), ezt a gélhengert ráteszem egy magasabb hőmérsékletű fémre, és már követhetem is a hőmérséklet-profil az anyagomban. A profil értelmezése közlőről sem ilyen egyszerű, mert a hőmérséklet nemcsak a hővezetés, hanem a fázisátalakulás látens hője miatt is változik. Ez izgalmas feladat; Stefan-problémának nevezik, mert Stefan írta le, hogyan halad a jégfront az erősen lehűtött vízben. Annyi a különbség, hogy mi nem a vizet hűtjük, hanem a géllel melegítjük, és nálunk az effektus sokkal kisebb. A látványos kísérlet mögött tehát nagyon szép elméleti háttér van. A kísérletet is továbbfejlesztjük, mert tele-rakjuk a géllel termisztorral: így megmérjük a hőmérséklet-eloszlást a gélben, és a modellünket mérésekkel ellenőrizzük. Ez a munka orvosi szempontból is fontos, mert később a szövetek hővezetését jellemző paramétereket szeretnénk meghatározni.

Szintén nemrég kezdtünk el egy másik munkát: mesterséges extracelluláris mátrixot készítettünk. Az ilyen mátrixban a sejtek „szeretnek” növekedni, szaporodni, esetleg differenciálódni. Ehhez olyan struktúra szükséges, amelyiknek nemcsak a felszínéhez, hanem a belsejéhez is hozzáférnek a sejtek. Mi az elektromos szálhúzásnak nevezett módszerrel olyan nanométer-mikrométer vastag szálakat állítunk elő, amelyeknek minden komponense aminosav. A módszer bonyolultabb változata az én régi hobbim: a reaktív elektromos szálhúzás. Ha nem kötjük össze kémiai kötéssel a polimer láncokat, akkor feloldódnak. A polimer szálakat tehát térhálósítani kell. És ha ez a polimer szál bizonyos ionok, mondjuk, kalciumionok hatására nagymérvű kontrakcióra képes, akkor nagyon gyors műizmot készíthetünk belőle. A műizomnak eddig éppen az volt a hátulütője, hogy lassú. Ezért fel kell gyorsítani a kontrakciót is, a dilatációt is.

– Miért poliaminosavval dolgoznak?

■ Mert ez biokompatibilis. A mi módszerünkben az az újdonság, hogy minden komponens biokompatibilis. A poliszukcinimid, amelynek a hidrolíziséből keletkezik a poliaszparaginsav, az előállítás folyamat kiindulási anyaga, nagyon reakcióképes: könnyen tudjuk térhálósítani, sőt akár nanoméretű ezüstöt vihetünk be a láncok közé, és gombaellenes szert készíthetünk belőle.

Hatóanyagot is becsomagolhatnánk a mátrixba, csak ezzel nincs jó tapasztalatom, pedig engem rendkívüli módon izgat a szabályozott hatóanyag-leadás, a hatóanyag célba juttatásának fizikai háttere.

– *Úgy tudom, ez a mechanizmus még csak a laboratóriumban működik.*

■ Igen. Nagyon sok gél alkalmas a szabályozott hatóanyag-leadásra, de az a baj, hogy ezek nem biodegradábilisak. Ezért gondoltam arra, hogy próbáljuk meg tiszta aminosavból felépíteni a mátrixot, és a térhálósító szer is legyen aminosav, vagy olyan vegyület, ami a szervezetben előfordul, például természetes aminosav, putreszin vagy spermidin. Ezek mindenféle nagyobb nehézség nélkül rákapcsolódnak a poliszukcinimide. A nyitó-záró mechanizmus szempontjából pedig a hidrofíli-hidrofób arány a legfontosabb, és ezzel is akkor tudunk játszani, ha könnyen funkcionálizálhatjuk a láncokat. A gélek fantasztikus térfogatváltozásra képesek, és azt is el kell érniük, hogy a szabályozó paraméter, például a pH vagy a térhálósítás mértékének megváltozása a térfogatban nagy változást hozzon létre.

– *Hogyan vizsgálják meg az újonnan készült anyagokat?*

■ Van, amit könnyen ellenőrzünk: például ha sikerült térhálósítani a polimert, akkor nem oldódik fel, hanem duzzad. Ezt mikroszkóppal is látjuk. A spektroszkópiai jellemzők meghatározásában nagyon sok segítséget kapunk az ELTE-s partnerektől. A Biofizikai Intézet, ahova tartozunk, a molekuláris biológiai vizsgálatokra helyezi a hangsúlyt. Most vettek egy mechanikai berendezést az izomrostok tanulmányozására, és természetes, hogy az én mesterséges izmom is sorban áll az elemzésre.

– *A biológiai és a mesterséges mintákat ugyanazzal a berendezéssel vizsgálják?*

■ Miért ne? A Biofizikai Intézet felszerelése világszínvonalú. Molekuláris szinten is lehet húzogatni láncokat, de az én szálaim két nagyságrenddel nagyobb mérettartományba esnek, és a tulajdonságok itt mások: kiegészítjük egymást.

– *A kísérletek értelmezése is hasonló?*

■ Miért lenne más? Polimer, rugalmasság, entrópia – ugyanazok a fogalmak.

– *Esetleg más a gondolkodásmód.*

■ Nem, a matematikai-fizikai háttér ugyanaz, legfeljebb az orvos-kollégák jobban tudják a biológiai kapcsolódási pontokat. Én ezt most tanulom. De a fizika nem lehet más. A makromolekuláris fizika olyan értelemben univerzális, hogy a kémiai minőség csak egy-egy para-

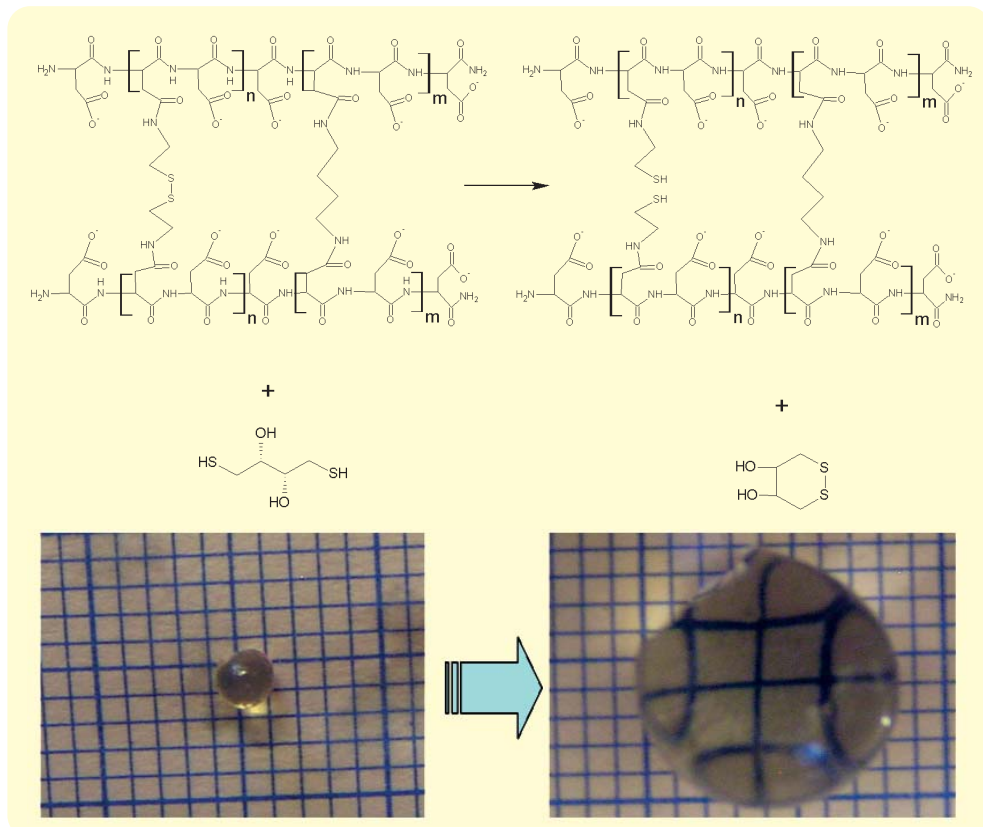
méterben jelenik meg. A biofizika-könyvek és polimerfizika-könyvek ugyanúgy kezelik a polimereket. Van itt egy kötet, az a címe, hogy *Fizikai kémia és biofizika*. Mert a biofizika túlnyomó része megegyezik azzal, amit a vegyészek fizikai kémiának neveznek, csak a vizsgált rendszer különbözik.

Egyébként arra nagyon büszke vagyok, hogy Magyarország legjobb és legmodernebb „fizikém”-könyvtára nálam található. Minden alkalommal hozok haza valamilyen könyvet külföldről, és a legújabbak közül válogatok.

Én is írtam egy háromrészes tankönyvet, a negyedik kötetem most gondolkozom: ebbe az anyag és terek – például a gravitációs, elektromos és mágneses terek – kölcsönhatása kerül majd. Nem az ionos részecskékre gondolok, hanem a neutrálisakra. Csodálatos dolgokat lehet velük csinálni!

Az egyik mostani kedvenc témám a Quincke-rotáció. Ez azért tetszik nekem, mert nemcsak elméleti szempontból nagyon izgalmas, hanem látványosan működik is. Quincke észlelte először, hogy sztatikus és homogén elektromos térben bizonyos kisméretű részecskék – például kén- vagy turmalindarabkák – pörögnek, és a forgás intenzitása nagyon érzékeny a tér intenzitására. Ez töltésrelaxációs jelenség, amit már nagyon régóta ismertem, de öt évembe telt, amíg – éppen véletlenül – találtam egy újabb anyagot, egy vas-oxidot, amelyik mutatja ezt az effektust. Hamar felvetődött, hogy a mikrofluidikában és a nanotechnológiában nagyon fontosak az apró keverők, motorok: meg kellene ezeket polimerből is csinálni. Először beleraktam a koloid méretű vas-oxid részecskéket polimerbe: fantasztikusan pörögtek! Ma már töltőanyag nélküli polimert is tudunk forgatni! Az egyik kolléganőm éppen Szegeden van, ahol fotolitográfiával farigcsálják az anyagunkat. Talán nemsokára motorunk vagy keverőnk is lesz: japán és olasz mérnökökkel dolgozunk a feladaton.

Kétféle térhálósító molekulával keresztkötött poliaszparaginsav gél duzzadásfokának változása az egyik keresztkötés diszulfidhidja bontásának hatására





– *Hogyan tudja fönntartani a laborját?*

■ A májusban befejeződő TÁMOP-támogatás nagyon sokat segített. Most is vannak beadva pályázataim. Európában nehezen találok partnereket, pedig van nemzetközi figyelem, mert több folyóirat írt rólam, ami kis büszkeséggel tölthet el. Most az az olasz kolléga hívott meg, aki egy új, mesterséges izomkutatást összefogó európai társaságot szervez. Ezzel a területtel eddig főként Amerikában meg Ázsiában foglalkoztak. Járok Dél-Koreába; Japánba pedig nagyon gyakran utazom, évente többször is. De onnan nehéz „pénzt kihozni”. Helyben viszont mindent megkap az ember, ezért volt kint a közelmúltban két munkatársam is két hónapra. Bármilyen műszer vagy enzim kell – egy telefon és délután vagy másnap megvan.

– *A műegyetemi fizikém-előadásai híresek voltak. Tart kurzusokat az orvosegyetemen is?*

■ Egy-egy alkalommal beugrom, például az orvostanhallgatóknak a biofizika tárgya keretében egy alkalommal termodinamikát tanítok, 45 percben. Nem kis tanári teljesítmény úgy beszélni erről a hatalmas területről, hogy megmaradjon valami a hallgatók fejében. Néhány órám van a Műegyetemen, egy közös képzésben. Mivel ide főként mérnökhallgatók járnak, nem kell „visszafogni” magam, mert matematikából ők nagyon-nagyon képzettek és igényesek.



Az első japán kurzus diákjaival

Az a fura helyzet állt elő, hogy én igazából két helyen tanítok, Japánban és Kínában. Intenzív kurzusokat tartok, napi hat órát két héten át. Utána szóbeli vizsga következik, ami Ázsiában egyáltalán nem szokásos. Évek óta adok elő a Hokkaido Egyetemen, Szapporóban, és mivel sok kínai jár oda, valahogy híre ment a kurzusoknak. Tavaly már Kínában is tanítottam, az ősi Hszianban. Nagyon izgalmas volt összehasonlítani a japán meg a kínai diákokat.

– *Mire jutott?*

■ Sajnos közös, hogy angolul gyatrán tudnak. Aztán az is közös, hogy borzasztóan motiváltak: nagyon akarnak és iszonyú szorgalmasak. Nem rémiszti el őket, ha valamit szakmai vagy nyelvi okokból nem értenek. De a különbség is látszik. Japán már régóta nagyon gazdag ország, a kínaiak meg irtózatosságon fejlődnek, és ez a fejlődés nagyon motiválja őket. Kínában hatalmas építkezések folynak, az emberek jól öltözöttek, és érzik, hogy óriási lehetőség áll előttük. A levegő egyébként nagyon rossz Kínában, talán a folytonos építkezések miatt.

– *A járművekre gondoltam volna először.*

■ Az autók újak, kitűnő a járműpark. Én „rég motoros” vagyok, kicsit jobban megnéztem a motorokat. Mondtam is ma-

gamban: Mi a fene, ilyen spórolósak, hogy csak gurulnak? Kiderült, hogy a motorok nagy többsége elektromos, mert fölfele is megy, és nincs hangja. A kipufogót is hiába kerestem.

Hszianba jövőre biztosan visszamegyek, Szapporóba is. Szeretek tanítani.

Itthon legutóbb a Moholy-Nagy Művészeti Egyetemen tartottam ismeretterjesztő szintű előadást, utána pedig Egerben. Az anyagtudomány egy része a nanotechnológiához és az „intelligens anyagokhoz” kapcsolódik, amelyek nagyon látványosak lehetnek. Némelyik anyag szinte sokkoló, mert mindent vár az ember, csak nem azt, ami az előadói asztalon történik.

– *Biztosan megmozgatja a hallgatóság fantáziáját.*

■ Igen, de ezt fiatalabb korban kellene elkezdenni, az általános iskolában. Én egész fiatalon döntöttem el, hogy vegyész leszek. Amikor a kálium-permanganát kristály a vízben bíbor színűre váltott, úgy megfogott, hogy azt mondtam, talán mégsem rádióamatőrnek vagy cukrásznak megyek, hanem vegyésznek. Nagyon jó tanárunk volt, akivel rengeteget kísérleteztünk. A gimnáziumi osztályomból sokan lettünk vegyészek. A többség – a körzetesítés miatt – Szegeden tanult, én az Omega együttes miatt jöttem Pestre.

– *Aki tanulmányi versenyt nyert, az választhatott... A későbbi versenyeket is megnyerte, mert komoly nevet szerzett a szakmában.*

■ Ez a szegénység következménye, mert ha nincs semmi, kreatívnak kell lenned. A mágneses gél kutatása azzal kezdődött, hogy egy kidobott ESR-berendezés mágnesével kezdtem el játszani. Tudtam, hogy létezik mágneses folyadék: miért ne lehetne rugalmas is? A szemétből indultunk...

Sokszor előfordult, hogy nem olyan irányba fordítottam a kutatást, amilyenbe szerettem volna, mert hiányzott hozzá az infrastruktúra. Az ember inkább megnézi, hogy miye van, mit tud vele kezdeni, milyen tudományos tartalmat teremthet az eszközeivel. Így volt ez a korábbi kutatások – a Liesegang-jelenség, a mágneses gél – esetében, így van most is a proteoid gélekkel. Nincs semmi gond, kémiát kell csinálni.

Persze jobb lenne, ha szuper felszereléssel büszkélkedhetnénk, de az korlátozza is az embert, mert akkor kalapácsnak képzelem magát, és mindent szögnek néz. Nagyon sok műszerre lenne szükségünk, készen áll a listám. Hiányoznak például a reológiai műszerek, mert szeretném a véráramlást is tanulmányozni. Hogyan lehet a viszkozitást csökkenteni? Pillanatnyilag erre egy módszer van, a hőmérséklet növelése. De hogyan csökkenthetnénk a viszkozitást a hőmérsékletet megváltoztatása nélkül? Ezen leginkább az olajiparban gondolkodnak, mert ott a viszkozitás apró csökkentése is nagy haszonnal jár. A vér viszkozitásának izoterm csökkentése azonban életbevágó lehet!

– *A beszélgetésünkből az derül ki, hogy sokat utazik. Hogyan vezet így itthon kutatócsoportot?*

■ Az az igazság, hogy amikor külföldön vagyok, többet beszéllek a munkatársaimmal, mint itthon, mert itt mindig rengeteg feladatom van. És ha skype-olunk, nemcsak beszéllek, hanem meg is nézhetem, hogy mi van a laptopban, mi látszik a számítógép képernyőjén. A nyolc óra időeltolódás miatt este már semmi dolgom nincs, nyugodtan leülök a számítógép elé beszélgetni. Mi kevesen vagyunk, nem olyan nehéz észben tartani, hogy min dolgoznak a kollégák. Én abszolút elégedett vagyok. Ha a mai világban tudjuk tartani a tavalyi szintünket, akkor tökéletes boldogságban fogom leélni az elkövetkező éveket.

Silberer Vera

■ Az interjú egy része megjelent „A hónap kutatója” sorozatban, az OTKA honlapján.



Kucsman Árpád–Jalovszky István

A kémia nem történelem

Második rész

A tudományegyetemi kémia a két világháború között

Than Károly 1908-ban, Lengyel Béla 1913-ban távozott az élők sorából. „Második generációs” utódaikra már nehéz idők vártak. Az első világháború, Trianon és az ezt követő gazdasági nehézségek miatt fellépő súlyos gondok csak igen lassan enyhültek a '30-as évek vége felé. A kommunizmus bukása utáni időre esik egyébként egy újabb névváltozás: 1922-ben az alapító iránti tisztelet jeléül a budapesti tudományegyetem felveszi a Királyi Magyar Pázmány Péter Tudományegyetem nevet, története- sen az akkor már király nélküli Magyarországon.

Ez idő tájt a kémián belüli szakosodás világszerte általános jelenséggé vált. Határozottan elkülönültek egymástól a szerves kémia, a szervetlen kémia, a fizikai kémia és az analitikai kémia. A professzoroknak

Winkler Lajos



„A kémia nem történelem az ELTE-n” című előadás szerkesztett változata. Az előadás az „Alkimia ma” sorozat részeként 2011. március 18-án hangzott el az ELTE Kémiai Intézetében abból az alkalomból, hogy az intézmény 60 évvel ezelőtt vette fel Eötvös Loránd nevét.



Buchböck Gusztáv szobra az ELTE látványos kampuszán

többé már nem kellett a kémia valamenyi ágát művelniük, oktatniuk, kedvükre specializálódhattak. Ez a folyamat jókora átfedésekkel többé-kevésbé nálunk is érvényesült. A B épületben az I. sz. Kémiai Intézetként működő Vegytani Intézetet újból kettéosztották, az eredeti intézmény élére a 45 éves *Winkler Lajos* gyógyszerész-analitikust neveztek ki, ő kapta a B épület déli részét, míg az északi rész az újonnan létrehozott III. sz. Kémiai Intézet vezetőjének, a 40 éves *Buchböck Gusztáv* fizikokémikusnak jutott. Az F épületben, a II. sz. Kémiai Intézet élén is professzorváltás ment végbe: *Lengyel Béla* halála után az Állatorvosi Főiskoláról 45 éves korában áthívták *Bugarszky István* tanszékvezető tanárt. Az ő érdeklődési köre történetesen az analitikával párosult fizikai kémia volt. Korábban mindhárman Thannál doktoráltak.

Hármuk közül Winkler volt a nemzetközileg jegyzett, elhivatott kutató. A klaszikus analitika módszereinek tökéletesítését, fejlesztését tűzte ki életcéljául. Különc embernek ismerték. Késő éjszakába nyúlóan dolgozott laboratóriumában, ezen kívül inkább csak kedvenc kávéházában lehetett látni; a közélettől teljesen elzárkózott. Winkler kollégái, Buchböck és Bugarszky is ígéretesen indultak, külföldi

mesterektől tanultak, így kinevezésük jogos volt. Csak sajnálni lehet, hogy elérte őket a konkurencia nélküli magyar kémiaprofesszorok sorsa: kinevezésük után már alig publikáltak. Megtehették. De ne legyünk igazságtalanok; Buchböck mégis csak a hazai fizikai kémia fő úttörője lett, és Bugarszky is írt két tankönyvet.

A negyedszázados Winkler–Bugarszky–Buchböck-korszakban továbbra is az analitikai kémia, a fizikai kémia és a szervetlen kémia szerepelt a budapesti tudományegyetem étlapján. Mindhárom professzor ugyanabból a tárgykörből adott elő és vezetett gyakorlatokat – gyakran párhuzamosan – bölcsész-, gyógyszerész- és orvostanhallgatóknak, ami eléggé zavaros



Bugarszky István

helyzetet teremtett. Ugyanakkor a szerves kémiát mindössze magántanári előadások képviselték *Mauthner Nándor* és *Konek Frigyes* jóvoltából, igen szerény kutatási lehetőségekkel. Pedig a világban akkor már csodálatos dolgok történtek a szerves kémia területén, tőlünk nem is olyan messze. A Nobel-díjas *Emil Fischer* a berlini egyetemen a fehérjékkel rokon peptideket állí-



tott elő, a cukroknak nemcsak a konstitúcióját, hanem a térszerkezetét is felderítette. És a Fischereknél maradvá, az ugyan-csak Nobel-díjas *Hans Fischer* szintézissel igazolta a bonyolult hemoglobín-alkotórész, a hemin szerkezetét.

Szerencsére a Műegyetemen nem voltak ilyen szűkkeblűek. Már 1913-ban szerves kémiai tanszékét létesítettek, és ennek élére a 30 éves Zemplén Géza, a volt Eötvös-kollégista, Emil Fischer tanítványa kapott meghívást, aki azután szénhidrátkémiai vizsgálatai révén nemzetközi hírnévre tett szert. Akik Budapesten szerves kémiából doktorálni akartak, azok mind az ő laboratóriumát keresték fel. Bár Zemplén kiváló kutató volt, a konkurencia hiánya később benne is felszínre hozott negatív vonásokat, ami elsősorban az elmélet lenézésében, az oktatás negligálásában nyilvánult meg. Érdekes, excentrikus, sokoldalú egyéniségéről, szabadszájúságáról, öntörvényű viselkedéséről sok történet kering kémikus berkekben. Nem véletlen, hogy amikor *Déry Tibor* megalkotta *Farkas Zénó* professzor alakját a *Felelet* című regényében, sokat kölcsönzött Zemplén figurájából.

A tudományegyetemi kémia a háborús években

Különös véletlen, hogy a '30-as évek közepe-vege táján a Winkler–Bugarszky–Buchböck professzori trió is nagyjából egy időben lépett le a színpadról, így ismét teljes vezetőváltás ment végbe, jött a Thant követő „harmadik generáció”. Szerencsére akkorra már felébredt a pesti tudományegyetem, és 1935-ben a nyugalomba vonult Winkler helyébe olyan gyógyszerészt hívott az I. sz. Kémiai Intézet élére, akinek a szerves kémia a szakterülete: ez a professzor *Széki Tibor* volt Szegedről. Az Eszterházy utcai F épületben Bugarszky örökébe ugyanakkor *Gróh Gyula* lépett, őt 1937-ben a Műegyetemről hívták át, ahol addig Ilosvay utódaként az Általános Kémiai Tanszékot vezette. Kinevezése után Gróh magához ragadta a fizikai kémia képviselőjét, így a B épület északi szárnyán az 1935-ben elhunyt fizikokémikus Buchböck helyére idővel egy vérbeli analitikus, *Szebellédy László* kerülhetett.

Térjünk vissza történetünk választott színterére, a Trefort-kerti B épületbe, az eredeti Than-féle Vegytani Intézetbe. Az oda kinevezett Széki Tibor már nem tartozott Than köréhez. Ő a kolozsvári egyetemen végezte tanulmányait, majd ugyanott *Fabinyi Rudolf*, az első magyar szerves

kémikus professzor munkatársa lett. Érdekes, hogy Széki doktorálása idején a kolozsvári egyetem még csak harminc éve működött. A Habsburgok ugyanis sokáig ellenálltak a magyarok kérésének, hogy legyen Erdély fővárosának, Kolozsvárnak is egyeteme. Úgy vélték, bőven elég a magyaroknak egyetlen egyetem, a pesti, felesleges a Monarchiában magyar értelmi-



Gróh Gyula

ségi konkurenciát nevelni. Trianon után Széki a kolozsvári egyetemen Szegedre költözött, és professzorként onnan kapott később meghívást a pesti katedrára. Itt rádőbbsent arra, hogy ezen a hírneves egyetemen – a Műegyetemmel ellentétben – nem tanítják és nem is művelik a szerves kémiát. Ezért önként vállalta, hogy szerves kémiai főkéllégiumot tart – kezdetben Konek Frigyes közreműködésével – és ehhez igazodó gyakorlatokat is szervez. '39-ben megváltoztatta az I. sz. Kémiai Intézet nevét is, „Szerves és Gyógyszerészeti Kémiai Intézet” lett belőle.

Széki a szerves kémia órákat minden reggel 8-tól 9-ig tartotta. Zemplénhez hasonlóan ő se nagyon kedvelte az elméletet, de német mintára, leíró szinten azért becsületesen áttekintette egész tárgykörét. Főleg a szintézisek tanítására helyezte a hangsúlyt. Akkoriban szokás volt az órákon kísérleteket is végezni. Széki például maga mutatta be a diazotálást és az azo-kapcsolást, majd a kapott azoszínezékekkel megfestett egy fehér vászondarabot, és az óra végén a festett kelmét ki is vasalta. Ez a kis köpcös ember nagyon szangvinikus volt, a szóbeli vizsgákon a nemtudástól hamar haragra gyúlt. Ilyenkor, hogy indultait fékezze, a vízcsaphoz rohant és kefe-frizurás fejét a hideg víz alá tartotta.

Székinek a sok szervezéstől és oktatási munkától nem sok ideje maradt a kutatásra. Elvégezte ezt helyette fiatal, később professzorrá kinevezett munkatársa, *Müller Sándor*, aki korábban Zemplénnél doktorált. Hallgatói nagyon büszkéek voltak rá, mert ő tanította nekik az elméleti szerves kémiát, amit Angliában szerzett tapasztalatai alapján ő vezetett be az itthoni oktatásba. A tanszéken a szerves kémiai kutatások élére állt, vezetésével 27 doktori dolgozat készült. Müller varázslatos egyéniség volt, mély demokratizmusa, tekintélyt nem ismerő, Eötvös-kollégiumból hozott csípős humora közkedvelté tette. Előadásai befejeztével a laboratóriumában szeretett vizsgáztatni, miközben maga a kísérleti asztal mellett dolgozott. Vele még azt is meg lehetett tenni, hogy a hallgató viccelődjék a vizsgán.

A Széki–Gróh–Szebellédy trió tagjai közül az utóbbinak egyetemünkön sajnos nem sok szerep jutott. Kitűnő, nemzetközileg is ismert analitikus volt, de a sors csak ötvenévi egyetemi működést engedélyezett számára, 1944-ben, 43 éves korában ragadta el a halál. Annál szélesebb körű és jelentősebb volt Gróh Gyula professzori működése. A háború utáni újrakezdés kulcsfigurája, '45 őszén rengeteg hallgatója volt, bölcsészvegyészek, tanárjelöltek, orvostanhallgatók. Létszámukat növelték a háború miatt évet vesztett hallgatók is. Óriási zsúfoltság volt mindig az F épület nagytermében, ezért 8 és 9 óra között tartott előadásait 9 és 10 között megismételte. Ezt a kicsi embert, amikor nyakában a mikrofonnal megjelent, rendszerint nagy zsvaj fogadta. Egy alkalommal ezt meg is unta, és „nem kívánom a vásári kikiáltó szerepét játszani” felkiáltással látványosan kivonult. Ő is kísérletezett az órák. Vicces volt, amikor jódból és ammóniaoldatból nitrogén-jodidot készített, aminek még a nyomai is hangos pattogással puffantak el, amikor tollseprővel cirógatta az előadói asztalt. Három, viszonylag kis terjedelmű kötetből álló tankönyve, a „kis Gróh” sokak számára fektette le az általános kémia, a szervetlen és a szerves kémia alapjait. 1918-ban írt első tankönyvének előszavában Gróh ezt írja: „Ami a tartalmat illeti, annyit (és csak annyit) adtam, amennyi az általános természettudományi műveltséghez elengedhetetlenül szükséges. ... Részletekbe sehol se mentem, mert úgy hiszem, hogy a kezdőnek, vagy annak, aki csak segédtudomány gyanánt kívánja a kémiát művelni, a részletek inkább hátrányára vannak, mint előnyére. Ugyanezen oknál fogva a kémiai pá-



lyára készülőknek sem ajánlanám, hogy mindjárt kezdetben részletesebb munkát használjanak.” Volt egy „nagy Gróh” is, egy munkatársakkal írt, vastag, kétkötetes fizikai kémia tankönyv. Székihez hasonlóan Gróhnak se sok ideje maradt az aktív kutatásra. Mindkettőjük érdeme, hogy sokat tettek a tudományegyetemi vegyészre-form megvalósításáért, nekik köszönhető, hogy 1947-től a képzés szigorú rend szerint zajlik, és ennek eredményeként a tudományegyetem a műegyetemi vegyész-mérnöki oklevéllel azonos értékű vegyészdiplomát adhat ki.

A tudományegyetemi kémia a háború után

Budapest ostroma idején a Trefort-kert hadszíntérré vált ugyan, de jóvátehetetlen károk szerencsére nem keletkeztek, és az egyetemi élet '45 szeptemberétől már nagyjából normális keretek között zajlott. De úgy látszik, három a magyar igazság, a kémiai tanszékek élén megint teljes vezetői váltás következett be, ami nagyrészt a '48–49-ben hatalomra kerülő kommunista pártnak volt köszönhető. Éppen 100 éves évfordulója volt annak, hogy a szabadságharc leverése után tisztogatás kezdődött az egyetemen, és ez most változó díszletek között megismétlődött. A kommunisták – fő ideológusuk, Révai József vezetésével – elhatározták, hogy kedvükre való rendet teremtenek az egyetemi oktatásban, és szakmai okokra hivatkozva megszabadulnak azoktól a professzoroktól, akik többé-kevésbé kompromittálódtak a Horthy-éra idején, vagy legalábbis nem volt remélhető tőlük, hogy a jövőben híveiké szegődnek. Ez a hadjárat a kémiai szakterület professzorait is érintette. Széki Tibort és Gróh Gyulát méltatlan körülmények között nyugdíjazták, holott aktív politikai tevékenységgel vagy kiállással egyikőjüket sem lehetett vádolni. Ami nagyjából mégis igaz volt, az a viszonylag gyenge tudományos tevékenységük, amit viszont kiegyenlített intenzív oktatási és szervezési munkájuk. Hogy a kiváló analitikus hírében álló harmadik professzorral, Sebellédy Lászlóval mi történt volna, azt nem lehet tudni, mert '44-ben meghalt. A politikai támadások ugyanakkor furcsa módon ötvöződtek a megújulásra, az oktatási-kutatósi színvonal jelentős emelésére irányuló törekvésekkel, és ez utóbbiaknak volt azért pozitív vonzatuk.

Széki Tibor helyére például *Bruckner Győző* szegedi professzort hívták meg a régi Than-tanszékre, ami igen szerencsés vá-

lasztásnak bizonyult. De kitűnő kémikusok kerültek más tanszékek élére is. A Gróh-tanszék három részre szakadt, *Lengyel Béla*, idősebb Lengyel Béla unokája lett az általános és szervetlen kémia professzora, *Erdey-Grúz Tibor* a fizikai kémia, *Buzágh Aladár* pedig a kolloidkémia és a kémiai technológia professzora. Később a kémiai technológia is különvált, és

(SZTE Egyetemi Könyvtár gyűjteménye, Szeged)



Bruckner Győző

Gerecs Árpád lett a vezetője. Az analitikai tanszék irányítását a háború után *Schulek Elemér* vette át. Ez nemzetközi mércével mérve is igen erős professzori gárda volt. Valamennyien a századforduló körül születtek, Kossuth-díjasok és a Magyar Tudományos Akadémia tagjai lettek – örülhetett, aki akkoriban tanult kémiát a budapesti tudományegyetemen. A fordulat éve után egyébként gyökeresen átalakult ennek az egyetemnek a struktúrája is: a bölcsészkarból kivált a természettudományi kar, különvált az orvostudományi kar és a hittudományi kar, az intézmény 1950-ben felvette a Budapesti Eötvös Loránd Tudományegyetem (ELTE) nevet.

Kéves hely maradt arra, hogy az igen terebélyessé váló kémiai szakterület egészét részleteiben is áttekintsük, így meg kell elégednünk azzal, hogy néhány szót szólunk a szerves kémiai tanszékké lett korábbi Vegytani Intézet, azaz az I. sz. Kémiai Intézet sorsáról. Általános az a nézet, hogy Bruckner Győző kinevezésével elkezdődött a tanszék aranykora. Kellő létszámú asszisztens-sereg állt rendelkezésre ahhoz, hogy nagy lendülettel meginduljon a tudományos kutatás, így a tanszék a korszerű peptidkémiai kutatások fellegvárává vált. De vezető szerep jutott a tanszéknek az oktatás terén is, Bruckner hosszú éveken át írta kézikönyvnek is beillő művét. A mindössze 170 oldalas „kis Gróh”-val el-

lentétben Bruckner hatkötetes szerves kémiai tankönyvet írt, mely végül is 4200 oldalasra sikerült. Az 1952-ben megjelent első kötet előszavában így kommentálja művét a szerző: „A szerves kémia egyetemi oktatása hiányát érezte olyan korszerű magyar könyvnek, amely elsősorban a szerves kémia irányában szakosodó vegyészhallgatók tanulmányait lett volna hivatott támogatni. ... Ezt az igényt szinte közös nevezőre lehet hozni fiatal vegyészeink továbbképzésének ügyével. További kíváncsiságom mutatkozott abban a tekintetben, hogy nem szerves kémia szakos vegyészek ... olyan szerves kémiai műhöz jussanak, amely egy kisebb igényű kézikönyv szerepét tölti be, amelyből tehát az őket érdeklő szerves kémiai kérdésekről valamivel részletesebben tudnak tájékozódni, mint a szűkre szabott terjedelmű tankönyvekből.” A tankönyv utolsó kötete erősen átdolgozott formában 1980-ban jelent meg.

Bruckner szeretetre méltó egyénisége a tanszék az ott dolgozók második otthonává tette, az ottani közösségi élet egyetemes irigység tárgyát képezte. Kiváló előadó volt, ami sokban hozzájárult a szerves kémia népszerűsítéséhez, a diplomamunkások közel fele szerves kémiára szakosodott. Személyével kapcsolatban sok



Erdey-Grúz Tibor

kedves történetet tartanak számon, amelyek kapcsolódtak a felejthetetlen délutáni teázásokhoz a professzori laborban és a kedélyes tanszéki kirándulásokhoz. Svejki humorával szívesen anekdotázott rokonairól, kollégáiról.

A 20. század utolsó harmadában szokássá vált, hogy mindazok, akik elnyerték az akadémiai doktori fokozatot, az egyetemen professzori kinevezést kapnak. Így a szerves kémiai tanszéken is megsokszorozódott a professzorok száma, és a multi-



professzoros rendszerben a tanszékvezető valójában csak az első volt az egyenlők között. Bruckner Győző 1970-ben bekövetkezett nyugalmába vonulása után volt egy olyan időszak, amikor nyolc aktív professzor működött együtt a szerves kémiai tanszéken; a nívóra jellemző, hogy közülük öten kaptak Széchenyi-díjat vagy Állami Díjat, és mindegyiküket jegyezték a nemzetközi porondon. A beszámoló végéhez közeledve meg kell elégednünk e professzorok név szerinti felsorolásával – ki nevezésük sorrendje szerint – és egy rövid utalással szakterületükre. Szerencsére csaknem mindegyikükkel lehet még találkozni a tanszék folyosóin.

Medzihradsky Kálmán szakterülete a peptidkémia, őt az ACTH peptidhormon szintézise tette híressé. *Kucsman Árpád* 1970-től tanszékvezetőként kénorganikus vegyületek elektron- és térszerkezetét vizsgálta, *Furka Árpád* a kombinatorikus kémia megalapítói közé tartozik. *Kajtár Márton* vezette be hazánkban és a tanszéken a szerves vegyületek térszerkezeti vizsgálatát kiroptikai módszerekkel. Ő sajnos már két évtizede nincs közöttünk, emlékét mostanában újra megjelent kétkötetes könyve, a *Változatok négy elemre örzi*, mely a szerves kémia népszerűsítését egyszerűen szolgálja. Ügyének folytatója a sztereo-kémiai vizsgálatok terén *Hollósi Miklós* lett, aki 1993–2006 között a tanszékvezetői feladatokat is ellátta. A nemrég elhunyt *Kapovits István* egy új vegyületcsalád, a szulfuránok felfedezésével tette nevét ismertté. *Ruff Ferenc* személyének köszönhető a fizikai szerves kémia bevezetése és művelése hazánkban és az egyetemen. *Vajda Tamás* enzimkinetikával és kriokémiával, azaz jégben végbemenő folyamatokkal foglalkozik.

Az említett professzori gárda a '20–'30-as évek szülöttje, így életben levő tagjai már bőven átlépték a nyugdíjkorhatárt. Ne feledkezzünk meg azonban professzorutódaikról sem, bár számuk az egyetem szervezeti átalakulása és a gazdasági megszorítások nyomán erősen csökkent, miközben a tanszékek is immár csak az oktatás koordinálására kötelezettek, a kutatás kémiai szakterületi ügy lett. *Perczel András* fehérjék szerkezetét vizsgálja NMR-spektroszkópiái és kvantumkémiai módszerekkel, *Hudecz Ferenc* pedig a peptidhordozókkal összefüggő rákkemoterápia és immunkémia területén munkálkodik. 2006 óta ők ketten felváltva vezetik az egykori Trefort-kerti Vegytani Intézetnek az 1989-ben Lágymányosra telepített jogutódát, a szerves kémiai tanszéket, mely stíl-

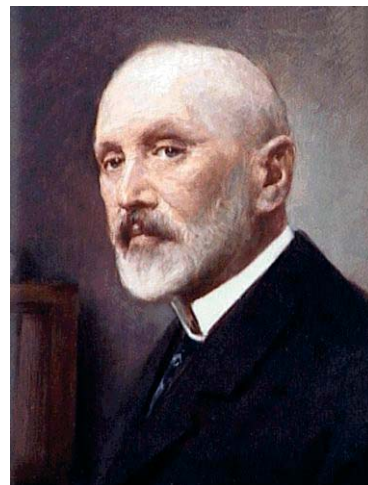
szerűen a Pázmány Péter sétányon nyert elhelyezést.

Nem lenne teljes a beszámoló, ha befejezésként, a jubileum alkalmából nem emlékeznénk meg néhány szóval az ELTE névadójáról, az 1848-ban született *Eötvös Lorándról*, különös tekintettel a kémiai szakterülethez fűződő kapcsolatáról. Érettségi után Eötvös a pesti egyetemen matematikát és ásvány-kőzettant hallgatott, Than laboratóriumában kémiai gyakorlatokon vett részt, közreműködött az újonnan felfedezett karbonil-szulfid vizsgálatában. 1867-ben beiratkozott a heidelbergi egyetemre, *Helmholtz*, *Kirchhoff* és *Bunsen* voltak a tanárai, 1870-ben (az ott ritkaságnak számító) summa cum laude eredménnyel doktorált, amire igen büszke volt. Hazatérése után a pesti egyetem fizikai laboratóriumában folytatta kísérleteit és elért eredményei alapján 1871-ben magántanári képesítésért folyamodott. A bírálóbizottság e szavakkal fogadta el Than Károly részletes előadói véleményét: „A felhozott indokok alapján a bölcsészeti kar folyamodó báró Eötvös Lorándot a mennyiségtani természettanra nézve egyetemi magántanárrá képesíti, egyszersmind pedig benyújtott nagy értekezése és eddigi tudományos tevékenysége alapján a habilitáció szokásos cselekményei alól felmenti és a heidelbergi egyetemen nyert tudori rangját hazánkra nézve is érvényesíti és kéri a n. m. minisztériumot, hogy a karnak e határozatát megerősíteni méltóztassék.”

Dr. Than Károly „kir. m. vegyészstanár” 1871. évi március hó 13. napján még további javaslattal is élt. „Tekintve báró Eötvös tudornak habilitációja alkalmával ki tűnt jeles szakképzettségét a mennyiségtani természettanban, alólírott azon a meggyőződésen van, hogy e kiváló fiatal erő és búvár biztos megnyerése az egyetem részére, az egyetemi tanításra és a hazai művelődésünkre nézve több tekintetben előnyös volna; tekintve továbbá azt, hogy a mennyiségtani természettan tanszékének betöltése, illetőleg e szaknak rendszeres előadása az egyetemen már égető szükségé vált, alólírott javaslatba hozza, hogy addig is, míg a fent nevezett tanszék végleges betöltése eszközölhető lesz, báró Eötvös Loránd tudor e szakmának előadásával, a legközelebbi nyári félévtől kezdve, helyettes tanári minőségben a bölcsészeti kar által bízassék meg.”

Eötvös karrierje a továbbiakban töretlen: 1878-ban Jedlik Ányos utódaként a pesti egyetemen a kísérleti fizikai tanszék vezetője, 1873-ban, 25 évesen megválasztják a Magyar Tudományos Akadémia levele-

ző, 1883-ban pedig rendes tagjává, 1889 és 1905 között ő az Akadémia elnöke. 1894 júniusától fél éven át vallás- és közoktatásügyi miniszter. Tudományos tevékenységét haláláig folytatta az egyetemen. A tanácsköztársaság idején, 1919. április 8-án hunyt el, az Akadémia saját halottjának tekintette, de méltatóját nem engedték szóhoz jutni.



Eötvös Loránd

Az 1930-ban megjelent Eötvös-émlékönyben az alábbi sorok olvashatók róla: „Ő szerinte a tudós is költő; az a lelkesedés, mely őt eltölti szeretett tudományos problémáival való foglalkozása közben, éppen olyan tiszta és önzetlen, mint a költő ihletése, mikor fenséges gondolatát szép és megragadó külső formában óhajtja kifejezni. A költőt is lelkesíti saját, sikerült költeménye; a természettudós is érzi a benne lakozó isteni szikrát, mikor hosszú munka és fáradozás után sikerül egy új igazságot kifogástalanul megtalálni; a megelégedettség és az öröm, mely a tudóst ekkor eltölti, felemeli őt a mindennapi gondolatköréből és azt érezteti vele, hogy az egész emberiség boldogításáért cselekedett.”

Ma is érvényes mondanivalót tartalmaz *Atyámhoz* című versének első versszaka, melyet Pesten írt 1863. március 19-ére, édesapja, Eötvös József névnapjára.

*Atyám, szerzője földi éltémnek!
Te énnékem elmét és észet adál,
Földrázdom ezt kedves nemzetemnek.
Használja, hogyha méltónak talál,
Segítem őt a békében, csatában!
S a nagy munkához hordok egy követ,
Talán így vígadás lesz e hazában?!
S feléje majd szerencse hír nevet.
S ha ezt tevém céloznak, megfeleltem
Tudom, hiszed: hogy ezt megérdemeltem.*



Vegyészkalendárium

Pap József Sándor rovata

HARRY JULIUS EMELÉUS (1903. JÚNIUS 22.), A SZERVETLEN KÉMIA-RÓL – MÁSKÉPP. Külön fejezetet érdemelne apja kalandos életútja, aki Finnországban nevelkedik, szolgál a cár seregében, behajózza a fél világot, a Horn-szorost megkerülve eljut Amerikába, végül pedig Poplarban (London egyik keleti negyedében) megnyitja gyógyszerertárát és végre megnősül. Közben három ország-

révén kerül be, ahol munkái közül többet is közzétesznek. 1926-ban szerzi PhD-fokozatát.

Életének meghatározó állomása Karlsruhe (1927–28), ahol Alfred Stock mellett dolgozhat. A kor legmodernebb szervetlen preparatív laborjáról van szó, például a dekaborán felfedezése során mindössze 0,2 grammjából meghatározzák a rendkívül érzékeny anyag olvadáspontját, sűrűségét szilárd és folyadékfázisban, gőztenzióját, forráspontját, egykristályából az elemi cella adatait, és még arra is jut, hogy reaktivitását tanulmányozzák!

Londonba visszatérve folytatja foszforeszcencia- és kemilumineszcencia-vizsgálatait, és 1929-ben DSc-fokozatot szerez. Még ebben az évben kétéves ösztöndíjat nyer a Princeton University-re. Itt Sir Hugh Taylor mellett fotokémiai ismereteit bővíti, első sorban aminok és etilén polimerizációs reakcióit vizsgálja, de arra is rá kell jönnie, hogy a fizikai kémiát nem neki találták ki. A sok munka mellett jut ideje sportra (az egyetemi nyolcasban evez) és társasági életre is. Itt ismerkedik meg leendő feleségével, Mary Catherine Hortonnal, akivel Mary 1990-ben bekövetkező haláláig teljes harmóniában élnek.

Visszatérnek Angliába, ahol a londoni Imperial College segédoktatója lesz, szervetlen preparatív és fotokémiai kutatócsoportot alapít, többek között a szilícium hidrideinek fotoreaktivitását tanulmányozzák. Rövidesen felsőbb éves hallgatók oktatását bízzák rá és ő szakít az addigi oktatási gyakorlattal. „Egészen addig a legtöbb előadás alaptankönyvekre támaszkodott, amelyek az elemek főbb vegyületeinek tárgyalására szorítkoztak, ugyanakkor alig foglalkoztak a vegyértékelmélettel, vagy a szerkezeti kémiával. A preparatív kémia újabb vívmányait szintén figyelmen kívül hagyták, így az általános benyomás az lehetett, hogy a szervetlen kémia halott.” Emelék helyett a kor kémiai irodalmából merít előadásaihoz. 1938-ban aztán közös könyvet publikálnak J. S. Andersonnal, aki maga is hasonló úton jár a kémiaoktatás terén. A „Modern Aspects of Inorganic Chemistry” világszerte kiugró siker lesz: az első kiadást kilenc reprint követi, németre és spanyolra is lefordítják, utolsó, negyedik kiadása 1973-ban jelenik meg. Közel negyven évig szemléletformáló alapmű a szervetlen kémiában.

A II. világháború alatt is folytatja kutatásait, katonai célú megbízásokat is vállal (dolgozik például az amerikai nukleáris kutatások fellegvárának számító Oak Ridge-ben is, de az atombomba megalkotásában nincs szerepe). Ugyan hívják a Berkeley-re és Sydney-ből is kap ajánlatot, pályafutásának további része, 1945-től 1993-ig, Cambridge-hez kötődik. Itt a kémia tanszék modernizálásában vállal oroszánrészt, 1946-ban a Royal Society tagjává választja. Ekkor már három gyermek népesíti be a családi fészket, a negyedik 1950-ben jön a világra. Lord Alexander Todd (az 1957-es kémiai Nobel-díj nyertese), a kémia tanszék vezetője élete végéig odaadó barátja, gyerekeik szinte együtt nőnek föl. Sokat horgászik, ekkor támadnak legjobb ötletei. Kutatási területe a szilícium illékony vegyületeitől a halogének fluoridjain át a főcsoportbeli elemek fluoridjainak tanulmányozásáig terjed. Érdekes, hogy ebben az időben visszakanyarodik a még németországi tartózkodása alatt vizsgált bőrvegyületekhez is, és túlzás nélkül állítható, hogy bármilyen témához nyúl, az biztos sikerre



ban is megszerzi a gyógyszerészi végzettséget. Harry és bátyja Poplarban születnek, de a család rövidesen a sussexi Battle-be költözik. Harry élete első 20 évét ebben a számára idilli, vidéki környezetben tölti négy testvérével. Rendkívül vallásos nevelést kap; szerénysége és diplomatikus, toleráns beállítottsága egész életpályája során mély benyomást tesz környezetére, népszerű tagja bármely társaságnak. Gyermekkorának élményei közé tartozik, hogy apja gyógyszerertárában néha kimérheti a készítmények összetevőit: „Jól emlékszem a pontos bemérések fölött érzett óriási büszkeségre. Ezeket egy öreg mérleglen végeztem és azt hiszem, ez volt tudományos érdeklődésem kezdete, mert éreztem a munka felelősségét, hogy ezt igazán jól, pontosan kell végezni.” Kiváló iskolába járhat Hastingsben, közben sokat sportol. Tanulmányait Londonban folytatja, bár sok erőfeszítés és munka árán, végül is sikerül a BSc-fokozat megszerzése.

A szervetlen kémia vonzza, így H. B. Baker professzor laboratóriumában kezdi kutatásait – igaz, egy kisebb gikszerral. Jód és platina viselkedését kellene vizsgálnia „rádió sugárzásának hatása alatt”. Sajnos már az első nap elönti vízzel az értékes rádiumot tartalmazó vákuumozott edényt. Ez egyben a téma végét is jelenti, de professzora türelmes, szabad kezét ad neki, maga kereshet új területet. Az önállóság kiváló gyakorlati szakembert farag belőle, mindent az alapoktól kell kezdenie, például az összes üvegeszközét is maga készíti. Első cikke a foszfor fényemissziójából születik, hasonló témában még tíz másik követi. A tudományos köztudatba a Chemical Society csütörtöki felolvasóestjei



számíthat. Mindeközben számos összefoglaló cikket közöl, folyóiratok és könyvsorozatok gondozásában vesz részt, mint szerkesztő. Például az *Advances in Inorganic Chemistry and Radiochemistry* című sorozatában, amely 1959-ben indul. Tudományos ítéletképességére jellemző, hogy a sorozat első kötetéhez általa felkért első három szerző később Nobel-díjban részesül: H. Taube (1983), E. O. Fischer (1973), W. N. Lipscomb (1976). Jóval visszavonulása után, nyolcvanévesen is szeret a laborban dolgozni, „csak magáért az élményért, hogy lássam, mi történik”. A kilencvenedik születésnapja közeledtével már visszafogottabb, inkább cikkeket és bírálatokat ír. 1993 decemberében távozik az élők sorából.

Számos társaság megbecsült tagja volt, több mint 40 hallgatója lett vezető kémikus nagyjából 15 országban, hat tanítványa vált a Royal Society tagjává.

(Forrás: Norman N. Greenwood, *Biogr. Mem. Fell. R. Soc.* 1996, 42, 124–150.)

ROBERT SANDERSON MULLIKEN (1896. JÚNIUS 7.) – MR. MOLEKULA. Tősgyökeres amerikai család sarja, a szülői házat dédapja építi még 1798-ban, Newburyportban (Massachusetts). Apja,



Samuel Parsons Mulliken az MIT szervező-kémia-professzora, így Robert tudomány iránti érdeklődése nem meglepő. Az MIT-n szerez BSc-diplomát kémiából 1917-ben, ezután katonai szolgálatra jelentkezik, ahol mérgező gázokat tanulmányoz az American University laboratóriumában. A katonaságot egy influenzafertőzés miatt kénytelen otthagyni, gyógyulása után a University of Chicagóra jelentkezik doktorandusz-

nak. Itt W. D. Harkins vezetése alatt izotópszeparációt végez, főként higannyal. Felfedezi, hogy a higanyfelület minősége (vagyis a határréteg) nagyban meghatározza az elkülönítés hatékonyságát – ezt a megfigyelést később a Manhattan-terv során hasznosítják. Még itt, Chicagóban keltik fel érdeklődését a vegyérték és a kémiai kötés fogalmát tárgyaló cikkek Langmuirtól és Lewistől, a klasszikus kvantumelmélettel pedig Robert A. Millikan óráin ismerkedik. 1922-ben végéz és ösztöndíjjal a Harvardra kerül, ahol molekulaszpektroszkópiával foglalkozik.

Mint abban az időben oly sok fiatal amerikai tudós, ő is Európába látogat. Érdeklődése a kétatomos molekulák állapotainak és spektroszkópiái tulajdonságainak rendszerezésére irányul. Egész körutat tesz, találkozik többek között Bornnal, Franckkal, Szemjonovval, de elsősorban Friedrich Hunddal, akivel rendkívül gyümölcsöző szakmai kapcsolata alakul ki. Bár hosszú barátságuk során egyetlen közös cikkük sem jelenik meg, kettejük együttműködése nagyszerű eredményeket hoz az anyag szerkezetének és a kémiai kötések természetének megértésében. Már 1925-ben, igaz, még Bohr atomelméletére alapozva, kiterjesztik

az atompályák héjszerű elrendeződését a molekulák elektronpályáira azzal, hogy ezek két, vagy több atommag körül találhatók. Rövidesen megismerkedik Heisenberg és Schrödinger elméletével, és elsajátítja azokat. 1927-ben Hunddal kidolgozzák a kétatomos molekulák spektrumainak interpretációját: Mulliken a spektroszkópiái ismereteivel, Hund pedig matematikai képességeivel és az új elméletek mély ismeretével járul hozzá a munkához. Megszületnek tehát a molekulaorbitálok. Zürichben találkozik Schrödingerrel, aki bemutatja Heitlernek és Londonnak, akik épp abban az évben publikálják a kémiai kötés kvantummechanikai alapokon nyugvó vegyérték-elméletét, amely akkor még a Hund–Mulliken MO-elmélet konkurenciájának számít. (Mulliken egyébként bírálta a VB-elmélet Pauling-féle egyszerű tálalását, amely ugyan népszerűvé tette azt, de szerinte késleltette a molekulák valódi, komplex szerkezetének megértését a kémikusok körében.)

Több ajánlat közül végül A. H. Comptonét fogadja el 1928-ban, így a University of Chicago fizika tanszékére kerül és élete végéig itt is marad. 1929 nyarán megismerkedik Mary Helen von Noéval, akit még abban az évben feleségül vesz. Később két lányuk születik. Nászútjuk (egyben Mulliken ösztöndíja) Európába vezet, itt találkozik Hunddal, Heisenberggel, Debye-jal, Hückellel, és beszélgetéseik során ráirányítja Teller Ede figyelmét a molekulaszervezet problémáira. Ekkoriban rendszerezi cikkeiben a molekulaszpektroszkópiái kutatásait. A háború során a Manhattan-tervben vesz részt, több kollégájával együtt szorgalmazza a nukleáris energia felhasználásának szigorú ellenőrzését. Egymás után jelennek meg cikksorozatai a két- és többatomos molekulák elektronszerkezetéről, spektroszkópiái tulajdonságairól, a molekulákon belüli töltéeloszlás MO-elmélet szerinti magyarázatáról. Az ötvenes évek elején magyarázatot ad a töltésátviteli sávok jelenségére molekulakomplexekben, de egyszerű olefinek színképeivel és elektronszerkezetével is foglalkozik. (A hetvenes évek végén, amikor e témában újraolvasta régi cikkeit, egyszer gondterhelten jelent meg az ebédlőben. Úgy vélte, hogy hibát talált az egyik legnagyobb jelentőségűnek tartott cikkében. Két nap múlva aztán már sokkal vidámabb volt: „Végül is minden rendben van ezzel a cikkel. Akkoriban még nagyon okos voltam!” – konstatálta megnyugodva.)

A háború után építi ki a Laboratory of Molecular Structure and Spectra (LMSS), ami az elméleti kémikusok zarándokhelyévé válik és egészen a lézerek megjelenéséig a legfontosabb spektroszkópiái kutatóhely. Már az ötvenes évek elején fölismeri a számítástechnika nyújtotta lehetőségeket az elméleti kémiai számítások terén, bár ezt akkor még sokan fenntartásokkal kezelik. (Akkoriban inkább az egyszerűbb, szemiempirikus számítások az elterjedtek, főleg a brit tudósok körében. A két tábor közötti vita aztán egy 1960-as, Boulderben tartott konferencián csúcsosodik ki. Érdekes, hogy Mulliken mindkét utat járja, számos munkatársa dolgozik szemiempirikus módszerekkel is.) Eredményei elismeréseként 1966-ban Nobel-díjat kap. A hatvanas évekre olyan számítástechnikai apparátust épít ki, amely még az IBM-ét is maga mögé utasítja, ő azonban csak jóval később, nyugdíjba vonulása után, a hetvenes éveiben tanul meg programozni. Ez a csendes, korábban inkább zárkózott kutató ekkoriban már sokkal nyitottabbá válik, mindenkivel rendkívül barátságos. Erről az időszakról, önmagáról így vall barátjának, Stephen Berrynek: „Akkoriban váltam emberivé.” 1986. október végén távozik az élők sorából.

(Forrás: R. S. Berry, *Biographical Memoirs*, National Academy of Sciences, Washington D. C., vol. 78, 2000.)

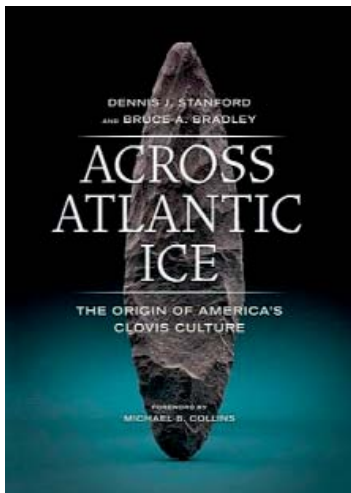




TÚL A KÉMIÁN

Európai ős-amerikaiak?

A történelemtankönyvekben manapság az áll: az amerikai kontinentet Alaszkán és a befagyott Bering-szoroson át érkező ázsiai törzsek népesítették be először 10–25 ezer évvel ezelőtt. Ezért igencsak meglepődhet az, akinek a kezébe kerül két egyesült államokbeli régészprofesszor újonnan megjelent könyve, amely mellett érvel, hogy valójában Európából érkezett a népesség jelentős része. Mindezt elsősorban archeológiai bizonyítékokra alapozzák: a mai USA területén talált, kőből készült ősi nyílhegyek és kések nem sok hasonlatosságot mutatnak az Ázsiából vagy Alaszkából származó, hasonló korú megfelelőikkel. Ezzel szemben a mai Franciaország és Spanyolország területéről ismeretesek kb. 25 000 éves leletek, amelyek ugyanolyan technológiával készülhettek, mint az amerikai tárgyak. Ebben a korban Írország, Izland és Grönland érintésével minden bizonnyal el lehetett jutni Európából Amerika keleti partvidékére a befagyott óceánon át, viszonylag rövid utakon. A tárgyi bizonyítékok annyira jelentősek, hogy a *Journal of Field Archaeology* szakmai folyóirat főszerkesztője szükségét látta arra emlékeztetni a hagyományos nézeteket támogató kollégáit, hogy a régészeti leleteket előítéletek nélkül kell értékelni.



D. J. Stanford, B. A. Bradley: *Accross Atlantic Ice*, UC Press, Berkeley, USA (2012).

Rezes szaglás

Egérkísérletekben kimutatták, hogy a nevezetesen büdös tiolok szagának érzékelésében a réznek jelentős szerepe van. Az ilyen vegyületekre az emberi orr is rendkívül érzékeny, már 1 ppb koncentrációban is képes kimutatni. Azt már korábban is sejtették, hogy réz(I)komplexeknek fontos szerepe lehet a folyamatban, a közelmúltban pedig sikerült kimutatni, hogy az egerek orrában a metiltio-metántiolra ($\text{CH}_3\text{-S-CH}_2\text{-SH}$) érzékeny MOR244-3 receptor valóban tartalmaz rezet. A fém kötése valamelyest megváltoztatja a fehérje konformációját, és így elősegíti a szerves kénvegyületek kötődését.



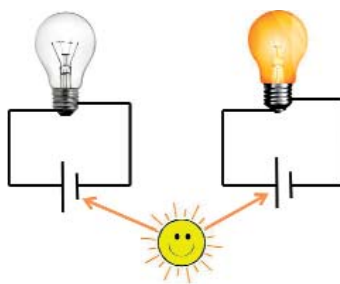
Proc. Nat. Acad. Sci. USA 109, 3492. (2012)

CENTENÁRIUM



Charles E. Munroe: *Historical Papers on Modern Explosives* *Science*, Vol. 35, p. 929. (1912. június 14.)

Charles Edward Munroe (1849–1938) amerikai kémikus volt. Száznál is több könyvet írt robbanóanyagokról; 1898-ban az American Chemical Society elnöke volt, 1900-tól pedig a Svéd Tudományos Akadémia Nobel-díjasokat jelölő szervezetének tagja. Ő fedezte fel a Munroe-hatást, amelynek a segítségével a robbanóanyagok hatását szabályozottan lehet összpontosítani.

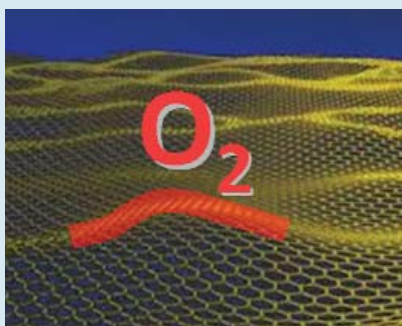


Szabványos napelemteszt

Az újonnan előállított napelemek hatékonyságának megállapítása technológiai szempontból rendkívül fontos feladat, de az ilyen méréseknél egyébként aprónak tűnő hibák is akár nagyságrendi eltérésekhez vezethetnek a végeredményben. Az összehasonlítást tovább nehezíti, hogy a hatékonyság meghatározására több különböző konvenció is létezik. Ezen problémák kiküszöbölésére oxfordi tudósok egységes, sok különböző hatást figyelembe vevő eljárást javasoltak a fényenergiát elektromossággá alakító eszközök jellemzésére, s néhány gyakran elkövetett hibára is felhívják a figyelmet.

Energy Environ. Sci. 5, 6513. (2012)

Korrózióvédelem grafénnel



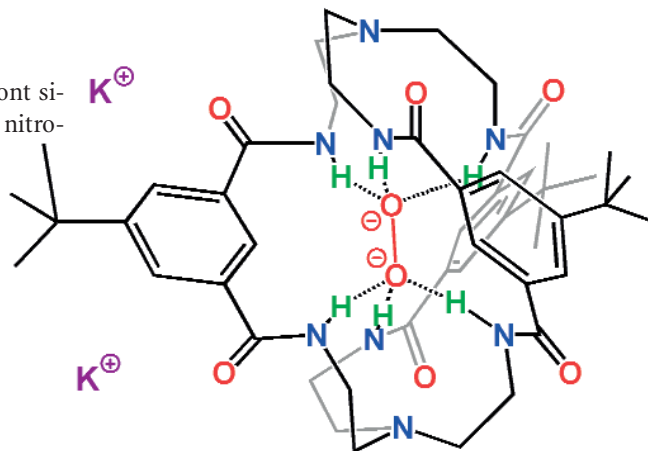
A közelmúltban grafénből készítették el minden idők legvékonyabb rozsdavédő bevonatát. Amerikai tudósok eredményei szerint néhány atomnyi vastagságú grafénréteg bizonyos fémfelületeken akár egyhuzad részére is csökkentheti a felület oxidációjának sebességét. Nikkel- és rézfelszínre CVD (chemical vapor deposition) módszerrel sikerült a vékony védőréteget létrehozni, s ha ezek jelenléte ellenére is megindult a korrózió, az mindig olyan helyeken történt, ahol a bevonat sérült volt. Az eljárás minden bizonnyal más fémek védelmére is használható.

ACS Nano 6, 1102. (2012)



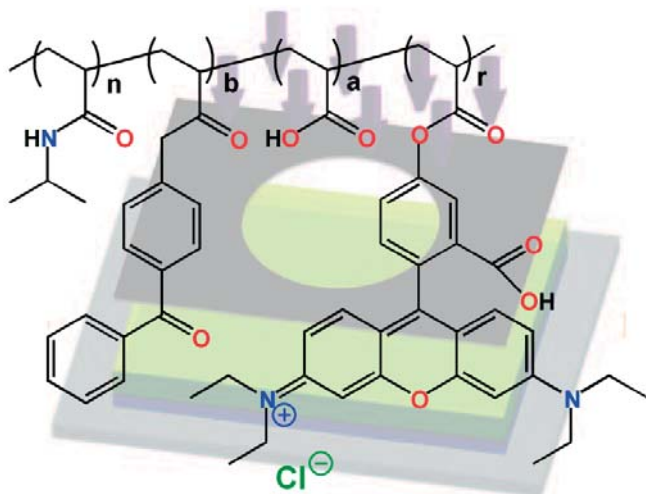
A HÓNAP MOLEKULÁJA

Az ábrán látható kriptándkalitkába ($C_{48}H_{66}N_8O_8K_2$) egy peroxidaniont sikerült bezárni. Az aniont hidrogénkötések rögzítik a makrociklus nitrogénjeihez. A vegyület az első stabil, könnyen oldódó peroxidforrások egyike. A szabad ligandum és kálium-szuperoxid reakciójával állítható elő, és a folyamatban melléktermékként elemi oxigén keletkezik. *Science* 335, 450. (2012)



APRÓSÁG

Az Amerikai Egyesült Államok 2012 februárjában, 34 éves szünet után adott ki újra engedélyt energiatermelő atomreaktor építésére: a Georgia állambeli Waynesboróban lévő Vogtle erőműben tervezik két újabb blokk beállítását.

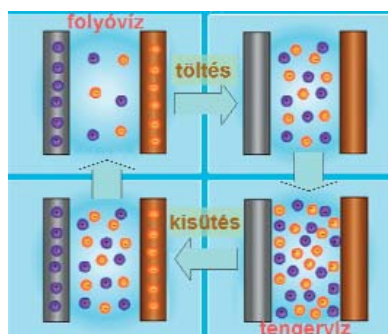


Fényérzékeny alakváltó polimergél

Amerikai tudósok olyan új polimergélt fejlesztettek ki, amely ultraibolya fény segítségével formázható. Az új anyag poli-N-izopropilakrilamidon alapul, amely benzofenon-egységeket is tartalmaz blokk-kopolimerszerű elrendeződésben. A benzofenon-egységek révén keresztkötések jöhetnek létre az egyes polimerláncok között, s ezek mértékét UV-fénnyel szabályozni lehet. A megvilágított részek vízben jóval kevésbé duzzadnak meg, míg a fénynek ki nem tett tartományok. Megfelelő fotomaszkok használatával akár mintázatok is létrehozhatók ezen az elven. Az eljárás leginkább egy nyomtatási folyamathoz hasonlít, ezért „half-tone” géllitográfiának nevezték el.

Science 335, 1201. (2012)

Sómentesítő elem



A tengervíz és a folyóvíz keveredésének számotvető termodinamikai hajtóereje van, amit elektromos áram termelésére is fel lehet használni koncentrációs elemekben. A közelmúltban viszont ennek a folyamatnak a fordítottját is megvalósították: elektromos áram segítségével csökkentették egy sóoldat koncentrációját. A koncentrációs elemekből más forrásokhoz képest viszonylag csekély áramot lehet nyerni, ez viszont azt is jelenti, hogy a tengervízet kis energiaráfordítással lehet ivóvízzé alakítani, s ez a költségeket tekintve versenyképes lehet a desztillációt vagy a fordított ozmózist használó eljárásokkal szemben. Az új eljárás kulcsa egy mangán-dioxid nanorudakból készíthető elektród, amely több cikluson át is reverzibilisen működtethető.

Nano Lett. 11, 1810. (2011)

Nano Lett. 12, 839. (2012)

Ifjító fahéj



Japán tudósok a fahéj új kozmetikai felhasználásának elvi alapjait teremtették meg annak kimutatásával, hogy a benne lévő vegyületek elősegítik a bőrben lévő kollagén újraképződését. A kollagén a bőrben megtalálható szerkezeti fehérje, amely elsősorban a rugalmasság megteremtésében fontos. A bőr öregedését az okozza, hogy a kollagénhálózatok felbomlanak, az új kollagén képződése pedig lelassul, így ráncok alakulnak ki. In vitro kísérletekben igazolták, hogy a fahéj gyorsítja a kollagén szintézisét, s ezért a hatásért elsősorban a fahéjaldehid a felelős.

J. Agric. Food Chem. 60, 1193. (2012)



TUDOMÁNYOS ÉLET

40 éves a Műszaki Kémiai Napok

A Műszaki Kémiai Kutatóintézet a Pannon Egyetem Műszaki Informatikai Karával közösen 2012. április 24–26. között rendezte meg a már hagyományossá vált konferenciáját, a Műszaki Kémiai Napokat. A konferencia idén ünnepelte 40. évfordulóját – ez az időtartam nemzetközi mércével mérve is tiszteletre méltó hagyományt jelent, és egyben a műszaki kémia fontosságát, valamint az eredmények tudományos fórumokon történő ismertetése iránti folyamatos igényt is mutatja. A konferenciának idén a Pannon Egyetem adott otthont Veszprémben az Egyetem Konferencia Központjában.

A konferencián számos tudományos szekcióban zajlottak az előadások, így érdekes újdonságokat hallottunk a környezettudomány, az anyagtudomány és a műanyagok, a folyamatmérnöki tudományok, a gyártás- és feldolgozóipari technológiák, a mérés-technika és az analitika, a nanotechnológia és a bionanotechnológia, a biomassa-hasznosítás és a motorhajtóanyagok témakörében. Az egyes előadások anyagáról a konferencia kiadványa (ISBN 978-615-5044-54-0) is beszámol.

A konferencia több munkabizottság munkájának is fórumot adott, így tudományos ülést tartott a Magyar Kémikusok Egyesülete Membrántechnikai Szakosztálya, a Magyar Tudományos Akadémia Biomérnöki Munkabizottsága, valamint a Magyar Tudományos Akadémia Vegyipari Művelési Munkabizottsága a Magyar Kémikusok Egyesülete Műszaki Kémiai Szakosztályával közösen.

A 40 éves konferenciának az idén több mint 100 résztvevője volt nemcsak az ország egyetemeiről, hanem örvendetesen az iparból is. Az idén nemcsak a konferencia helyszíne változott meg, hanem újításként angol nyelvű szekció is volt „Chemical engineering” címmel, ahol kizárólag angol nyelven zajlottak az előadások, több külföldi és hazai résztvevővel. A konferencia szervezőbizottsága felkínálta ennek a szekciónak, hogy valamennyi előadást cikk formátumban is megjelenteti a Periodica Polytechnica című folyóiratban, mely impakt faktorral rendelkezik.

A konferencia szervezőbizottsága 2013-ban szintén a jelenlegi helyszínen kívánja megrendezni a Műszaki Kémiai Napokat, de szándékában áll a konferencia nemzetközi jellegét tovább erősíteni, és emellett biztosítani a publikálási lehetőségeket is a referált újságokban. Ugyanakkor, a tudományos műhelyek eredményei mellett, továbbra is várja az ipari szakembereket és az ipari újdonságokról szóló beszámolókat.

Mizsey Péter

Az első „IUPAC–ThalesNano International Flow Chemistry” díjas: Klavs Jensen

Az IUPAC és a ThalesNano Zrt. március közepén Münchenben az Áramlások Kémiai Társaság 2. Nemzetközi Konferenciáján bejelentette, hogy az első alkalommal átadásra kerülő Nemzetközi Áramlások Kémiai Díjat Klavs Jensennek, az MIT professzorának ítélik oda.

A díjjal Jensen professzor az áramlások kémia ipari és akadémiai területén végzett kiemelkedő tudományos munkásságát ismerték el.

A díj átvételekor Jensen professzor beszédében kiemelte, mennyire különleges megtiszteltetés számára a díj elnyerése, majd külön köszönetet mondott az Áramlások Kémiai Társaságnak és alapítóinak, kiemelve Darvas Ferencet a területen kifejtett vezető szerepért.



Ugyancsak köszönetet mondott Dröschner professzornak az IUPAC Kémia és Ipar Bizottsága elnökének, mely felkarolta a díj létrehozásának ügyét, majd megköszönte az áramlások kémia és a mikroreaktorok tudománya nemzetközi közösségének, valamint saját közvetlen kollégáinak hozzájárulását, akiktől, mint kiemelte, sokat tanult.

Darvas Ferenc, a ThalesNano Zrt. elnöke hangsúlyozta, mennyire megtisztelő érzés számára, mind a ThalesNano Zrt. elnöként, mind pedig magánemberként, hogy ő adhatja át ezt a díjat Jensen professzornak, aki nemcsak kiemelkedő tudós, de igen jelentősen hozzájárult az egész áramlások kémiai terület fejlődéséhez és sikeréhez. Reményét fejezte ki, hogy ez a díj még több kutató figyelmét felhívja majd az áramlások kémia jövőbe mutató színtetikus lehetőségeire.

Michael Dröschner gratulációjában elmondta, az áramlások kémia igen gyors fejlődése és térhódítása az elmúlt évtizedben kiérdemelte, hogy az IUPAC ezt egy díj megalapításával ismerje el, mely egyben megtiszteltetés minden, a területen tevékenykedő kémikus számára. Örömet fejezte ki, hogy az IUPAC támogatta a díj létrehozását, remélve, hogy ez ráirányítja a figyelmet erre a tudományosan és ipari alkalmazások tekintetében is jelentős technológiai innovációra.

A magyar kötődésű Áramlások Kémiai Társaságon és a ThalesNano Zrt.-n keresztül az egész magyar kémikusi közösségnek is elismerést jelentő IUPAC-díj létrehozásában külön elismerés illeti meg Fischer Jánost, a Richter Gedeon Nyrt. kutatási tanácsadóját és Ürge Lászlót, a ThalesNano Zrt. akkori vezérigazgatóját.

Dormán György

OKTATÁS

A IV. Kárpát-medencei Kémiatábor

Március 22–25-én Szegeden nagyszabású konferencia volt, a tudományos élet kimagasló egyéniségeinek főszereplésével. Kilenc Nobel-díjas tudós és vagy ezer külföldi kutató jött el, akik beszámoltak elért eredményeikről, illetve tisztelegtek Szent-Györgyi Albert emléke előtt, aki 75 éve érdemelte ki munkásságáért a Nobel-díjat.

Ezen a hétvégén nem csak Szegeden gyűlt össze a tudományt kedvelők tábora. Egy másik Tisza-menti városban, a délvidéki zentai Bolyai Tehetséggondozó Gimnáziumban is akkor rendezték meg – immár negyedik alkalommal – a Kárpát-medencei Kémiatábort. A tábor célja, hogy néhány tucat kémiát kedvelő diák és kísérő tanáraik még inkább közelebb kerüljenek az általuk kedvelt természettudományhoz, minél több új ismeretet szerezve a legújabb felfedezésekről, legfőbb célja pedig a kémia tudományának népszerűsítése.

Az idei tábor előadói, diákjai és kísérői a Kárpát-medence legkülönbözőbb pontjairól érkeztek – Újvidéktől kezdve Maros-

vásárhelyen át egészen Budapestről. Néhány társammal együtt, kik mindannyian már felsőoktatásban tanulunk, örömmel térünk vissza, bizakodva figyeltük a jövő kémikusait.



Ehető periódusos rendszer

Szórád Endre tanár úr, a tábor főszervezője bemutatta az iskolát, ismertette a tábor céljait. Idézte a Magyar Kémikusok Lapját is: „Mi, kémikusok ápoljuk talán a legintimebb kapcsolatot az anyaggal, ezer szállal kapcsolódunk a minket körülvevő anyagi világhoz. Létrehozunk, átalakítunk, kísérletezünk, megfigyelünk. Nincs még egy olyan szakma, ami ilyen tág lehetőségeket kínál arra, hogy összekapcsoljuk a gyermeki kíváncsiság kielégítését, a természettudományos érdeklődés táplálását és az új értéktérítési folyamatot. Akik most itt vagyunk, ezért szeretjük a kémiát.”*

A pénteki napon diákok és tanárok előadásaikban Szent-Györgyi Albert életét és munkásságát idézték fel.

A szombati előadásokat „Az analitikai kémia néhány érdekes alkalmazásával” nyitotta meg Papp Zsigmond, az Újvidéki Egyetem tudományos munkatársa. Előadásában szó volt különböző kromatográfiás eljárásokról, enzim-specifikus módszerekről, elmagyarázta a terhességi és drogtestek „működési elvét” is. A nap második előadását szintén az Újvidéki Egyetem tanára, Mézáros Szécsényi Katalin tartotta, mely a fémionok biológiai szerepéről, illetve a vizes közegben fellépő egyensúlyokról szólt. Rávilágított, hogy egy adott fémion szerepe a biológia rendszerben elfoglalt helyétől függ leginkább. A nátriumnak például töltéshordozó szerepe van, a magnézium, kalcium, cink szerkezeti építő tulajdonságú, míg a vas, illetve réz feladata az oxigén szállítása és tárolása. Érdekességként említette, hogy Napóleon halálát valószínűleg mégsem az eddig feltételezett arzénmérgezés okozta, mivel a környezetében lévő emberek hajában is hasonló koncentrációjú arzén felhalmozódását mérték. Nagyobb a valószínűsége, hogy gyomorrák következtében halt meg. Azokban az időkben nem sok lehetőség volt a betegség kezelésére. Manapság azonban ez már szerencsére másként van. A Szegedi Tudományegyetem kémia karának munkatársai fémkomplexek előállításával próbálkoznak a betegség kezelése érdekében. A kutatásról és a felhasználás lehetőségeiről Enyedy Éva Anna számolt be. Előadásában megemlítette, hogy ezeknek a rákellenes fémkomplexeknek a terápiás alkalmazása még idegenkedést vált ki, mivel a gyógyszerek hatása általában összetettebb és nehezebben tanulmányozható a hagyományos gyógyszer-molekulákénál, azonban az eddig elért eredmények alapján mindenképp érdemes további kutatásuk és alkalmazásuk.

* Kukovecz Á. et al., Magyar Kém. Lapja, 2011. március.

Fontos ismernünk környezetünk törvényszerűségeit, ugyanis akinek hiányosak az ismeretei, az könnyen félrevezethető. Az ilyen vállalkozások legtöbbször az ivóvíz különböző módosításából jönnek létre. Hogy miért? A kérdésre Riedel Miklós, az ELTE Fizikai Kémia Tanszékének tanára adta meg a választ előadásában. Ezek a „csodavizek” csak jó tulajdonságokkal rendelkezhetnek. Talán meglepő, hogy a csodavíz az ételek ízét javítja, nem pedig rontja, a káros baktériumokat megöli, míg a hasznosakat természetesen nem, a hasznos növényeket táplálja, a gyomokat pedig nyilván elpusztítja, a fogamzásgátlást elősegíti, mindemellett gyógyítja a meddőséget. Ha ezt a bizonyos vizet fogyasztjuk, kb. két évtizeddel tovább élhetünk. A víz tele van energiával, sokszorosan tisztított, ionokat és vegyszereket nem tartalmaz, sőt még az íze is kiváló. Kecsegtetően hangzik még a mágnesezett víz fogyasztása is. Talán egyszerűbb lenne, ha időnként mágneses rezonancia vizsgálatra mennénk, így a testünkben található teljes víz mennyisége egy csapásra mágneses lehetne. Az ilyen csodák nem mondhatók éppen olcsónak. Természetes, hogy mindennek megvan az ára, de számomra kicsit furcsa, hogy mégis miért költenek az emberek egy liter így vagy úgy módosított vízre több száz, esetenként ezer forintot. Megemlíthető még az oxigénnel dúsított víz esete is. Aki tanult egy kis kémiát, az tudhatja, hogy szobahőmérsékleten és atmoszférikus nyomáson bizonyos mennyiségnél több gáz nem oldható fel vízben. Nagyobb nyomáson természetesen bele lehet erőszakolni, de kiöntéskor az egyensúly egy idő után akkor is vissza fog állni. Ne feledjük, az anyagok tudják a kémiát!

Mit érne a kémia kísérletek nélkül? A délelőtti előadások után Árus Dávid, a Szegedi Tudományegyetem kémia karának doktorjelöltje újszerű, a tanítást segítő motiváló kísérleteket mutatott be, majd később Riedel Miklós tanár úr vezetésével különböző víz- és élelmiszer-vizsgálatokat végeztek az érdeklődő diá-



Alumíniumpor és jód reakciója – látványos kísérlet
Szórád Endre tanár úr prezentálásában

kok. Ezt követően újabb csoportos kísérletek következtek Bicskei Erzsébet, a csókai vegyészeti-élelmiszer-ipari középiskola kémia-tanára koordinálásában

Mándity Iván, az SZTE Gyógyszerésztudományi Kar előadója a sztereokémiáról beszélt, vázolta a különböző molekulaszervezetek és gyógyászati hatások összefüggéseit, illetve a különböző fémvegyületek gyógyászati alkalmazását is. A következő előadást Keserű György Miklós, a Richter Gedeon Nyrt. munkatársa tartotta „Gyógyszerkutatás és fejlesztés: az ötlettől a patikáig” cím-



mel. Megtudhattuk, milyen rögzös út vezet odáig, hogy egy betegségére megfelelő gyógyszer állítsanak elő.

A városnézés során ellátogattunk Zenta kilátójába. A kilátó belterében a méltán híres zentai csata emlékét idéző makett volt kiállítva, korhű ruhákkal, fegyverekkel és egyéb felszerelésekkel. Az erkélyen a messzeséget kímélhettük. Az érdeklődők ellátogattak a Régi Mesterségek Házába is, ahol megtekinthették Pece Árpád műgyűjtő birodalmát.

A tábor utolsó napján diákelőadások voltak. A Bolyai Gimnázium tanulói adták elő aktuális kutatásuk témáit, illetve egyetemista társaimmal toborzó előadást tartottunk, egyikünk pedig beszámolt az egyetemen zajló kutatásairól. Ezt követte Szórád Endre tanár úr néhány látványos kísérlete. Ebéd után táborzárás következett, kiosztották az emléklapokat, majd egy különleges süteményt fogyasztottunk el, egy muffinokból kirakott periódusos rendszert.

Ezzel véget ért a IV. Kárpát-medencei Kémia tábor. Az összességelet kis csapat búcsút vett egymástól, és megfogadták, „jövőre ugyanitt, ugyanekkor”.

Anitics Tamás

XIV. Országos Diákvegyész Napok

Miskolci Egyetem és Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium és Kollégium, 2012. április 13–14.

A konferenciára 46 tanuló és 23 kísérő tanár érkezett. A középiskolás diákok 28 előadást tartottak, 94 regisztrált résztvevő volt. A Diákvegyész Napokat Kálmán Alajos, az MKE örökös tiszteletbeli elnöke nyitotta meg a Miskolci Egyetemen. Gácsi Zoltán, az Anyagtudományi Kar dékánja a Miskolci Egyetem, P. Holczinger Ferenc SJ, a Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium igazgatója a rendezők nevében köszöntötte a résztvevőket.

Kiss Tamás (SZTE) „Az élet fémei” című plenáris előadásával kezdődött a szakmai program, melyet Murányi Zoltán (EKF) látványos kémiai kísérleti bemutatója követett.

A konferencia a Fényi Gyula Jezsuita Gimnáziumban folytatódott Sohár Pál (ELTE) „Wagner zenedramái” című előadásával.

Másnap került sor a diákok 10 perces előadásaira három szekcióban. Az előadásokat szakmai zsűri értékelte, és mindhárom szekcióban 3–3 előadást jutalmazott. A zsűriben egyetemi tanárok, vegyészek, vegyészmérnökök és gimnáziumi kémiatanárok voltak.

A XIV. Országos Diákvegyész Napokra középiskolás tanulók jelentkeztek valamely saját megfigyelésen, vagy kísérleti munkán alapuló 10 perces előadással. A konferencián a tanulók a kémia bármely területéről és határterületeiről szabadon választott té-

mából tarthattak előadást, demonstrációs és kísérleti eszközöket használtak.

Az értékelés szempontjai: Szakmailag hibátlan legyen az előadás. A tanulók ismerjék vizsgálatuk tárgyának elméleti alapjait, ismerjék meg és használják fel a szakirodalmat. A diákok használjanak demonstrációs vagy kísérleti eszközöket. A zsűri értékelte a témaválasztást, az előadásmódot, az egyéni munkát és az időkeret betartását is.

A tanulók előadása után Hannus István (SZTE) tartott plenáris előadást „A kémia és a kémikusok szerepe a művészetekben” címmel.

Végül a zsűrielnökök kihirdették a zsűri döntését, majd Kálmán Alajos zárszavával ért véget a konferencia.

A 28 éve folyamatosan – két évente – megrendezett diákkonferencia célja a tehetséggondozás, a természettudományok, különösen a kémia megszerettetése és a kísérleti kutatómunka, a szóbeli előadás fejlesztése.

A rendezvényt a Magyar Kémikusok Egyesülete, a Miskolci Egyetem, a Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium és Kollégium, valamint a MTA TAB MAB Vegyészeti Szakbizottság Kémiaoktatási Munkabizottsága rendezte, a BorsodChem Zrt., a TVK Nyrt., a MOL Nyrt. és a Mozaik Kiadó támogatja.

A XIV. Országos Diákvegyész Napokon a következő diákok értek el helyezést a szekciójukban.

I. szekció. 1. *Braun Ádám: Fotométer házilag* (Vegyipari Szak középiskola, Debrecen, felkészítő tanára: Pocsainé Vida Erzsébet, mentora: Braun Mihály); 2. *Rozsnyik Szabolcs: Pamuttextília impregnálása karbamidgyantával* (Bolyai Tehetséggondozó Gimnázium és Kollégium, Zenta, felkészítő tanára: Szórád Endre); 3. *Nagy Zsolt, Suhajda Ádám: Vulkánkísérletek* (Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest, felkészítő tanáruk: Neizer Zita); 4. *Simon Kristóf Péter: A víztisztítók valóban használnak?* (Vörösmarty Mihály Gimnázium, Budapest; felkészítő tanára: Tamás Klára).

II. szekció. 1. *Fedor Marianna: Kétlépcsős módszer mint új savtompítási eljárás alkalmazása tokaji borokban* (Sárospataki Református Kollégium Gimnáziuma, Sárospatak, felkészítő tanára: Halász László); 2. *Pálinkás Viktória: Krokodil a vanília égbolton* (Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Vegyipari Környezetvédelmi és Informatikai Szakközépiskola, Budapest, felkészítő tanára: Fortuna Zsuzsanna); 3–4. *Kovács Márton: Komplexek-e a komplex vegyületek?* (Balassi Bálint Gimnázium, Balassagyarmat, felkészítő tanára: Herczegné Varga Ilona, mentora: Koncsek Péterné) és *Becsky Ádám, Mihálka Dávid, (Gyergyói Csilla): Szépitkezési termékek analízise* (Debreceni Református Kollégium Dóczy Gimnáziuma, Debrecen, felkészítő tanáruk: Jakab Edit).

III. szekció. 1. *Kakas Dézi: A Szinva patak kémiai és biológiai vizsgálata* (Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium és Kollégium, Miskolc, felkészítő tanára: Polák Péter); 2. *Nemes Zoltán: Kémia a vesében* (Lévay József Református Gimnázium és Diákotthon, Miskolc, felkészítő tanára: Dr. Velkey Lászlóné, mentora: Dr. Pungor András); 3. *Jurányi E. Petra: Egy édes íz a jövőből: a stevia* (Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest, felkészítő tanára: Dr. Varga Márta); 4. *Nagy Fanni Patrícia, Nagybakay Nóra: Sav-bázis indikátorok a természetből* (Szinyei Merse Pál Gimnázium, Budapest, felkészítő tanáruk: Neizer Zita).

Velkey László

a konferencia szervezője

Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium és Kollégium

A miskolci Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium és Kollégium épületegyüttese





HÍREK AZ IPARBÓL

Szükségünk van atomenergiára!

A tavaly elfogadott Nemzeti Energiastratégia gyakorlati megvalósítása érdekében jelenleg dolgoznak a jövő erőmű-építési cselekvési tervén.

A Magyar Nukleáris Társaság – közhasznú szerepével és feladataival összhangban – áttekintette a szóba jöhető erőműváltozatokat, és az atomerőművi blokkok hosszú távú felhasználásával kapcsolatban az alábbi megállapításokat tette:

Magyarországon jelenleg a villamosenergia-igények 42 százalékát fedezi a paksi atomerőmű. Mivel a paksi blokkok üzemidejét várhatóan 20 évvel meghosszabbítják, addig lehet számítani erre a stabil forrásra. Távolabbra tekintve törekedni kell működő erőműveink korszerűsítésére, lecserélésére, mivel átlagéletkoruk már ma is 22 év. Közben sok gazdasági, éghajlatvédelmi, ellátásbiztonsági szempontnak, európai célnak kell megfelelni. Így csökkenteni kell az üvegházhatású gázok (főként a szén-dioxid) kibocsátását, javítani az energiahatékonyságot és növelni a megújuló energiaforrások arányát. *Országunk számára létérdek kiemegyző, megbízható alaperőművek üzemeltetése, hogy elérhető áron, kisebb importfüggőséggel jussunk energiához.* Az atomenergia ilyen: nagy mennyiségű energia felszabadítását teszi lehetővé kis helyen.



Gyakorlat a szimulátoron

A tavalyi óriási japán földrengés után a szökőártól a fukusimai atomerőmű is megsérült. Ennek nyomán az atomenergiába vetett bizalom több helyen megingott. Európa néhány országában döntés született a reaktorok leállításáról (Németország), vagy az építeni kívánt blokkok elvetéséről (Svájc, Olaszország). A döntések nem műszaki alapon születtek, hátterük a helyi politika volt. *Nem véletlen, hogy több gazdasági világhatalom (pl. Kína, Oroszország, USA, India) továbbra is számol az „atommal” és mások is fenntartják terveiket.* Európában például a finnek, a franciák, a britek, a balti országok, a lengyelek, a csehek, a szlovákok, a románok, a szlovének, a bolgárok, a törökök terveznek, sőt részben már létesítenek új atomerőműveket. A fejlődő világból további mintegy 40 ország próbálja új belépőként atomenergiával enyhíteni energiaéhségét. Nálunk is napirenden van Pakson új blokkok építése, korszerű reaktorokkal. Hogy az ország energiahiány nélkül, zökkenőmentesen tudja a jelenlegi blokkokat – meghosszabbított üzemidejük végén – újakkal pótolni, illetve időszakosan kiegészíteni, az építés előkészítésének folyamatát be kellett indítani. A lehetséges típusokat felmérték, a környezeti elemzések, hatásvizsgálatok folyamatban vannak.

Többen hirdetik, hogy csak megújuló forrásokkal (pl. nap, szél) meg lehet oldani az energiaellátást, ki lehet váltani az atomenergiát. Ellenvetésként álljon itt néhány elgondolkodtató adat és

tény. A mostani paksi blokkok 90 százalék kihasználással működnek. Évente csak pár hétre állnak le üzemanyagcserére, karbantartásra, egyébként teljes terhelésen üzemelnek. Napsütés éjszaka egyáltalán nincs és télen is kevesebb, a felhőzet és a szél pedig időjárásfüggő, tehát ilyen kihasználtság a nap- és szél-erő-



Munkában az instruktor

műveknél fizikai korlátok miatt nem érhető el. Ezek az erőművek az év 20–25 százalékában tudnak teljes terhelésen üzemelni. Emellett az ilyen erőművek kisebb teljesítményűek, területigényük nagy. Az újszilvási első magyar naperőmű-parkot még majdnem 25 ezerszer kellene felépíteni, hogy a Paks által évente megtermelt energiát kiváltsa. A mosonszolnoki szél-erőmű-parkból 300 kellene ugyanerre. Az első 15 ezer milliárd forintba, a második 3 ezer milliárd forintba kerülne. Utóbbi ugyanabban az ártartományban mozog, mint az atomerőművi blokkok létesítése, tehát nem olcsóbb. Ráadásul, ha a nap- és szél-erőművek jóval nagyobb arányban lennének jelen, erősen ingadozó teljesítményük kiegyenlítése további beruházásokat igényelne: okos hálózatot (smart grid) kellene kiépíteni, és szivattyús-tárolós erőművekben kellene tárolni az energiát. Ilyen járulékos létesítmények a beruházási költségeket még tovább növelik.

A Magyar Nukleáris Társaság fontosnak tartja az atomenergiához hasonlóan üzem közben üvegházhatású gázokat ki nem bocsátó energiaforrások, így a szél- és naperőmű-parkok telepítését, és a jelenlegi kapacitások ésszerű mértékig történő bővítését is. *Am nem tartja megalapozottnak, hogy tisztán megújuló energiaforrásokra támaszkodva az atomenergia alkalmazása kiváltható lenne.*

Összefoglalva: Véleményünk szerint a világon az összes reaktorttal eddig felhalmozott 14 500 reaktorév tapasztalat, a jelenleg épülő 63 atomreaktor és a további bővítések terve igazolja a nukleáris technikába vetett bizalmat. Az igazi kérdés tehát nem a nukleáris reneszánsz vagy a gazdag országok zöld romantikája közötti választás. Vessük el az érzelmi megközelítést, és valós érvek alapján fogadjuk el: *A megújuló energiaforrások mellett továbbra is alapvető szükségünk van atomenergiára!*

Holló Előd

Vegyipari mozaik

Változások előtt a globális gyógyszeripar? Új iparági modell van kialakulóban a globális gyógyszer-szektorban.

Végleg véget értek a régi szép idők McKinsey tanulmánya szerint a globális gyógyszer-szektor számára, hiszen az iparág profitkilitásai erőteljesen romlottak az elmúlt években. Erre elsősorban azért került sor, mert:

– a fejlett országokban még egy kedvezően változó gazdasági klíma esetén sem reális, hogy a gyógyszerkiadások emelkedjenek;



– a fejlődő országok továbbra is szoros kontroll alatt tartják majd ezeket a kiadásokat;

– a szabályozói követelmények (főként a hasznosság és a költségek közötti kapcsolat tekintetében) tovább fognak szigorodni;

– miközben a jelenlegi K+F alapján nem látható olyan innovációs hullám, mely ellensúlyozhatná a fentieket.

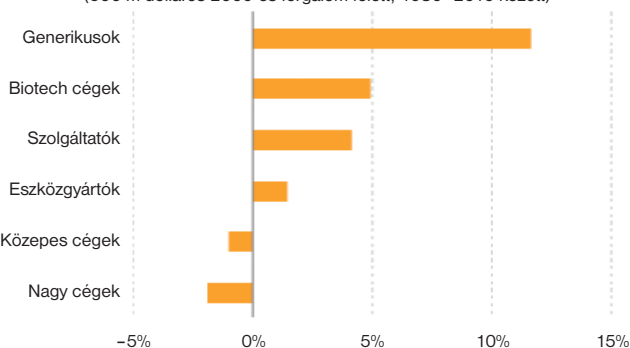
Mindezek arra utalnak, hogy az iparági profittömeg jelentősen csökkenni fog a következő években a jelenlegihez képest. A drasztikus változás pedig a világ nagy, legalább 5 mrd dolláros bevétellel rendelkező gyógyszercégeit (Big Pharma) arra sarkallhatja, hogy a költségbázist csökkentsék, vagy pedig újabb M&A hullámot indítson el a szektorban. Ha ezek a változások nem is a következő hónapokban valósulnak meg, a McKinsey szerint a következő években mindenképpen szükség lesz arra, hogy ezek a társaságok felülvizsgálják operatív stratégiájukat.

Az iparági trendek azonban más irányba is mutatnak.

Új trend a gyógyszersektorban. Ha megnézzük az iparág elmúlt 2 évtizedét (1989-től 2010-ig bezárólag), akkor azt láthatjuk, hogy a bevételek növekedésének legfontosabb mozgatórugója az innováció, és az ebből fakadó reálár-emelkedés volt. Ennél sokkal kisebb profit hatása volt a költségbázis csökkentésének, bár a szereplők egyre nagyobb figyelmet fordítanak erre a területre.

A vizsgált időszak profittömegnövekedésében a szabályozó hatóságok is jelentős szerepet játszottak az új termékek piaca engedélisével, az elmúlt években azonban ez a szerep jelentős mértékben megváltozott, és a fejlett országokban a szabályozói oldal egyre keményebb lett – és várhatóan még keményebb lesz a jövőben. Ez kiterjed egyrészt a törzskönyvezésre, másrészt az áremelésre, harmadrészt pedig a hatékonyság bizonyítására, hiszen a GDP arányában a gyógyszerkiadások jelentős tételnek számítanak, és az elmúlt években emelkedtek is. Az elmúlt két évtized jelentős gyógyszerpiaci innovációi komoly előnyt jelentettek a betegeknek és hatalmas profitot generáltak a nagy gyógyszercégeknek, az elmúlt években azonban új trend alakult ki, mely haszonélvezőinek nem a Big Pharma cégek számítanak.

Relatív növekedés a 4,3%-os iparági átlaghoz képest
(500 m dolláros 2009-es forgalom felett, 1989–2010 között)

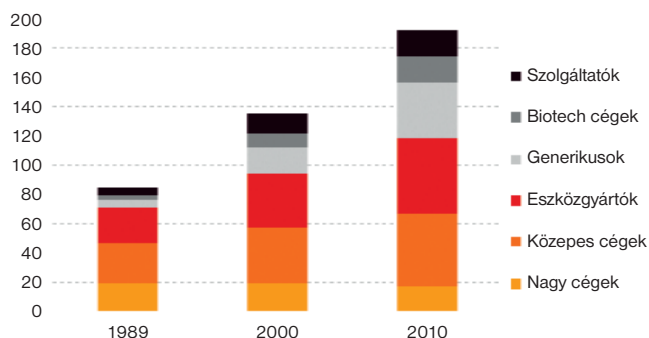


Forrás: S&P capital IQ Unit, McKinsey, Portfolio.hu

Bár jelentős konszolidáció ment végbe az iparágban, az 500 m dollárnál magasabb forgalmat lebonyolító gyógyszercégek száma több mint megduplázódott 20 év alatt, azaz az iparág sokkal szegmentáltabbá vált. Ennek következtében pedig a nagy gyógyszercégek az értéklánc minden részén speciális, fókuszált stratégiával rendelkező versenytársakkal kénytelenek szembenézni – elég csak a generikus szereplőkre, vagy a hatalmas innovációs erővel bíró biotechnológiai cégekre gondolni.

Az innovációban az elmúlt években egyértelműen a biotech cégek álltak az élen, melynek következtében a nagy gyógyszer-gyártók számára a termékek erőteljes brandjai és a marketing-

Gyógyszercégek száma 1989 és 2010 között
(500 m dolláros 2009-es forgalom felett, db)

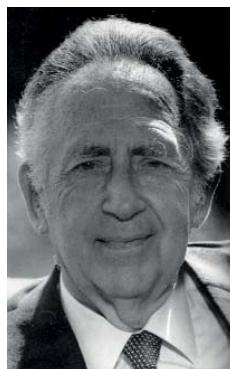


Forrás: S&P capital IQ Unit, McKinsey, Portfolio.hu

erő maradt csak arra, hogy prémium árakat tudjanak elérni a piacon. A McKinsey ennek kapcsán a fogyasztási javakat előállító vállalatok példáját említi, melyeknek a profit marginja mintegy felét teszi ki a gyógyszersektor marginjának. Ennek kapcsán nem kizárt, hogy a befektetők a következő években nem fogják tolerálni a jelentős K+F kiadásokat, hiszen azok úgy csökkentik az eredményességet, hogy közben nem generálnak jelentős bevételt innovatív termékek kifejlesztésével. Egyes gyógyszerpiaci elemzők már egyenesen odáig jutottak, hogy kijelentik: a gyógyszersektor K+F kiadásai részvényesi értéket rombolnak a társaságok számára. Számos nagyobb gyártó már most is az értékesítésre és marketingre, valamint az innovatív termékek engedélyeztetésére fókuszál, s a kutatást és a gyártást kiszervezi, ami jelentős profittömegnövekedést biztosít egyes szereplők számára. A folyamat dömpingszerűen azonban azért nem megy egyik napról a másikra, mert a befektetők felől komoly nyomás nehezedik a cégek menedzsmentjére, mely így a jelenlegi – azért még profitábilis – modellt kénytelen lenne feladni, a befektetők pedig a rövid távú profittömegnövekedést részesítik előnyben a hosszú távúval szemben. A McKinsey szerint a változások elkerülhetetlenek a szektorban, a kérdés csak az, hogy ennek kiteljesülése mennyi időt vesz majd igénybe, illetve hogyan reagálnak majd a változásokra a legnagyobb piaci szereplők. Az egyértelmű, hogy új stratégiákra van szükség, melyeknek a fontossága megkérdőjelezhetetlen lesz: amelyik szereplő nem tud válaszolni a piaci változásokra, az vagy eltűnik, vagy egy versenytársa bekebelezi. (A *portfolio* nyomán)



Szentágothai Jánosról nevezi el új kutatóközpontját a pécsi egyetem. Kovács L. Gábor, a PTE rektorhelyettese az MTI-nek elmondta: a szenátus a névadó családjának hozzájárulásával döntött arról, hogy a létesítmény a Pécsi Orvostudományi Egyetem



egykori anatómiatanárának, anatómiai intézetvezetőjének nevét veszi fel. A rektorhelyettes magyarázata szerint azért esett a választás Szentágothai Jánosra, mert 1946 és 1963 között a pécsi egyetemen alapozta meg az agyműködéssel kapcsolatos és számára világhírnevet hozó sikereit. Személye, tudományos eredményeinek hasznosítása, oktatói, valamint iskolateremtő munkája okán nemcsak a PTE orvosi, hanem természettudományi és művészeti karához is közel áll.



A névadásnak apropót ad az UNESCO közgyűlésének tavaly novemberi döntése: a 2012-es évet, a világhírű magyar tudós születésének centenáriumát, Szentágotai János emlékének szenteli. A Science Building nevű kutatóközpont alapkövét 2009. szeptember 1-jén, az egyetem alapításának évfordulóján helyezték el Pécsen az egyetemi szívcentrummal szemkölti területen. A 7 milliárd forintból nyárra felépülő és ősszel megnyíló, mintegy 7 ezer négyzetméter alapterületű intézmény Bachman Zoltán Kosuth-díjas építész tervei szerint készül és 200 munkahelyet, azon belül 40 kutatói állást teremt. Az egyetem szeretné, ha a bio-, környezettudományi és információtechnológiai központot is magában foglaló, a természet-, a műszaki és az egészségtudományok területén az alapkutatási potenciál fejlesztését célzó központ Európa meghatározó kutatóintézményévé válna. Olyan korszerű, nemzetközi tudományszervezési és menedzsmentnormák szerint kialakított kutatóintézménnyé, amely együttműködik vállalatokkal, rugalmasan reagál a kutatási trendekre, a tudásalapú gazdaság igényeire, amely a kutatóegyetemi rangot megcélzó PTE zászlóshajója lehet. A magas színvonalú infrastruktúra, nemzetközi viszonylatban is professzionális munkakörülmények lehetővé teszik a nagy nemzetközi pályázatokon való részvételt, a hallgatók elsőrangú oktatását, a projekt összességében pedig hozzájárul az innováció-orientált, tudásalapú gazdaság fejlesztéséhez. A központban folyó tevékenység nyomán javulhat az egyetem kutatási bevétel-szerző képessége, növekszik a kutatási megbízások volumene, az elért eredmények pedig pozitív hatással lesznek a képzés színvonalára, valamint a kutatói mobilitásra. További előny, hogy az új kutatóközpont gátolja az agyelszívást, több jövőbeni munkatársa külföldről tér vissza, vagy terveivel ellentétben Magyarországon marad, hogy a Science Buildingben dolgozhasson. (MTA)



Innovációs díj a TVK-nak. A XX. Magyar Innovációs Nagydíj bírálóbizottságának döntése értelmében a MOL-csoporthoz tartozó TVK fejlesztési pályázatát a Magyar Kereskedelmi és Iparkamara Innovációs díjával jutalmazták. A társaság vezérigazgatója, Pethő Zoltán március 30-án, a Parlamentben vehette át a csapadék- és szennyvízvezetékek műanyag alapanyagának kifejlesztéséért odaítélt szakmai elismerést.

A Polipropilén-4 üzem munkatársainak és a termékfejlesztést felelős csapatnak az összehangolt munkája alapvető volt a kezdetekkor és a végső siker elérésében egyaránt.

A Tipplén K 850 néven bejegyzett termékből első sorban úgynevezett korrugált, bordázott, nagy gyűrűmerekű és nagy átmérőjű (2 méter vagy akár azt meghaladó) csövek készülnek.

Tipikus felhasználási helyei lehetnek a szennyvíz és csapadékvíz elvezető csatornák. Teherbírása és szilárdsága révén olyan helyeken is használható, ahol nagy terhelést és szélsőséges időjárási körülményeket kell elviselni, így például autópályák, repülőterek alatti vízelvezető rendszereknél. A termék így kiválthatja a nehezebb, drágább, hosszú távú időjárási szélsőségeknek kevésbé ellenálló betoncsöveket. A fejlesztőmunka kockázata az volt, hogy a meglévő technológiák és berendezések költséges módosítása és/vagy fejlesztése nélkül előállítható-e a termék az 1999-ben indult PP-4 üzem technológiai paraméterei által adott határok között. A Tipplén K 850-nel szemben támasztott követelmények között volt többek között a jó ütésállóság megőrzése a negatív hőmérséklet-tartományokban is, a rendkívül nagy merevség és hőstabilitás, továbbá a jó feldolgozhatóság. A gyártás megkezdésekor,

2010-ben, a tervekhez képest 4000 tonnával túlszárnyalták az eredeti 5000 tonnás értékesítési tervet, míg 2011-re megháromszorozták. 2012-re további 5500 tonnával szeretnék növelni az eladást. Ennek elérése esetén az új termék idén a TVK polipropiléntermelésének már közel 10 százalékát teszi ki. A Tipplén K 850-et azért nevezhetjük az utóbbi 10 esztendő legsikeresebb termékének, mert ebben az időszakban nem volt hasonló volumen-növekedést elérő terméke a TVK-nak. (TVK)



Kiemelt elismerés a MOL innovációjának. A XX. Magyar Innovációs Nagydíj bírálóbizottsága a MOL „Csökkentett üvegházhatású, versenyképességet javító dízelgázolaj formula kifejlesztése” c. pályázatát kiemelt elismerésben részesítette.

A MOL fejlesztésének célja magas innovációs értékű, alacsony szén-dioxid-kibocsátású, időben egyenletes minőségű, biokomponens-tartalmú gázolaj gyártása és forgalombahozatala volt, ami megbízhatóan tartós tulajdonságaival a fogyasztók előtt igazolja kiválóságát. A termékfejlesztés során a megfelelő tulajdonságokkal rendelkező dízelgázolaj-keverőkomponensek – többek között a kiváló minőségű, használt sűrűolajból készült biodízel – kiválasztása, valamint a hatályos és jövőbeli szabványoknak, ajánlásoknak és a vevői igényeknek megfelelő összetétel és adalékolási jellemzők megállapítása volt a cél.

A használt sűrűolaj-tartalmú biodízel felhasználása gázolajokban hulladékgazdálkodási és környezetvédelmi szempontból egyaránt előnyt jelent, megfelel a fenntartható fejlődés elveinek. A megvalósításhoz azonban több akadályt is le kellett küzdeni a mérnököknek. Így egyedülálló megoldásként – a kiváló minőség megőrzése érdekében – védik a mikrobiológiai fertőzéstől a biodízelt, a gyártástól kezdve egészen a dízel gépjárművek üzemanyag-tartályáig. Az állandó minőség érdekében ugyancsak fontos lépés volt a biokomponens téli hidegben történő csővezeteki szállíthatóságának megoldása. A biodízelgyártás és -szállítás innovatív technológiai módosításai lehetővé tették, hogy az alapanyag egész évben tartalmazzon használt sűrűolajat. (MOL)

Banai Endre összeállítása

MKE-HÍREK

Konferenciák, rendezvények

Precarb-12 Surface Chemistry and Performance of Carbon Materials

2012. június 15–16.

MTA, Budapest, Széchenyi tér 9.

Online jelentkezés: <http://www.precarbon-budapest2012.mke.org.hu/>

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Bondár Mónika, precarbon2012@mke.org.hu

CAC2012 XIII. Chemometrics in Analytical Chemistry

2012. június 25–29.

ELTE, Budapest, Pázmány P. stny 1/A

Online regisztráció: <http://www.cac2012.mke.org.hu>

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!

További információ: Schenker Beatrix, cac2012@mke.org.hu



A konferenciára közel 300 fő regisztrált.

A konferencia első napján, 2012. június 25-én speciális kemo-metriai tárgyú tanfolyamokat szerveztünk, amelyekre 2012. március 31-ig lehetett előzetesen jelentkezni.

A tanfolyamok leírása (<http://www.cac2012.mke.org.hu/pre-conference-courses.html>) és a részvételi díjak is megtalálhatók a konferencia honlapján.

A tanfolyamokra emailben jelentkezhetnek: cac2012@mke.org.hu.

Természetesen kérjük megjelölni a választott tanfolyamo(ka)t.

Varázslatos Kémia Nyári Tábor

2012. július 9–13.

Szeged

További információk hamarosan a www.mke.org.hu honlapon.

10th Conference on Colloid Chemistry

2012. augusztus 29–31,

ELTE, Budapest, Pázmány P. stny 1/A

Regisztráció: <http://www.10ccc.mke.org.hu/conference-registration.html>

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: Bondár Mónika, 10ccc@mke.org.hu

.....

A Gumiipari Szakosztály és a MAGUSZ

közös rendezvényeként

„Gumiabroncsba épített szenzor elektronikus csúszásgátláshoz” címmel szakmai programot szervez, amelyre meghívunk minden érdeklődőt.

Időpont: 2012. június 8. 10 óra

Helyszín: Magyar Kémikusok Egyesülete, tárgyaló

1015 Budapest, Hattyú u. 16. II. em 8.

További részletek a www.mke.org.hu honlapon a hírek, aktualitások rovatban

.....

Az MKE Intézőbizottság ülése

(2012. április)

1. Az Intézőbizottság az előterjesztésekre jogosultaktól (Díjbi-zottság elnöke, ügyvezető igazgató) meghallgatta a 2012. évi egye-sületi elismerésekre rangsorolt javaslatokat és döntött az elisme-rések odaítéléséről. A díjak ünnepélyes átadására a hagyomá-nyoknak megfelelően az MKE éves rendes küldöttközgyűlésén (2012. 05. 18.) kerül sor.

2. Az IB elfogadta és az évi rendes küldöttközgyűlés elé terjeszt-hetőnek minősítette az MKE 2011. évi Mérleg és eredménykimu-tatás, a Közhasznúsági jelentés és a 2012. évi gazdálkodási terv dokumentumokat.

3. Az Intézőbizottság elfogadta és a tagság elé terjeszthetőnek minősítette az MKE Stratégia 2011–2015 dokumentum szöveg-tervezetét. A dokumentum felkerül az MKE-honlapra és az MKE Titkárság címére lehet a véleményeket és javaslatokat meg-küldeni.

4. Simonné Sarkadi Livia az ACS meghívására részt vett a szer-vezet 2012. évi kongresszusán és további kapcsolatépítő megbe-széléseket folytatott.

Kovács Attila

VISSZHANG

Tisztelt Magyar Kémikusok Egyesülete!

Áprilisi számukban a kémia oktatásáról megjelent írásaikkal kapcsolatban szeretnék néhány dolgot megemlíteni. Elsőként Lente Gábor véleményére szeretnék reagálni, amely szerint a „kémiatanár-képzés gyakorlatilag megszűnt Magyarországon”. Én Debrecenben végeztem az akkor még Kossuth Lajos Tudo-mányegyetem kémia-fizika szakán. Mi voltunk az első 5 éves évfolyam. Kecskeméten tanítottam nyugdíjazásomig a Bányai Júlia Gimnáziumban (ez a mostani neve) kémiát, fizikát és ké-mia anyagvizsgálat faktot.

Érdekes Hans-Dieter Barke professzor úr írása is a kémia-oktatással kapcsolatban.

A lecsökkentett óraszám miatt a tanárnak, de a diáknak sem jut ideje a kísérletezésre, ami pedig a legérdekesebb a ké-miában.

Különösen a fakt adott erre nagy lehetőséget, és szerették is a diákok. Sajnos ez a fakt nem sokáig élt. Szomorú, hogy úgy tű-nik, néhány év múlva, ha a mai kémiatanárok nyugdíjba men-nek, nem lesz kémiatanár.

Kecskemét, 2012. április 17.

Csernus Lászlóné

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXVII. No. 6. June 2012

CONTENTS

The concept and teaching chemical technology at the Department of Organic Chemistry and Technology at BME	174
ELEMÉR FOGASSY, FERENC FAIGL, GYÖRGY MAROSI, GYÖRGY KEGLEVICH	
Richter's plans and perspectives. An interview with Erik Bogesch, CEO of Gedeon Richter Plc.	177
GÁBOR NAGY	
The renaissance of electrochemistry in the 21 st century	178
GYÖRGY INZELT	
The chemistry of carbon nano-onions	183
TIBOR BRAUN	
Magnets, gels and polyamino acids. An interview with professor Miklós Zrínyi	187
VERA SILBERER	
Chemistry is not history. Part II.	190
ÁRPÁD KUCSMAN, ISTVÁN JALSOVSZKY	
Chemistry calendar (Edited by JÓZSEF SÁNDOR PAP)	194
Chembits (Edited by GÁBOR LENTE)	196
The Society's Life	198
News of the Month	199



Biotechnológia: a jövő útja

Richter-üzemavatás Debrecenben

2012. április 19-én Orbán Viktor miniszterelnök, Kósa Lajos, Debrecen város polgármestere és Bogsch Erik, a Richter Gedeon Részvénytársaság vezérigazgatója ünnepélyes keretek között avatta fel a gyógyszeripari társaság új, 25 milliárd forint beruházással épült Biotechnológiai Üzemét Debrecenben. A korszerű létesítményben először emlőssejtek felhasználásával klinikai vizsgálathoz szükséges mintákat, majd 2014-től humán betegségek kezelésére szolgáló, biológiai módszerekkel előállított gyógyszereket, rákellenes és krónikus gyulladások elleni fehérjéket és antitesteket gyártanak majd.

„A Richter stratégiai célja egy olyan komplex és versenyképes biotechnológiai termékvonallétrehozása, amelynek segítségével magas hozzáadott értéket képviselő készítményekkel bővítheti termékportfólióját. A debreceni üzemmel versenyképessé vált a biotechnológiai gyártás, ami a magyar biotechnológiai stratégia megvalósítását is elősegíti és hozzájárul Magyarország versenyképességének növeléséhez is” – mutatott rá a beruházás jelentőségére Bogsch Erik vezérigazgató.



A Richter Biotechnológiai Üzeme Debrecenben

A Biotechnológiai Üzem megfelelő infrastruktúrával ellátott, könnyen megközelíthető ipari övezetben, kormányzati támogatással valósult meg. A Richter a beruházás megvalósításához egyedi kormánydöntés keretében 1,384 mrd forint állami támogatást kapott, amely összeg teljes körű folyósítása 2012. december 31-ig bezárólag megtörténik. A 25 milliárd forintos beruházás fokozza az észak-alföldi régió regionális versenyképességét. A minimális környezetterheléssel működő üzemben kezdetben klinikai vizsgálathoz szükséges mintákat fognak előállítani. A pia-

con is megjelenő, rendkívül magas hozzáadott szellemi és technológiai értékkel bíró termékek gyártása előreláthatóan 2014-ben kezdődik. Ezek a gyógyszerek bioreaktorokban tenyésztett emlőssejtek fehérjetermékei, például rákellenes és krónikus gyulladások elleni antitestek.

Az üzem megfelel a legmodernebb nemzetközi gyógyszer-gyártással kapcsolatos minőségi, biztonságtechnikai és környezetvédelmi előírásoknak. A beruházással 120 új munkahelyet hozott létre a Richter magasan kvalifikált szakemberek számára, akik felkészítése évekkel ezelőtt megkezdődött a Debreceni Egyetemmel közösen.

A gyógyszeriparban a hagyományos innovációs lehetőségek beszűkülése, az egyre erősebb generikus verseny abba az irányba mutat, hogy a hosszú távon gondolkodó vállalatok számára létkérdés az olyan új területeken való jelenlét, mint a biotechnológia. A Richter több mint negyven éve alkalmaz biotechnológiai eljárásokat. Mind a fejlesztésben, mind a gyártásban komoly tradíciókkal és szakembergárdával rendelkezik, a régió legjelentősebb vállalati innovációs bázisa. A Társaság a régióban a legtöbbet – árbevételének átlagosan 10 százalékát – fordít K+F-re, 2011-ben 28,7 mrd forintot.

A biotechnológiai termékek jelentősége a világ gyógyszerpiacán továbbra is töretlen: az Amerikai Egyesült Államokban 2010 novembere és 2011 októbere között forgalombahozatali engedélyt kapott termékeknek 28 százaléka, az Európai Unióban minden harmadik új gyógyszer biotechnológiai eredetű. Egybehangzó szakértői vélemények szerint a biotechnológiai termékek piaci részesedése a jövőben is folyamatosan nőni fog: amíg a kismolekulás gyógyszerpiac növekedési ütemét 2015-ig 3,9 százalékra becsülik, addig a biotechnológiai termékeké meghaladja az évi 10 százalékot. A trendet tovább erősíti az a tény, hogy a jelenlegi klinikai fejlesztési témák mintegy harmada biotechnológiai eredetű. Mértékadó becslések szerint 2016-ra a világ első 10 gyógyszere között 7 biotechnológiai eredetű lesz. Ezek az előrejelzések és adatok egyértelműen alátámasztják a Richter stratégiai döntését a biotechnológiai portfólió kialakításáról, az új Biotechnológiai Üzem létrehozásáról.

Nagy Gábor

ELEMANALÍZIS FELSŐFOKON!

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

A MIKRO ANALITIKÁTÓL A MAKRO ANALITIKÁIG

Konformitások: CE, EMC, DIN, EN, AOAC, ASBC, AACC, FGIS, AOCS, CGC, ASTM, LUFA, MEBAK, LIMS, 21 CFR Part 11, ...

ELEMANALIZÁTOROK & TÖMEGSPEKTROMÉTEREK

AKTIVIT Kft.
1145 Budapest, Pétervárad u. 14.
Tel: +36-(1)-470-0125, 221-7865.
Fax: 252-9940, Mail: L.nagy@aktivit.hu, web: www.aktivit.hu
Környezetvédelmi műszerek, analitikai eszközök

elementar
Analysensysteme GmbH
Technologie von Heraeus
für Qualitäts- und Umweltkontrolle