

A TARTALOMBÓL:

- Buckminsterfullerén
– mi van a név mögött?
- Tudományértékelés
a modern világban
- De miért? Diákok érvelése
- Emlékezés
Somorjai Gáborra
- A három Lengyel Béla



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXX. ÉVFOLYAM • 2025. SZEPTEMBER • ÁRA: 1450 FT

A Nobel-díjas
**Richard
Schrock**
a XiMo gödöllői
katalizátorüzemének
alapkőletételén

A kiadvány
a Magyar Tudományos
Akadémia támogatásával
készült



Nemzeti
Kulturális
Alap



Journal of Mathematical Chemistry (2025) 63:1323–1341
<https://doi.org/10.1007/s10910-025-01726-9>

ORIGINAL PAPER

Analytical solutions for the rate equations of some two-step kinetic schemes including a reversible first order later step

Rebeka Szabó¹ · Gábor Lente¹

Received: 16 March 2025 / Accepted: 27 March 2025 / Published online: 8 April 2025
© The Author(s) 2025

Az RRF-2.3.1-21-2022-00009 azonosító számú projekt a Helyreállítási és Ellenállóképességi Eszköz keretén belül valósul meg.

communications materials

Article

<https://doi.org/10.1038/s43246-025-00734-1>

Improving lithium-sulfur battery performance using a polysaccharide binder derived from red algae

Dóra Zalka^{1,2,12,13}✉, Alen Vizintin^{3,13}, Alexey Maximenko^{4,14}, Zoltán Pásztí^{5,13}, Zoltán Dankházi⁶,
Kristóf Hegedüs⁷, Lakshmi Shiva Shankar⁸, Róbert Kun^{5,8}, Karel Saksl^{1,9,14},
Andrea Straková Fedorková^{10,14} & Pál Jóvári^{11,13}✉

Li-S batteries are a promising energy storage technology due to their high theoretical capacity, but they suffer from issues such as poor cycle stability and capacity loss over time. Here, we investigate the impact of carrageenan, a polysaccharide binder derived from red algae, on the performance of Li-S batteries. Electrode slurries are prepared without the toxic solvent N-methyl-2-pyrrolidone, using only water as a solvent and dispersant, making it an environmentally friendly process. By adding an optimal amount of carrageenan, we observed improved discharge cycles. Carrageenan-based electrodes outperform the industry-standard polyvinylidene fluoride (PVDF) binder.



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXX. évf., 9. szám, 2025. szeptember



A Magyar Kémikusok Egyesületének
tudományos ismeretterjesztő
folyóirata és hivatalos lapja

SZERKESZTŐSÉG:

Felölös szerkesztő: LENTE GÁBOR
KISS TAMÁS örökös tb. főszerkesztő
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE

Szerkesztőbizottság:

KEGLEVICH GYÖRGY,
a szerkesztőbizottság elnöke,
BÁLINT MÁRIA, BUZÁS ILONA,
DOMBRÁDY ZSOLT, FÁBIÁN ISTVÁN,
GREINER ISTVÁN, HANCSÓK JENŐ,
KALÁSZ HUBA, KISS TAMÁS,
MERNYÁK ERZSÉBET, SKODÁNÉ
FÖLDES RITA, ifj. SZÁNTAY CSABA,
SZÉPVÖLGYI JÁNOS, TÖMPE PÉTER,
ZÉKÁNY ANDRÁS

Szerkesztők:

DOBÓ DORINA, KEGLEVICH KRISTÓF,
KERTI GÁBOR, KOVÁCS LAJOS,
NAGY GÁBOR, PAP JÓZSEF SÁNDOR

Szerkesztőségi titkár: KOCOR ERIKA

Kapják az Egyesület tagjai és a megrendelők
A szerkesztésért felel: LENTE GÁBOR

Szerkesztőség: 1106 Budapest,
Fehér út 10. (White Office)
Tel.: 36-20-214-0808
E-mail: mkl@mke.org.hu

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete
Felelős kiadó: SZABÓ JÁNOS ZOLTÁN
Nyomdai előkészítés: HORVÁTH IMRE
Nyomás: Europrinting Kft.
Felelős vezető: ENDZSEL ERNŐ
ügyvezető igazgató

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete
Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank
10700024-24764207-51100005 sz.
számlájára „MKL” megjelöléssel
Előfizetési díj egy évre 15 950 Ft
(MKE-tagoknak: 9000 Ft)
Egy lapszám ára: 1450 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:
KOCOR ERIKA

Magyar Kémikusok Egyesülete,
1106 Budapest, Fehér út 10. (White Office)
Tel.: 36-20-214-0808,
e-mail: mkl@mke.org.hu

Aktuális és archivált számaink honlapunkon
(<https://mkl.mke.org.hu/>) olvashatók

Index: 25 541
HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)
HU ISSN 1588-1199 (online)
<https://doi.org/10.24364/MKL.2025.09>

A lapot az MTA MTMT indexeli, és a REAL,
továbbá az Országos Széchényi Könyvtár
(OSZK) Elektronikus Periodika Adatbázisa
és Archivuma (EPA) archiválja



„Ha az alapok is elrontatnak, mit cselekedhet az igaz?” – teszi fel a kérdést a (hagyományos számozás szerint) 10. zsolttár szerzője. Ez az idézet a Magyar Kémikusok Lapja szeptemberi számának előzetes átolvasása során két cikk kapcsán is eszembe jutott. Az első: nyáron a hazai média egy része ismét hadjáratot indított az utolsó érintetlenül maradt magyarországi sztálinista intézménynek minősített Magyar Tudományos Akadémia ellen. Jelen lapszám a nemrég megválasztott kémikus akadémikusokkal készített hosszú interjú második részének közlésével elegánsan veszi föl a kesztyűt a sajtópolémiaiban, bár olvasóinknak aligha kell bizonygatni az Akadémia ethoszát és azt, hogy érdemes megfontolni az akadémikusok véleményét. Kiváltképp, hogy az interjúban éppen a tágabb közönséget is érdeklő témákról van szó: például hogy ugyanúgy működik-e az egyetemi ranglétra minden magyar egyetemen; miként mérhető a tudományos teljesítmény a modern világban; mire jók a tudományometriai mutatók?

Második, szintén belsőmet megmozgató élményemet a tanulók érvelési képességeit vizsgáló szakmódszertani cikk olvasása jelentette. Már boldogult egyetemista koromban, mintegy 20–25 éve is divatos volt a tanárképzésben az a szemlélet, mely szerint a pedagógus dolga a képességfejlesztés, a lexikális tudás átadása csupán másodlagos (vagy egyenesen kontraproduktív és kártékony, hiszen porosz és ódivatú). 2025-ben oda jutottunk, hogy örülnünk kell annak, ha egy kutatás bizonyítja: a diák háttértudása még olyan problémák megoldásában is segíti őt, amelyekben a kérdésfeltevés módjával kimondottan az előzetes tudás szerepének kiiktatása volt a cél. Az értekezés természetesen ezen túlmenően sok más megalapítást is tesz.

Ezeket kívül olvashatunk igazi Nobel-díjjal készült riportot és a 2024. évi IgNobel-díjakról szóló beszámolót egyaránt. A valószínűségszámítási – ezt a kifejezést a fentebb említett Akadémia legújabb, 2015-ös szabályzata alapján egybe kell írni – IgNobel-díjnak magyar vonatkozása is van. Nyomába eredhetünk a geológiai hidrogén – természetes – keletkezésének. A Lap profiljának már-már elmaradhatatlan része a kémia történet. Ezúttal betekintést nyerhetünk a buckminsterfullerén név mögé, egyszersmind a fullerén előállításáról is tájékozódhatunk annak apropóján, hogy 40 éve, 1985-ben publikáltak először a C₆₀-molekuláról. Szomorú apropóból állít emléket méltó frás a Lengyel kémikuscsaládnak, a „Lengyel Béláknak”.

Mindezek az írások a Magyar Kémikusok Lapjától megszokott igényességgel, gondosan szerkesztett formában kerülnek az olvasó elé. Ez egy tudományos magazin esetén külön érték: nemcsak tartalmában kiváló, hanem arculatában is izléses. A rengeteg fényképpel vizuális történetmesélő szerepet is betölt. Értékeljük ezt, és reméljük, ez a lapszám is hozzájárul a magyar vegyészek tájékoztatásához, a kémikus szakma népszerűsítéséhez, a kémia iránti érdeklődés felkeltéséhez.

Jó olvasást, zökkenőmentes szeptembert, erős tanévkezdést kívánok!

2025. szeptember

Keglévich Kristóf
az MKL szerkesztőségének tagja

TARTALOM

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

Metatéziskatalizátorokkal a Nobel-díjtól az ipari felhasználásig.

Beszélgetés **Richard Schrockkal**

254

Lente Gábor: A XiMo katalizátorüzemének alapkötetele Gödöllőn

256

Akadémia, tudomány és tudományértékelés a modern világban.

Beszélgetés az MTA Kémiai Osztályának újonnan megválasztott tagjaival.

Második rész

257

HONNAN LESZ ENERGIÁNK?

Lente Gábor: A geológiai hidrogén keletkezésének nyomában

262

IPARI BEMUTAKOZÁS

Ósapy György: A Pharmaforte Kft. Természetes eredetű készítmények

– különös tekintettel a babákra

264

KÖZOKTATÁS – TANÁRI FÓRUM

Borbás Réka, Szalay Luca: De miért? A tanulók érvelési képességének vizsgálata

egy kísérlettervezést tanító longitudinális projekt keretében

265

VEGYIPAR ÉS KÉMIATÖRTÉNET

Hargittai István: Buckminsterfullerén – mi van a név mögött?

269

Hargittai Balázs, Hargittai István: A C₆₀ előállítása – képes megemlékezés

273

KITEKINTÉS

Lente Gábor: Fékezett hatású IgNobel-díj-ünnepség 2024-ben

276

MEGEMLEKEZÉS

Sápi András: Emlékezés Somorjai Gáborra

277

Mészáros Gábor: Lengyel Béla (1940–2025)

278

Inzelt György: Egy kémikuscsaládra emlékezve. A három Lengyel Béla

278

VEGYÉSZLELETEK

Lente Gábor rovata

282

A HÓNAP HÍREI

284



Címlapunkon:
A Nobel-díjas
Richard Schrock
a XiMo gödöllői
katalizátorüzemének
alapkötetételen
(fotó: Lorkó Dávid)



Metatéziskatalizátorokkal a Nobel-díjtól az ipari felhasználásig

Beszélgetés Richard Schrockkal

2025. június 26-án, a XiMo Hungary Kft. új gödöllői üzemének alapkövetésén Magyarországon járt Richard R. Schrock, aki 2005-ben a metatéziskatalizátorok kifejlesztéséért kapott kémiai Nobel-díjat Robert H. Grubbs (1942–2021) és Yves Chauvin (1930–2015) kutatókkal megosztva. A Magyar Kémikusok Lapja ekkor készíthetett interjút a neves tudóssal.

Úgy tudom, nem először jár hazánkban. Milyen korábbi emlékei vannak?

Először 1968-ban jártam Magyarországon, amikor még orosz megszállás alatt volt. A Harvard Egyetem doktori iskolájában töltött első év lezártaival körutazást tettem Európában. Bécsben úgy döntöttem, hogy megnézem a vasfüggöny mögötti világot is, így Budapest lett a következő állomás.

Hogyan fordult érdeklődése a kémia felé?

Két bátyám volt: egyikőjük tíz, a másik öt évvel idősebb nálam, s az utóbbit is érdekelte a kémia, már középiskolában is. Az egyik születésnapomra egy kémiai kísérletező készletet kaptam tőle. Azokban az időkben az ilyen készletekben még sok-sok érdekes vegyszer volt. Megismertem a bátyám kémia tanárát is, aki könyveket adott nekem: ezekből megtudtam, hogyan kell kísérletezni. Mindig érdekelt, miként működik körülöttünk a világ. A kísérletező készlet és a könyvek révén meg akartam érteni, hogyan lehet A anyagot egy B-vé átalakítani. Ekkor nyolcéves voltam.

A történelemkönyvek szerint az Egyesült Államokban ebben az időben volt a Szputnyik-sokk, ami miatt nagy figyelmet kaptak a természettudományok.

Igen, valóban. Ekkoriban hittek a tudomány erejében, elindult a Holdra szállási verseny, de a penicillin bevezetése vagy a DNS szerkezetének felfedezése is ennek a kornak az eredménye. Izgalmas időszak volt.

Látta élőben a Holdra szállást?

Valószínűleg nem, mert egyébként emlékeznék rá.

Az életrajzi adatai szerint Indianában született, San Diegóban járt középiskolába, majd egy kicsit északabbra, a kaliforniai Riverside egyetemére iratkozott be.

Igen, így volt. San Diegóba a szüleimmel költöztem 14 éves koromban. Édesapám az építőiparban dolgozott, a bátyjával saját cégük volt, a Schrock Construction Company.¹ Ott akarta hagyni Indianát és új életet kezdeni. Így San Diegóban kezdtem a középiskolát. Ekkor már saját laboratóriumon volt. Olyan anyago-



kat állítottam elő, amelyeket a gyermekeimnek ma nem engednék. A két bátyám is járt egyetemre, én is ezt akartam. A szüleim még a középiskolát sem végezhettk el teljesen, 16 éves korukban kezdtek dolgozni egy farmon. Édesanyám végül csak befejezte az iskolát: éppen 1963-ban, mint én. Talán emiatt akartak a szüleim mindannyiunkat egyetemre küldeni. Hittek az oktatás hasznában, ebben nagyon igazuk volt.

A riverside-i egyetem a kaliforniai állami rendszerhez tartozik, mintegy másfél óra autózásra volt az otthonomtól. Elég közel, hogy rendszeresen hazajárjak, ugyanakkor elég messze ahhoz, hogy édesanyám ne tudja, mit csinálok. Riverside-ban volt egy nagy hatású tanárom, Jerry Bell, aki frissen szerzett doktori fo-

¹ A cég ma is létezik: <https://schrockinc.com/>.



kozatot a Harvardon. A tanulmányi eredményeim mindig jók voltak kémiából, és az ő hatására jelentkeztem az általa javasolt egyetemre 1967-ben. A nyugatról keletre költözés is tetszett, mindig szerettem világot látni. Ez a mai napig megmaradt, de ahogy öregszem, nehezebbé válik az utazás.

Az 1960-as években nem volt túl sok munkalehetőség. Volt helyette sok tiltakozás, különösen 1968-ban, a francia diákmozgalmak. A Harvardon éppen 1967-ben kezdett tanítani John Osborn, aki Geoffrey Wilkinson vezetésével szerezte a doktori fokozatát. Wilkinson Ernst Otto Fischerrel együtt kapta meg az 1973-as kémiai Nobel-díjat. Nagy energiát fektetett könyvek írásába, az Albert Cottonnal együtt írt szervetlenkémia-tankönyvük nagyon híres lett.

Osborn az elsők között vizsgálta, hogy az átmenetifém-tartalmú katalizátorok hogyan működnek az olefinek hidrogénezésében; nála általában a ródiom volt a középpontban. Az általa előállított molekulát ma Wilkinson-katalizátornak nevezik, bár doktoranduszént ő, Osborn végezte a tényleges munkát.² Izgalmasnak tartottam, hogyan lehet katalizátorokat szintetizálni, amelyek több százszor, több ezerszer vagy ideális esetben akár a végtelenségig is képesek újabb és újabb termékmolekulákat előállítani. Én lettem Osborn csoportjának első kutatója.

A fokozat megszerzése után kontinenst váltott, de városnevet nem: egy amerikai Cambridge-ből a brit Cambridge-be költözött.

A már említett 1968-as utam alkalmával 15 hetet töltöttem Európában, így nem volt már teljesen ismeretlen a hely. A doktori fokozatot 1971-ben kaptam meg. Gazdaságilag nehéz idők jártak akkor, nem találtam olyan munkát, amely érdekelt volna. Szerencsém lett, egyéves posztdoktori ösztöndíjat kaptam a National Science Foundationtól, a helyet én választhattam meg. Akkor házasodtunk össze a feleségemmel, Nancyvel, így az angliai utazás egyfajta nászútnak is beillett. Nem foglalkoztam túl sokat kutatással, mindössze egy vagy két cikket publikáltam abban az időszakban. 1972-ben tértem vissza, és akkor a DuPont munkát ajánlott. A feladatom alap kutatás volt. A cég központi kutatólaborjában dolgoztam 1975-ig, amikor a Massachusetts Institute of Technology (MIT) vett fel professzornak. A DuPont számos külső tanácsadóval állt kapcsolatban. Wilkinson köztük volt, és például Barry Sharpless is, aki 2022-ben már a második kémiai Nobel-díjat kapta. Ő szerves kémikus, 1973-ban még az MIT-n dolgozott, és többször beszéltünk fém-szén többszörös kötések kialakításáról. Ő ajánlott a szervetlen kémiai tanszék figyelmébe. Mindig is egyetemi kutató szerettem volna lenni saját csoporttal, s korábban ismeretlen kémiai reakciókat, anyagokat felfedezni.

Az eredményeket már sok kémikus ismeri. Most a Nobel-díjról szeretnék kérdezni. Köztudott, hogy rövid idővel a nyilvános bejelentés előtt telefonon közlik a hírt a díjazottal Stockholmból. Milyen emléke van erről?

Stockholmban a döntést helyi idő szerit nagyjából tizenegykor véglegesítik, és azonnal keresik az érintetteket telefonon. Néha hibát is vétenek. Engem rendben megtaláltak, Bostonban reggel fél hat volt. A telefont a feleségem vette fel, a korai időpont miatt nagyon furcsa volt a csengetés. Még furcsább volt, hogy a hívó

jelentős svéd akcentussal beszélt, amit a feleségem felismert. Szinte pánikba estem. Persze hogy hallottam már a Nobel-díjról! Akkor épp hatvanéves voltam, előtte már sokan mondták nekem, hogy Nobel-díjat fogok kapni, de hát sok ilyen szóbeszéd van. Soha nem akartam Nobel-díjas lenni, a tervemben csak olyan fontos kémiai felfedezések szerepeltek, amelyek aztán hasznosak az utókoroknak.

Mennyire ismerte a másik két díjazottat?

Bob Grubbs nagyjából öt évvel volt idősebb nálam. Szerves kémikus volt, és nagyon jól látta előre, hogy mennyire hasznos lehet a metatézisreakció ebben a tudományágban. Ő ruténiumtartalmú katalizátorokat fejlesztett. A szokásos módszerek egyszeres kötéseket hoznak létre, itt viszont erős kettős kötésekről volt szó, ezekhez általában jól jön egy fém jelenléte. Katalizátorokat állítottunk elő, feltérképeztük a működési mechanizmusukat, hatékonyabbá tettük őket. Aztán a szerves kémikusok egyre hasznosabb reakciókban alkalmazták őket. Amir Hoveyda is ezen dolgozott, ma neki is van szerepe a XiMo cégben. Aztán valaki rájött arra is, hogy az olefinek polimerizálásánál akár ipari léptékű felhasználás is lehetséges. Ma ezért is vagyok itt: az első ilyen üzem alapkövét raktuk le. Fontos megjegyezni, hogy itt homogén katalizátorokról van szó. Jó úton vagyunk afelé, hogy egyre olcsóbban és egyre nagyobb mennyiségben állítsuk elő őket.

A harmadik díjazott Yves Chauvin volt, aki egy francia kőolajkutató intézet tudósaként polimerok előállításával foglalkozott. Ő fedezte fel, hogyan is működik mindez molekuláris szinten.

Eddig csak három fém bizonyult igazán alkalmasnak a metatézisreakció katalizálására: a molibdén, a volfrám és a ruténium, bár vannak ígéretes próbálkozások vanádiummal is. Grubbszal közös cikket is publikáltunk: ez volt az első példa volfrám-alkilidén típusú komplex használatára norbornén polimerizációja során. Igazából eleinte éppen az ilyen típusú reakciók voltak a legvonzóbbak a terület kutatói számára.

A magyar származású kutatók közül Georg Frater³ neve az alapkövetelési ünnepségen is elhangzott. Milyen emlékei vannak róla?

Georg személyében és tudományosan is erőt sugárzott. Ha jól tudom, 35 évig dolgozott a Givaudannál. Korán, úgy 1993-ban hívott meg, hogy tartsak előadást a metatézisreakciók lehetséges felhasználásáról. Az Ambrettolide⁴ nevű illatanyagot ma nagy léptékben ezzel az eljárással készítik. Georg nagyon széles látókörű szerves kémikus volt, de korábban nem igazán követtem a munkásságát. 1997-ben kezdtem együttműködni Amir Hoveydával a metatézisreakció szerves kémiai felhasználásainak bővítése céljából. Ő a Givaudan tanácsadója volt, és jól ismerte Georgot. 2010-ben, amikor Georg már nyugdíjba készült, egy vacsorán beszéltek először Amirrel arról, hogy a metatézisreakció ipari hasznosítására céget kellene alapítani. Ehhez akartak megfelelő vezetőt találni, amikor rájöttek, hogy maga Georg az ideális jelölt. Először azt válaszolta, hogy a felesége nagyon zokon venné, ha nyugdíj helyett ezzel foglalkozna. A vacsora után Amir visszatért a szállodába, ahol a recepció a következő üzenet várta: „I will do it. Georg.” Rövid, lényegre törő. És tényleg meg is csinálta. Nagyon sajnálom, hogy a mai napon már nem lehetett itt velünk.

Tehát így jött létre a XiMo. Milyen fontos események voltak még a cég életében?

Egy szerves kémikus szemével nézve a molibdén- és volfrám-katalizátorok felhasználása nem volt túlságosan kedvező. Ezeket nem lehetett egyszerűen a polcra levenni és próbálkozni velük.

² Osborn, J. A.; Wilkinson, G. (1967). Tris(triphenylphosphine)halorhodium(I). *Inorganic Syntheses*, 10, 67.

³ Fráter György (1941–2019) Budapesten született, a svájci Dübendorfban, a Givaudan cénel dolgozott ipari kutatóként, közben oktatott a Zürichi Egyetemen. 2004 és 2010 között a Svájci Kémikusok Egyesületének elnöke volt.

⁴ Oxacikloheptadec-10-én-2-on, C₁₆H₂₈O₂



A ruténiumkomplexek viszont nem voltak annyira érzékenyek a levegőre és a nedvességre, ezek hozzáférhetőbbek voltak. Bob Grubbs a 2000 utáni években meg is próbált *Materia*⁵ néven céget alapítani a forgalmazásukra. Sajnos ezzel nem ért el nagy sikert. Mi úgy éreztük, a molibdén- és a volfrámmal érdemesebb próbálkozni az üzleti világban. A XiMo alapítása után Mel Luetkens ipari kémikusnak lett nagy szerepe a továbbfejlődésben. Az egyik legfontosabb teszt a már akkor is évtizedek óta ismert folyamat, a zsírsavészterek és az etilén közötti kereszt-metatózisreakció lett számunkra. Az alapanyag nagy mennyiségben hozzáférhető, megújuló forrásból származik, tehát nem kőolajalapú. Ez volt az első példa, hogy a molibdén- és volfrámalapú homogén katalizátorokat ipari méretben is hasznosítani lehet. Egyszerűbb és olcsóbb utakat találtunk a katalizátor előállítására, s a Verbio segítségével a felhasználásuk is egyre jelentősebbé válik.

A ruténiumalapú metatóziskatalizátorok alkalmazására a gyógyszeriparban is sokan gondoltak, de nem váltak be igazán, ami számunkra elég jelentős akadálnak bizonyult. A molibdén-

⁵ Ma a cég az ExxonMobil tulajdonában van.

és volfrámtartalmú katalizátorok nem annyira drágák. Valóban érzékenyek a levegő és a víz jelenlétére, de ez nem új probléma, az olefinpolimerizáció katalizátorai is hasonlóak ebből a szempontból. A saját termékünkben 5–10 tonnát tudunk majd készíteni, ez már nagy mennyiség. Ez a siker valószínűleg másokat is meggyőz majd arról, hogy érdemes tovább próbálkozni ezen a területen.

A Givaudan jelenleg vezeti be piacra a metatózistechnológiával előállított makrociklusos pézsmáját, amely jelentős mérföldkő az illatanyagok ipari alkalmazásában. Ezzel párhuzamosan már több mint tíz éve sikeresen folytatunk kutatásokat egy japán polimeripari vállalattal és annak francia leányvállalatával. Az egyik termékünk segítségével biológiai felhasználásra alkalmas anyagot lehet előállítani: ennek az oldalláncában olyan glikánok vannak, amelyeket a baktériumok felismernek. Az így készülő makromolekulák szerkezetét, molekulatömegét és biológiai hatását is jól ismerjük. A metatózisreakció segítségével olyan új anyagokat állítunk elő, amelyek a hagyományos biológiai kémia számára hozzáférhetetlenek. Remélem, sokáig folytatódik még az ilyen felfedezések sora.

Lente Gábor

A XiMo katalizátorüzemének alapkövetétele Gödöllőn

2025. június 26-án tették le annak a katalizátorüzemnek az alapkövét a Gödöllői Ipari Parkban, amelyet a XiMo Hungary Kft. 11,5 milliárd forintos beruházással épít a magyar kormány egyedi döntéssel megítélt, 2,2 milliárd forintos támogatásával. A gyártás várhatóan 2026 nyarán kezdődik.

Az alapkövetételezen rövid köszöntőt mondott Dr. Ondi Levente, a XiMo Hungary Kft. ügyvezetője, Dr. Gémesi György, Gödöllő város polgármestere és Magyar Levente, a Külgazdasági és Külügyminisztérium miniszterhelyettese.

A sajtófotók elkészülte után Theodor Niesmann, a Verbio SE műszaki igazgatója osztotta meg gondolatait a jelenlévőkkel, majd Richard Schrock Nobel-díjas, a XiMo Hungary Kft. alapítója tartott tudományos előadást.

A XiMo-t 2010-ben alapította Richard Schrock, Amir Hoveyda, Fráter György, Gary Pisano és Douglas Günthard a saját tudományos munkájuk alapján előállított molibdén- és volfrámtartalmú

metatóziskatalizátorok ipari hasznosítására. A kutatólaboratóriumot 2011-ben nyitották meg a Magyar Tudományos Akadémia Természettudományi Kutatóközpontjának együttműködésével. A cég termékeit elsősorban vegyipari, agrokémiai, gyógyszeripari, aroma- és illatanyagipari, polimeripari, illetve megújuló erőforrások kiaknázásában fontos folyamatokban használják.

A cég neve a latin „eximo” szóból származik, amelynek magyar jelentése megment, megszabadít. Az M betű nagybetűs írásmódja a kulcsfontosságú molibdén vegyjelére utal.

A XiMo jelenleg a Verbio SE, egy globális bioenergia-cég leányvállalataként működik. Központja Németországban van, telephelyei Európában, Ázsiában és Észak-Amerikában is a regionális mezőgazdaságból származó nyersanyagokat és maradékokat alakítják át klímabarát üzemanyagokká, zöld energiává és megújuló termékekké a vegyipar és a mezőgazdaság számára – fenntartható módon.

LG



FOTÓK: LÖRKÖ DÁVID

Balról jobbra: Richard Schrock, a XiMo Hungary Kft. alapítója, Nobel-díjas amerikai kémikus; Gémesi György, Gödöllő polgármestere; Kiss Tibor üzemvezető; Magyar Levente, a Külgazdasági és Külügyminisztérium parlamenti államtitkára; Claus Sauter, a Verbio SE vezérigazgatója; Ondi Levente, a XiMo Hungary Kft. ügyvezetője és Theodor Niesmann, a Verbio SE műszaki igazgatója



Akadémia, tudomány és tudományértékelés a modern világban

Beszélgetés az MTA Kémiai Osztályának újonnan megválasztott tagjaival | Második rész

A Magyar Tudományos Akadémia Kémiai Osztályon három új levelező tag kezdte meg munkáját: Fábíán István (Debreceni Egyetem), Kónya Zoltán (Szegedi Tudományegyetem) és Szalay Péter (Eötvös Loránd Tudományegyetem). Egy héttel a választás napja után velük beszélgetett a Magyar Kémikusok Lapja felelős szerkesztője. Az interjú első része a nyári számban jelent meg.



Lente Gábor (LG): Most az MTA doktora címről, vagy régebbi nevén nagydoktoriról szeretnék beszélgetni. Jelenleg ez egyetlen dolognak az előfeltétele: hogy valakit a Magyar Tudományos Akadémia tagjává válasszon. Viszont a természettudományokon belül a hagyományok szerint az egyetemi tanári kinevezéshez is szükséges volt a cím. Ezt a hagyományt ma már sok intézmény nem követi. Mi a véleményetek? Van jövője az MTA doktora címnek?



Szalay Péter (SZP): Azzal a kezdem, hogy Németországban csak olyan egyetemen lehet megpályázni professzori kinevezést – az igen ritka kivételektől eltekintve –, ahol korábban nem dolgozott a jelentkező. Ha megszerzi valaki a habilitációt egy adott intézményben, onnan tovább kell állnia. Ezt ebben az országban nem tudjuk megtenni: túl kicsik és röghöz kötöttek is vagyunk hozzá. Ezért én abban látom az MTA doktora cím jelentőségét, hogy az adott egyetemen kívül is megméri a pályázó a tudását. Szerintem ez nagyon fontos. Ragaszkodnunk kellene hozzá, mert a belterjesség az egyetemek ellensége. Nem vezet jóra, ha egy intézményben felnövő tudósok esetleg nem is látnak világot. Az ő dolgaikról kívülről is véleményet kell mondani időnként.

Kónya Zoltán (KZ): Ez nagyon bonyolult kérdés. Van egy szívű magja, amit Péter elmondott, de ennél azért jóval bonyolultabb. Sok évvel ezelőtt majdnem kötelező volt, hogy egy professzornak legyen MTA doktora címe, de amikor hirtelen majdnem száz egyetem lett Magyarországon, akkor ez vállalatlaná vált, bizonyos helyeken meg is szűnt, ezért felborult az egyensúly. Például a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kara a mai napig ragaszkodik az MTA doktora cím-



hez az egyetemi tanári kinevezés előfeltételeként. Ez egyrészt jó, mert – egyetértve a Péter által elmondottakkal – van egy független minőség-ellenőrzés, ami a jelölt alkalmasságának legalábbis a kutatási részét alátámasztja. De mi három vezető egyetemet képviselünk, viszont vannak más intézmények is, ahol nem túlzás azt állítani, hogy agyba-főbe neveznek ki egyetemi tanárokat kémiaiából. Ha én kötelezem a saját embereimet az MTA doktora cím megszerzésére, akkor gyakorlatilag rosszat teszek velük. Arról még nem is beszéltünk, hogy az egyetemeken belül is vannak ellentétek. Szegeden egy-két kar ragaszkodik az MTA doktora címhez, egy-kettő azt mondja, hogy nem lenne baj, ha lenne, a többen viszont fel sem merül.

Őszintén szólva – bármilyen rosszul hangzik is most – ameltett szoktam kiállni, hogy ne kelljen MTA doktori cím az egyetemi tanári kinevezéshez. A kérdést fordított logikával közelítem meg: nálunk, ha valaki megszerezte az MTA doktora címet, gyakorlatilag elvárta a professzori kinevezést is. Ugyanakkor a kutatás az egyetemi tanári habitusnak csak egy része. Van egy oktatási és egy harmadik missziós szempont is, bár az első kettő fontosabb. Így egyetemi tanárság a készségek egyfajta csomagját feltételezi. Ha a professzori kinevezéshez kötelező az MTA doktora cím, akkor olyan is elvárja a professzori kinevezést, aki az MTA doktora címet megszerzi, de életében soha be nem ment egy órára. Ha viszont ez nincs kötelező feltételként előírva, akkor jobban át lehet vinni, hogy egyéb területeken is meg kell felelnie a habitusnak.

Ugyanakkor az MTA doktora címet mindenképpen fenn kell tartani. Elég jellegzetesen magyar sajátosság ez: külföldieknek gyakran elmagyarázni is nehéz, hogy miben különbözik például a habilitációtól. Talán Németországban van valami hasonló, A-B-C professzori rendszer. Úgy tudom, ilyesmi bevezetésén egy időben Magyarországon is elgondolkodtak. Ilyen mérő lehetne ná-



lunk is: például C professzorból csak akkor lehet B, ha van MTA doktori címe, mert ez fontos minőségbiztosítás, amit mindenképp meg kell tartani. Ugyanakkor az egyetemek és a karok gyakorlatának különbözősége miatt nem szabad az egyetemi tanári kinevezés előfeltételeként ragaszkodni hozzá. Bazsa György írt pár évvel ezelőtt egy nagyon jó cikket, amely a *Magyar Tudományban* jelent meg: rengeteg tanulságos statisztikai adat volt benne a különböző intézmények kinevezési gyakorlatáról nemcsak a kémiában, hanem más területeken is.



Fábíán István (FI): Ezekben a vitákban régóta részt veszek itt, házon belül is. Mindig is amellelt voltam, hogy kell az MTA doktora cím, pontosan azon megfontolások alapján, amelyeket Péter összefoglalt. A tudományos értékelés ez egyetemeken belül valóban túlzottan belterjes, az Akadémia sokkal objektívebb ilyen szempontból.

Zoli gondolataival részben egyetértek, részben nem. Volt egyetemi vezetőként jól tudom, hogy vannak karok, ahol egyszerűen nem lehet értelmesen összekötni a kettőt. A Debreceni Egyetemen is nagyon hosszú ideig a bölcsészeknél, a Természettudományi Karon és a belőle kivált Informatikai Karon és az orvosok elméleti részénél egyértelmű követelmény volt, hogy egyetemi tanár csak az lehet, aki az MTA doktora. Bejött viszont egy érdekes dolog: ha külföldről tér haza valaki, akkor az nem biztos, hogy megszerzi a címet, noha már bőven professzori szinten van. Ezért ilyen esetekben nálunk úgy is megkaphatta a kinevezést, ha a cím megszerzéséhez szükséges szakmai teljesítmény egyébként megvolt.

Amiben picit vitáznék Zolival, az a habitus kérdése, vagyis az önálló oktatásra alkalmasság. A habilitáció fő célja éppen ez, és az a docensi kinevezés előfeltétele a Debreceni Egyetemen. Így a megfelelő habitus be van építve a követelményekbe. Amikor annak idején Debrecenben a habilitáció szerepét kerestük, kemény viták után végül abban állapodtunk meg, hogy a docensi előléptetéshez szükséges, mert ez az első, ami állandó állással jár – akkor még így volt –, és így önálló oktatási tevékenységről szól.

De ahogy Zoli mondta, ez nagyon összetett dolog. Amikor rektor voltam, akkor is előfordult, hogy MTA doktori cím nélkül felterjesztettünk egyetemi tanárokat, mert az egyetemi érdekek ezt kívánták, konkrétan bizonyos újonnan alapított szakoknál, nem a Természettudományi Karon. De azt is hozzátenném, hogy ezeknél a karoknál is most már úgy látom, hogy úri becsület dolga, hogy aki egyetemi tanár, az csinálja meg a nagydoktoriját is. Tehát összességében inkább nagydoktor-párti vagyok, elfogadva azt, hogy a kettőt nem minden esetben lehet összekötni.

KZ: Ez teljesen igaz lenne, ha a habilitáció valóban a docensi kinevezés előfeltétele lenne, de a törvény csak az egyetemi tanároknak írja elő.

FI: Nálunk ez a gyakorlat.

KZ: Egyetemfüggő. A törvény szerint csak az egyetemi tanárnak kell habilitáció, sőt, a jogszabály bevezetésekor csak az újonnan kinevezettekre volt érvényes. Nekünk sokáig voltak olyan egyetemi tanáraink, akik nem habilitáltak. Mostanra már nyugdíjba mentek. Nálunk még karfüggő is a kérdés, mert a karok alkalmazhatnak a törvényben előírtnál szigorúbb feltételeket: kilenc kar él is ezzel a lehetőséggel.

Már az én rektorhelyettesi korszakom alatt történt, amikor három kar kitalálta, hogy náluk nem lesz előírás a habilitáció. Egyetemi érdekek miatt a szenátus el is fogadta a döntésüket. Ezek a karok akkor saját habitusvizsgálatot végeztek, amiről ti is mondtátok, hogy nem jó, mert belterjessé válik. A német rendszer lemásolásához picik vagyunk, a röghöz kötés meg annak is a következménye, hogy egy szakmában négy-öt színvonalas egyetemnél soha nincs több.

Szegeden a Természettudományi és Informatikai Karon még mindig kötelező a docensi kinevezés előtt habilitálni, illetve az egyetemi tanári kinevezés előtt MTA doktora címet szerezni, de ebben is vannak diszkrépanciák. Röst Gergő neve például sokak előtt jól ismert, mindig ott állt Palkovics miniszter mellett a Covid-pandémia idején. Ő nem egyetemi tanár, mert nem hajlandó megcsinálni az MTA doktorit, ugyanis nem ér rá. ERC-kutatócsoportja van, minden pályázata sikeres, de egyszerűen nem hajlandó MTA doktora címre pályázni. A Műegyetemen is van ilyen kutató, egy elektrokémikus.

SZP: Gyurcsányi Róbert.

KZ: Igen, Robira gondoltam, aki szintén azt mondta, hogy ő kvázi elvből nem csinálja meg, mert van neki jobb dolga is. Amíg nálunk az előfeltétel létezik, addig Gergő nem lesz egyetemi tanár, noha a habitusa megvan hozzá. A rektor úgy félévente meg is kérdezi tőlünk, hogy miért nem terjesztettük még fel. Ez nagyon furcsa eset, mert az ő egyetemi tanári kinevezése egyrészt egyetemi érdek, másrészt meg teljesít minden feltételt ahhoz, hogy megvédje az MTA doktoriját, de ehhez előbb meg kellene írni. A Kémiai Osztályon már egy ideje támogatjuk a rövid értekezések beadását, de ezt a gyakorlatot nem minden osztály követi. Három-négy hónap a legrövidebb idő, ami alatt meg lehet írni egy értekezést, és a jelek szerint ki lehet öregedni belőle: ha egy 30-40 fős csapatot viszel olyan szinten, mint Gergő, akkor ennyi idő alatt ilyen célra nincsen, már nem ez a prioritás.

Itt van egy újabb érdekes diszkrépancia. Miközben azt mondom, hogy a nagydoktori fontos dolog, közben azt is tudom, hogy hungarikum, mint a pirospaprika, Európában nincs hasonló. Szerintem ezen a problémakörön még magának az Akadémiának is dolgoznia kellene, valahogy a jelenleginél nyilvánvalóbbá kellene tenni a hasznát. Ehhez az is hozzájárul, hogy a fiatalabbak gyakran nem értik a nagydoktori lényegét. A mai napig hallok, hogy nekem könnyű volt megcsinálni, mert megengedték. Ilyenkor bután nézek vissza: mi az, hogy megengedték? Megírtam és beadtam. Nincs olyan, hogy valakiknek meg kell engednie! Ezt kellene valahogy kivenni a fejkéből. A gond azonban az, hogy hallottam olyan osztályról a tizenegyből, ahol egy kicsit mégis így van.

FI: Sajnos ez a régi időszak mentalitása: csak akkor ír valaki nagydoktorit, ha a nagy professzor úr és a tanszékvezető úr megengedi neki. Egy jó vezetőnek az lenne a feladata, hogy biztassa a fiatalokat: hagyjátok már ezt a marhaságot! Ha megvan az anyag, csináljátok meg!

LG: Az MTA doktori cím odaítélésnek nagyon fontos része az egyéni tudományos teljesítmény mérése. Szerintetek jelenleg ezt a Kémiai Osztály jól csinálja, vagy esetleg túlságosan magyar az elképzelés? Van például egy *Stanford-lista*, amit most már viszonylag sokat használnak nemzetközi szinten, de ennek és a benne követett módszertannak semmi szerepe nincs az értékelésünkben.



FI: Erre nagyon egyszerű választ tudok adni, kezdjük a Stanford-listával. Abszolút nem szeretem azokat a listákat, amelyek tudományometriai bohóckodáson alapulnak. Elnézést, hogy így fogalmazok, de különösen az utóbbi időszakban a tudományometriai számok nagy részének nincs jelentősége. Ha megnézzük, a közelmúltban volt hír, hogy egy kísérletes kémikus 36 óránként közzölt egy cikket – nem Magyarországon. Innentől kezdve nevetséges, ha ezekre a cikkszámokra bármiféle minősítést kapott. Mindig is azt vallottam, hogy a teljesítményt kell megnézni, és ebben a vonatkozásban (lehet, szintén elavult dolog már) 2012-ben született meg a *San Francisco Declaration of Research Assessment* (DORA) című kiadvány, amit vezető folyóiratok főszerkesztői jegyeztek. Ők arra hívták fel a figyelmet, hogy nem impaktfaktorok és közleményszámok, hanem a tényleges teljesítmény alapján kellene minősíteni a kutatókat. Magyarország is csatlakozott. Van egy magyar kutató, aki kitalálta azt, hogy 10%-onként lehet minősíteni, ki mennyire jó kutató. Az OTKA használta a rendszerét. Egyszer szántam rá egy kis időt, megnéztem, hogy mit vesz figyelembe. Egyszerűen nevetséges dolgokat találtam benne. Elég, ha csak azt mondom, hogy egy időben az Abel-díjas Lovász László és Szemerédi Endre matematikusok nem voltak benne a legjobb 10%-ban, Freund Tamást pedig – aki azért mégiscsak elismert agykutató – a legjobb 40%-ba sorolta be ez a lista. Tehát nekem az a válaszom erre a kérdésre, hogy persze egy ilyen listán azért van jelentősége annak, ha valaki ott van vagy nincs ott, de nem ennek kellene lennie a meghatározónak, hanem a szakmai teljesítménynek.

LG: Györfly Balázs az a név, amit kerestél.

FI: Köszönöm szépen. Nem nagyon kerestem. Nem mindenkinek szeretem a nevét megjegyezni.

SZP: Nekem ezzel nagyon sokat kellett foglalkoznom rektorhelyettesként, és az volt a baj, hogy nemcsak a természettudományi, hanem a többi kar esetében is. De maradjunk a kémiánál. Először is úgy gondolom, hogy ebből a szempontból jó a nagydoktori. Ott kellene a mutatók, ugyanakkor egy dolgozatban is össze kell foglalni az elvégzett munkát, amit aztán független bírálók megnéznének. Ezt nagyon fontos dolognak tartom – kapcsolódva ahhoz, amit István mondott, hogy ez a történet szinte DORA-kompatibilis. Ugyanakkor az egyetemnek nem hagyhatják teljesen figyelmen kívül a rangsorokat, amelyek nagyon sok esetben ezeken a tudományometriai mutatókon alapulnak. Ha nem, akkor meg valószínűleg egyszerűen meg lehet venni a helyezéseket. Emiatt fontos az, hogy az ELTE-n a kutatók D1-es és Q1-es folyóiratokban publikáljanak, mert a *Shanghai Ranking*ben akkor kerül előrébb az egyetem.

A következő szint az, amikor minősítünk. Megnézzük évente, hogy a kollégák hogyan teljesítettek. Megnézzük az oktatással kapcsolatos és a kutatással kapcsolatos dolgokat is. Itt látom a legnagyobb problémát abban a tekintetben, hogy eldobhatók-e ezek a mutatók. Nincs arra energia, hogy független bírálókkal nézzük meg mindenkinek az éves munkáját. Ha valaki jó helyen tud publikálni, bizonyos értelemben mutatja, hogy jó munkát végzett. Tudom, hogy ezzel visszaélnék. Az ilyen mérőszámok szerepét rendszeresen felül kell vizsgálni. Mert ha egy kutatónak érdeke, hogy az ilyen mérőszámai javuljanak, akkor előbb-utóbb azt is felfedezi valaki, hogyan lehet mindebből üzletet csinálni. Az ETH Zürich és az MIT-n simán el lehet dobni a Q1–D1 elvárását, mert ott amúgy is jó kutatást csinál mindenki. Nekünk viszont muszáj valahogy megmérni, mert nem biztos, hogy jó kutatást csinálunk.

KZ: Szerintem ez külön egy többórás sztori. Talán még bonyolultabb, mint az MTA doktori kérdése, mert ez utóbbi csak magyar ügy. Amelyik egyetemnek van kancellárja, az elvárja, hogy az intézmény indikátorokat teljesítsen, s ezek közé az is le van írva, hány Q1–D1-es cikket kell írni. Ezzel lehet egyet nem érteni, de egyelőre leírt követelmény. Aztán ott vannak a *ranking*ek, ami nekem személy szerint hatalmas fájdalom, mert Magyarországon valami miatt ezek váltak nagyon fontossá az utóbbi időkben. Az ilyen *ranking*ek üzleti alapon működnek, mindegyik mögött cég áll, amellyel lehet szerződést kötni, s így akár 100 helyet is előreugrani pusztán azzal, hogy elmagyarázzák, mit hová kell írni. A *Times Higher Education*-nel, a *Shanghai Ranking*-gel is lehet ilyesmit csinálni, nálunk legutóbb a *GreenMetric* vezetőasszonya járt. Minden cégtől szolgáltatáscsomagokat lehet venni: kicsit, középeket, nagyot, ezért cserébe megfelelő tanácsokat adnak – és akkor finom voltam – ahhoz, hogy az egyetem jól járjon.

Azt gondolom, hogy a *Stanford-lista* úgy rossz, ahogy van. Egyszer vettem a fáradságot és tételesen megnéztem a Szegedi Tudományegyetem kutatóit (egyébként a keresőnek nagyon rossz a minősége). A találatok fele nem is szegedi munkatárs volt – nem jöttem rá, hogy kerültek oda. Csomóan viszont hiányoztak. Az affiliációra az információkat valószínűleg a Scopusból szerezték, s ha azt ott valaki nem javítja ki, akkor nem adják össze az egy kutatóhoz tartozó munkákat. Tehát teljesen hibás volt az egész rendszer. Somorjai Gábor egész életében a Berkeley-n dolgozott, neki viszonylag egyszerű a Stanford-lista, de ha már valakinek ékezetes betű van a nevében, az nagyon megnöveli a hibák valószínűségét – ez itt mindannyiunkat érint kisebb-nagyobb mértékben.

A D1–Q1 semmi rosszat nem mond, az impaktfaktorhoz hasonló érték van a besorolás mögött, csak van még egy Elsevier-faktor is a számolási módban. Hogy-hogy nem, az Elsevier lapjainak Scimago-beosztása mindig jobb, mint ami az impaktfaktorából következne. Azt fontos elmondani, hogy a Scimago-besorolás és az impaktfaktor az újságra vonatkozik, és nem az egyes cikkekre. A cikkekre az *FWCI* (*field-weighted citation impact*) vonatkozik. De az meg olyan komplikált dolog, hogy nekem még senki nem tudta elmagyarázni. Egy cikknél megértem, de hogy miképp adódik össze, vagy hogyan szóródik és milyen módon kombinálódik, azt már nem. Pedig rektorhelyettesként ez is volt a dolgom. Ahogy Péter is említette, és nyilván István is foglalkozott ilyennel, a rektor azt szeretné, hogy a végén minden ember kapjon egy mérőszámot. Én nekiugrottam ennek a feladatnak, főlívtam a német rektorhelyettes ismerősömet, az amerikai, a belgát, ahol jártam, vagy akik a barátaim voltak. Ahogy Péter már említette, van olyan ország, ahol nincs ilyesmi, mert nincs rá szükségük. Nyilván ez a helyzet, ha megfelelően jó egyetemet hív föl az ember. Aztán vannak ezek a Szegedi Tudományegyetemhez hasonló szintű helyek, a top egyetemek első 2–3 százalékában. Egy belga egyetemen azt mondták, hogy megpróbálták a számszerű értékelést, és amikor a rektor megnézte az eredményt, kirúgta azt, aki csinálta, mert a saját helyezése nem volt jó. A német egyetemek belefutottak abba a problémába, amint Péter már szintén érintett, hogy a természettudományokban viszonylag egyszerű mérni (hogy az eredmény igaz-e, vagy sem, az már egy másik kérdés), de a bölcsészeknél már nem. Az ismerősöm azt mesélte, hogy az ő egyetemükön a bölcsészek ragaszkodnak a német nyelvhez. A müncheni egyetemen viszont gyakran angolul publikálnak, ezért ők sokkal előrébb vannak minden rangsorban.

Szegeden, az ELTE-n vagy Debrecenben nagyjából 20% lehet a bölcsészhallgatók aránya, aztán ott vannak a zenészek, akiknek a



teljesítményét végképp nem lehet mérni. A mezőgazdászok gyakorlati tevékenységet végeznek. A mérnökök azt mondják, hogy nekik nem kell ilyesmi. Az informatikusok nem publikációt írnak, hanem konferenciakiadványt, és nem mérik őket Q1–D1-ben, viszont másfajta mérési módszert azért használnak: van egy vastag könyvük, amely megmondja, hogy az adott konferencia milyen minőségű.

Ha a kémiára összeponosítunk, mi viszonylag könnyebb helyzetben vagyunk, mert a mi eredményességünk mérhető. De nálunk is van több belső terület – az elmúlt időszakban ez az MTA doktori cím minimumkövetelményeinek újragondolásánál is problémát okozott. Az élelmiszerkémia nem olyan, mint a szerves kémia, nem olyan, mint az elméleti kémia, nem olyan, mint a fizikai kémia, nem olyan, mint az anyagtudomány. A kémián belül is le tudjuk ezt játszani, csak kisebb a játszótér. A végeredmény konszenzus lett, amit elfogadott a Kémiai Osztály.

A nagydoktori szerintem összességében elfogadható mérés. A jelentését viszont nem tudjuk elmagyarázni a külföldieknek: amikor a kollégáink ERC-re pályáznak, akkor ezt hiába lobogtatják. Nekem *anno* egy német úr egy európai bírálóbizottságban azt mondta, hogy tízezer hivatkozás a beugró. Viszonylag egyszerű mondat volt egy viszonylag egyszerű számmal. Egyébként ha megnézik az ERC-nyertéseket, azért a valóságban nem így van. Nekem úgy magyarázta ez a német úr: akkor várható valakitől, hogy jó cikkeket írjon, ha ezt már előtte is megtette.

De hogy mit ér a dolog, az már egy másik kérdés. Itt jön elő az *output* és az *outcome* közötti különbség. Erre kitalálták a már említett DORA-t és a CoARA-t (*Coalition for Advancing Research Assessment*). Ezek európai kezdeményezések, a DORA átmeneti volt. A CoARA azt tartja kívánatosnak, hogy mondjuk a tanácskezesítő mindenkiel leül az év elején, célokat egyeztetnek, fél-évkor megbeszéljük, hogyan haladnak, az év végén pedig ellenőrzik, sikerült-e elérni. A cél lehet publikáció, vagy az, hogy valaki elégedett az életével, vagy hogy tanított harminkét hallgatót, minden ilyesmi. Csak a Szegedi Tudományegyetemen ez 2500 embert jelentene, tehát praktikusán más nem is csinálnék. Mind-ebből ugyanaz a végkövetkeztetés, amit Péter is mondott, hogy ha ez nem megy, akkor legalább számokat kell használnunk, mert le kell egyszerűsíteni a folyamatot.

FI: Valamit még hozzátennék. Én is azt gondolom, nagyon fontos, hogy az embereknek legyenek minőségi közleményei, ebben nincs vita. Nekem az a problémám, amikor ezt abszolutizálják. Ha elvárunk egy minimumkövetelményt, akkor azt ezekhez a számokhoz köthetjük. Viszont az emberek megítélésében – mint például az OTKA-nál korábban használt rendszerben – semmiképpen nem jó csak impaktfaktorok és citációk alapján minősíteni.

SZP: A folyóiratok minősítése alapján csak rövid táv esetében dönthető el, hogy valaki jó kutató-e vagy sem. Ha egyéves minősítést csinálunk, akkor jó. Ha PhD-hallgatókat akarunk mérni, akkor nincs más lehetőség. De amúgy a hatás számít: a cikkek esetében ezt az jelzi, hogy hányan hivatkozták. Van egy JACS-es cikkem régebről, nulla hivatkozás van rá. Nem lehetek büszke annak ellenére sem, hogy annak idején jó nagy impaktfaktort hozott. Semmiképpen nem jó az, ha a Q1–D1-es minősítéseket egy egész életre összeadjuk: a tíz vagy húsz évvel ezelőtti cikkeket már csak a hatásuk alapján szabadna mérni.

KZ: Ez szerintem is így van. Egyébként *anno* a PhD-témám katalízis volt zeolitokon, akkor éppen freonokon dolgoztunk Kiricsi Imrével együtt. A *Science*-ben megjelent két kutató cikke, akik azt állították, hogy megoldották a problémát: az egész anyagot

kalcium-oxalátra kell vezetni, és akkor elbomlik. Technológusként bután néztem, hogy így aztán teli leszünk sóval. A só az egyik legrosszabb dolog, amit egy technológia előállít, mert egyrészt korrozív, másrészt nem lehet vele soha többé semmit se csinálni. Ez a cikk *Science*-ben jelent meg, egyébként a kutya sem hivatkozott rá, mert elvi hibás cikk volt, de ezeknek a kollégáknak mégiscsak egy *Science*-es publikációt jelentett.

Szerintem most lépünk ki a magyar rendszerből. A világ elindult ebbe az irányba, ez megszülte a predátor-folyóiratokat és azokat az iráni, indiai, pakisztáni kutatókat – az országokról persze ettől még semmi rosszat nem kell feltételezni –, akik teleírják az irodalmat, és pénzért árulják az első, második, harmadik szerzői helyeket szerzőlistákban. Még a saját egyetememen is nagyon furcsa dolgokat látok időnként: vannak olyan közlemények, amelyeknek egy magyar, öt kínai és három iráni szerzője van. Ezekkel semmi baj nem lenne, ha a magyar résztvevő rendszeren járna ezekbe az országokba, de valójában nem teszi. Fölmerül hát a kérdés, hogy akkor vajon hogyan dolgoztak együtt. Ezt a jelenséget viszonylag könnyű szűrni, mert a témákat megnézve kiderül, hogy ezek az urak mindenhez értenek a bionikus implantátumtól kezdve, mondjuk, a napelemes fűtésig.

Tehát ez világprobléma. Tudom, hogy ezzel Gábor is elég sokat foglalkozott. Ahogy én ismerem az eredetét: az Elsevier meg például a Web of Science éppen aktuális tulajdonosa piacilag leuralta a rendszert: csak az olvashatta el a cikkeket, aki fizetett érte. Erre válaszul az Európai Unió is támogatni kezdte az úgynevezett *open access* modellt: egy csomó közpénzt fordítanak kutatásra, de akkor az eredményt olvashassa el például az anyukám is. Ezért most cikkenként fizetünk 3000–4000 eurót. Innentől kezdve vége a rendszernek, mert teret nyerne azok a kiadók, amelyek erre építik fel az egész üzleti modelljüket. Pénzért bármit lehet náluk publikálni.

A norvég lista vagy a finn lista megpróbálja kezelni az ilyen ügyeket, de azok sem tökéletesek. Egyelőre nem látszik, hogyan lehet ezt a világproblémát kezelni. Ha erre születik valamilyen megoldás, akkor nyilván nekünk Magyarországon is azt kell követni. A Szegedi Tudományegyetem elég komolyan foglalkozik azzal, hogy ne engedje a kutatóit predátor-folyóiratokban publikálni. Van egy csomó billegő kiadó is. Talán sokan ismerik a *Heliyon* ügyét, amely hatalmas, operatív szinten *open access* kiadvány, 2015-től jelenik meg. Tavaly év vége óta bizonytalan státuszban van, vizsgálják a benne megjelent publikációkat, impaktfaktora valószínűleg nem lesz.

Amikor Belgiumban voltam posztdoktori kutató, akkor általában a *Chemical Physics Letters*-ben publikáltunk, mert az intézet papíron is előfizette. Nem volt valami nagy az impaktfaktora, de a leghivatkozottabb cikkeim ott jelentek meg.

SZP: Nem volt az rossz lap.

KZ: Nem, én a mai napig nagyon szeretem. Abban az időben a *Langmuir* volt az egyik kedvencem, pont azzal foglalkoztak, amivel mi. Jelenleg 4 alatti az impaktfaktora, sehol sem D1-es, és egyes területeken a Q1-ből is kezd kiszorulni. Hasonló a történet a *Journal of Physical Chemistry C*-vel. Közben feljött egy csomó furcsa lap 20 körüli impaktfaktoralal. Az *Applied Catalysis B*-ben például szinte csak kínai kutatók publikálnak heterogén fotokatalitikus témákban; nagyon nehéz megérteni, hogy ennek az impaktfaktora 20 fölött van egy olyan skálán, ahol a *Journal of Physical Chemistry C* még 4 sincsen. Mindez világprobléma, és szerintem sokan dolgoznak is a megoldásán, de amíg ennyi pénz van a dologban, addig a probléma is marad.



SZP: Ezen én is sokat gondolkoztam, a Magyar Kémikusok Egyesülete elnökeként is, mert mi résztulajdonosok vagyunk a Chemistry Europe-folyóiratokban. Arról kellene meggyőzni a magyar kollégákat, hogy ezekben többet publikáljanak. Általában éppen a Q1 és a Q2 határán mozognak, de inkább alatta vannak. Szerintem arra kellene koncentrálni, mit akarunk elérni, mit akarunk mérni: hogy színvonalas helyen lehet-e publikálni, hogy független bírálók megnézték-e az értékét. Ezen segít, ha tudós szervezetek a kiadók és a tulajdonosok, mert ott nem profitorientált szakemberek döntenek el, mi a jó tudomány és mi nem az.

Őszintén megmondom, a Chemistry Europe esetében sem teljesen tiszta a történet, mert a Wiley-val van szövetségben, amelynek önálló üzleti érdekei is vannak, de legalább a szerkesztőbizottságok összetételébe mi is beleszólhatunk. Mindez vonatkozik a Brit Királyi Kémiai Társaságra (RSC) is. Az Amerikai Kémiai Társasággal (ACS) már picit óvatosabb vagyok, annak már túl nagy az üzleti része.

FI: Amikor az *open access* modellt behozták, akkor a tudományos társadalom tulajdonképpen kiszúrt önmagával. Ezt nem most mondom, már a megjelenésekor is ezt mondtam. Sajnos bejött, ugyanis ez hajtja az üzletet, biznissz lett minden. A másik probléma, hogy az üzleti alapon szerveződött újságok mindent elkövetnek azért, hogy publikálják – persze jó pénzért – a cikkeket, s nem érdekli őket a szakmai színvonal.

Aztán egyre nagyobb problémákat okoz a mesterséges intelligencia megjelenése, ezzel előbb-utóbb kezdeni kell valamit. A Péter által javasolt megoldást én is jónak tartanám, csak nem hiszem, hogy erről konszenzus lesz. Az Európai Kémiai Szövetségben (EuChemS) még nem is reménytelen a helyzet, de az már sokkal nehezebb, hogy ilyesmit az egész kémikus társadalom is elfogadjon, ugyanis egy csomó egyéb tényező a nagy impaktfaktorú vagy D1-es publikáció felé tereli a kutatókat, olyan következményekkel, amiket pont nem szeretnénk erősíteni.

KZ: A világ egyik hajtóereje most már tudományosan is Kína, ezt el kell fogadnunk. Egyszerűen sokan vannak, a sokból sok jó is lesz. Ott viszont nagyon keményen behajtják ezeket a Q1–D1-eket, impaktfaktorokat, és ők bizony gyűjtik ezeket a lapokat és cikkeket. Komplet állami tervezés van arra, hogyan kell átvenni a többséget bizonyos folyóiratok szerkesztőbizottságában. Ez a megállíthatatlan folyamat már elindult, amikor kitalálták az *open access* modellt. Az alapötletről még azt sem mondanám, hogy nem jó: ha közösségi pénzből kutat valaki, akkor az eredményt is látnia kell a közösségnek. De valószínűleg nagyon hirtelen született ez a megoldás, és ebből nőttek ki ezek a furcsa kiadók. Az RSC, az ACS, a Wiley még tartják magukat, de meddig?

SZP: Nem sokáig.



ACS
Chemistry for Life®

WILEY

KZ: Egyébként ők is elmozdultak. Minden nagy kiadónak megvannak most már az *open access* gyűjtőfolyóiratai. Ezek azért minőségben sem jobbak a hasonló elveken működő versenytársaknál. István beszélt korábban arról a kutatóról, akinek 36 óránként jelenik meg cikke, azt mondta, nem Magyarországon van. De jól tudjuk, hogy hazánkban is van ilyen.

FI: Meg is lett az eredménye, ma néztem a *Times Higher Education* egyetemi listát, ahol a második legjobb intézmény az Óbudai Egyetem.

KZ: Én nem mondtam volna ki, hogy kiről beszélünk, de így van.

FI: Az információ nyilvános, én csak szeretem ki is mondani.

KZ: Teljesen rossz a felülről jövő koncepció. Amikor az előbb a kancellárt említettem, nem rossz értelemben tettem. Ő felelős egy cég – ebben az esetben az egyetem – gazdasági egészségéért. Neki az a dolga, hogy minél több pénz jöjjön be, őt nem szabad bántani. A rendszer az, ami rossz, nem a kancellár. A nagy tudományegyetemeknek már nagy múltja van és nagy hírneve. Minden magyar érdekelt tudja, mi történt az István által említett egyetemenél, de ha megnézzük az anyagi támogatásokat, a rendszer ezt nem hajlandó elismerni.

LG: Zárásul arra szeretnék kitérni, hogy az Akadémia tagjaként vélhetően több befolyásotok lesz az ott zajló folyamatokra. Van olyan, aminek a megváltoztatásában szívesen részt vennének?

FI: Őszintén szólva a változtatás mindig olyan dolog, ami menet közben jön. Ilyen értelemben nem gondolom, hogy nekem lenne programom. Szeretnék hozzájárulni, hogy az Akadémia tudományon belüli meghatározó és vezető szerepét minél jobban elismertessük, és egyszer eljussunk oda, hogy az MTA valóban a magyar tudományosság meghatározó képviselője legyen. Ebben a beszélgetésben is többször szóba kerültek már olyan cikkek, amelyek támadják az Akadémiát. Ezt ellensúlyozandó valahogy el kellene érni, hogy az MTA értékei beszívárognak a köztudatba. Ahogy a beszélgetés elején volt róla szó: az MTA ma még mindig a legmegbízhatóbb közintézmény, de ha a támadások folytatódnak, akkor ez is amortizálódhat – ezt mindenképpen meg kéne akadályozni.

SZP: Ebben feltétlenül számíthatok rám is, István. Egyébként a többi dolgot még nem ismerjük igazán, nem tudjuk, milyen ügyekben lesz szükség a véleményünkre. Én biztos, hogy mindig el fogom mondani a véleményemet, mert ezt szoktam tenni az ilyen grémiumokban. Remélem, hogy építő jelleggel tudom majd ezt tenni. Mindenképpen jó lenne elérni, hogy a Kémiai Osztály fiatalabb új tagokat válasszon a jövőben.

KZ: Nagyjából ugyanezeket mondanám én is. Az elmúlt két hónapban pontosan ugyanazt látom, amit István: olyan sajtóanyagok jelentek meg, ami már az országra nézve is időnként szégyen. A már említett *Magyar Nemzet*-cikk hemzseg a hibáktól és ellentmondásoktól, pedig alig féloldalas. De ettől még lehetnek benne igazságcsírák.

Péter mondta a legelején, hogy most mi hárman kerültünk ugyan be, de a Kémiai Osztály ugyanígy megválaszthatott volna más kitűnő kutatókat is. Az elmúlt időszakban az ilyen cikkek egyik visszatérő állítása az volt, hogy az Akadémián olyan emberek dolgoznak, akiknek nincs is tudományos teljesítményük. Azt gondolom, hogy ez a Kémiai Osztályra jó eséllyel nem igaz. És az osztályon továbbra is ezt a vonalat kell vinni, ragaszkodni kell a minőséghez. Szerintem mind a hárman ezt fogjuk tenni. Nyilván egyikünk sem az első napon fog előjónni változtatási programmal, bele kell illeszkednünk ebbe a szövetbe. Mind a hárman sok éve ott vagyunk már az Akadémia közelében, talán még figyelni is fognak arra, amit mondunk. Azt a cikkezést, ami mostanában folyik az Akadémia körül, meg kell állítani, mert különben saját magunk alatt vágjuk a fát. Egyébként meg mások is vágják alattunk.



A cikk megjelenését a Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium támogatta a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal RRF-2.3.1-21-2022-00009 azonosító számú projektjének keretében. A Megújuló Energiák Nemzeti Laboratóriumot létrehozó intézmények: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Debreceni Egyetem, Energiatudományi Kutatóközpont, Miskolci Egyetem, Neumann János Egyetem, Pannon Egyetem, Pécsi Tudományegyetem, Széchenyi István Egyetem, Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi Kutatóközpont.

Lente Gábor

A geológiai hidrogén keletkezésének nyomában

A Magyar Kémikusok Lapja az utóbbi években többször beszámolt arról, hogy a világban egyre gyakrabban bukkannak nagy hidrogéntartalmú földgázra. Az első ilyen, kereskedelmi jelentőségű készletet Maliban találták [1], másfél éve egy albániai krómbányában tapasztalták igen számottevő H_2 -kibocsátást [2]. Beszámoltunk arról a cikkről is, amelyben az Amerikai Egyesült Államok szövetségi földtani intézetének (United States Geological Survey, USGS) munkatársai a jelenlegi teljes geológiai hidrogénkészletet kb. 5×10^{12} tonnára becsülték [3]. Ez hosszan képes lenne biztosítani az emberi civilizáció energiaellátását még úgy is, ha igen csekély hányada aknázható ki.

A közelmúltban több lényeges újabb publikáció is megjelent a természetes hidrogénkeletkezésről. A USGS Prospectivity Mapping for Geologic Hydrogen címmel adott ki szabad elérésű tanulmányt az év elején [4]. Az Amerikai Kémiai Társaság hírmagazinja, a *Chemical & Engineering News* 2024. március 17-i számában közölt terjedelmes összefoglalót a geológiai hidrogénnel kapcsolatos kutatásokról és ipari erőfeszítésekről [5]. 2025. április 24-én az USA Energiaügyi Minisztériumának (Department of Energy, DOE) szervezésében a H2IQ Hour webinárium-sorozatban összefoglaló előadást lehetett meghallgatni, amelynek diasora szabadon letölthető [6]. Az előadók Douglas Wicks (DOE) és Geoffrey Ellis (USGS) voltak. Ellis egy korábbi, geológiai hidrogénről szóló, 90 perces előadását is ingyen végig lehet nézni az interneten [7].

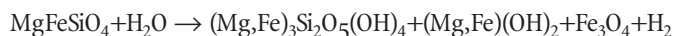
Az elmúlt hónapok egyik fontos tanulsága, hogy szerte a világon számos, nagyrészt újonnan alapított cég kezdett el foglalkozni a természetes hidrogén hasznosításával. A Maliban működő Hydroma cégnek már jelentős tapasztalata is van ebben, de ott a kitermelés jelenlegi mérete egyetlen falu (Bourakébougou) energiaellátására elegendő. Az eddigi tapasztalatok szerint meglepő mennyiségben találnak természetes forrásokból származó hidrogénkészleteket: a korábban szénhidrogének kutatására koncentrált ipar nem jó helyen és nem megfelelő módszerekkel vé-

gezte a felméréseket ahhoz, hogy ezeket felfedezze. A kőolaj- és földgáztermelésben használatos eszközök és módszerek viszont csekély módosítással várhatóan alkalmasak lesznek hidrogénbányászatra is. Geoffrey Ellis a dolgok jelenlegi állását így foglalta össze: minél jobban keressük a geológiai hidrogént, annál többet találunk belőle.

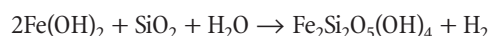


A geológiai hidrogén hasznosításával foglalkozó cégek a világban

A geológiai kutatások révén sikerült közelebb kerülni annak megértéséhez, hogy hogyan keletkezhet a kőzetekben elemi hidrogén. Valószínű mód lehet például, ha nagy vastartalmú szilikátkőzetek jelentős mennyiségű vízzel érintkeznek. A vizsgálatok jelenlegi állása szerint az ilyenkor lezajló folyamatot a következő, nem rendezett egyenletben lehet összefoglalni:



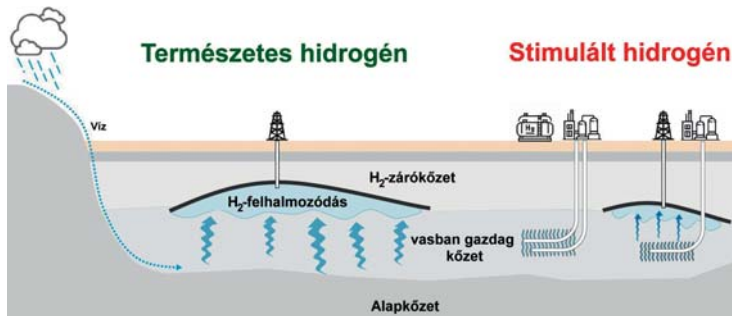
A reakció lényege, hogy a kiindulási oldalon szereplő olivin csak +2-es oxidációs állapotú vasat tartalmaz, s míg a termékoldalon elsőként és másodikként felírt szerpentinre és (szilíciumot nem tartalmazó) brucitra ugyanez igaz, addig a harmadik termék, a magnetit már +3-as oxidációs állapotban is tartalmaz vasat, így keletkezésének a víz redukciójával kell járnia, ami hidrogén keletkezését eredményezi. A terméként keletkező brucit is továbbreagálhat vízzel és kvarccal vas(III)-szerpentint és hidrogént képezve:





A bázikus és ultrabázikus kőzetek magnéziumban gazdag szilikátjait (olivin, piroxén, peridotit) szerpentiné átalakító folyamat már korábbról is jól ismert volt a geológiában, a tankönyvek szerpentinisedés néven írnak róla. Magyarországtól nem túl messze, Bosznia-Hercegovina északi részén is ismert olyan geológiai környezet, ahol ez magyarázhatja a kőzetekben észlelt hidrogénkeletkezést [8].

Ha ez a keletkezési mechanizmus megközelíti a valóságot, akkor megfelelő geológiai körülmények között, olivintartalmú kőzetekben nemcsak természetes folyamat, hanem szándékos emberi beavatkozással elért vízbejuttatás is eredményezheti elemi hidrogén keletkezését. A USGS ebben még a természetes hidrogénkészletek kiaknázásánál is jóval nagyobb lehetőséget lát; a stimulált hidrogénbányászat megnevezést használják rá. A megfelelő technológiák kidolgozása már meg is indult néhány vezető amerikai egyetemen és laboratóriumban (MIT, Berkeley, Texas Tech, PennState, Argonne, USC, Colorado School of Mines). Minden kétséget kizáróan igen jelentős ipari előnyökkel járna, ha a stimulált hidrogénbányászatot nagy méretben sikerülne megvalósítani, hiszen a termelés így szabályozhatóbb, az infrastruktúrát kedvező adottságú helyszínekre lehetne összpontosítani, az olajiparral ellentétben a kitermelési helyeket sem kellene gyakran változtatni.



Természetes és stimulált hidrogénbányászat

Még 2024-ben érdekes megfigyelésekről számolt be egy tudományos cikk [9]. Omán és az Egyesült Arab Emírátsok területén régebben is ismertek olyan források, ahol a vízfeltöréssel együtt intenzív buborékképződés formájában gázszivárgás is megfigyelhető. Néhány ilyen helyen vettek gázmintát, s olyan módszerrel analizálták, amely a hidrogén meghatározására is alkalmas. Az eredmények feldolgozását ezekben az esetekben nehezíti, hogy mintavétel közben nem lehet elkerülni a levegővel való keveredést, ezért ennek figyelembevételére korrekciós módszert kellett kidolgozni. A kísérletsorozatban két mintavevő helyen is jelentős mennyiségű hidrogént találtak.

A Wadi Al Abadilah, turisták számára is látogatható szurdokvölgyében (é. sz. 25° 26' 24,9", k. h. 56° 11' 56,1") egy forrásból olyan gáz tört fel, amelynek 88%-a H_2 , 8%-a N_2 és 4%-a CH_4 . Ettől szűk 15 kilométerre északra, a Wadi Ajali kénes tavcskától nem messze (é. sz. 25° 32' 34,6", k. h. 56° 09' 19,9") pedig a gázösszetétel hozzávetőleg 45% H_2 , 54% N_2 és 1% Ar volt. Az itteni geológiai viszonyokról korábbi információk alapján biztos, hogy a szerpentinisedés nagy szerepet játszott a kialakulásukban. A terület kivételes sajátága, hogy az ebben részt vevő kőzetek a felszínen vagy annak a közvetlen közelében találhatók, így azok további tanulmányozása jelentős eredményeket hozhat a geológiai hidrogén keletkezési mechanizmusának feltárásában.



Természetes hidrogénképződési hely Ománban

A Wadi Al Abadilah helye az Arab-félsziget Hormuzi-szorozhoz közel eső kiszögellésén a Google Earth műholdképén két különböző méretarányban



IRODALOM

- [1] <https://www.mkl.mke.org.hu/2023-evi-szamok/2023-szeptember.html?id=573>
- [2] <https://www.mkl.mke.org.hu/2024-evi-szamok/2024-aprilis.html?id=641>
- [3] <https://www.mkl.mke.org.hu/2025-evi-szamok/2025-aprilis.html?id=752>
- [4] <https://pubs.usgs.gov/publication/pp1900>
- [5] <https://cen.acs.org/energy/hydrogen-power/Trillions-tons-hydrogen-waiting-under/103/i7>
- [6] <https://www.energy.gov/sites/default/files/2025-05/h2iqhour-04242025.pdf>
- [7] <https://www.aapg.org/career/training/in-person/distinguished-lecture/presentation/articleid/68007>
- [8] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883292717302512>
- [9] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360319925008353>



A Pharmaforte Kft.

Természetes eredetű készítmények – különös tekintettel a babákra

A Pharmaforte Kft. már bő tíz évvel ezelőtt is szerepelt a punkban, de az új eredmények bemutatása előtt érdemes néhány részletet felelevenítenünk.¹ **Ősapay György**, az egyik alapító a Chinoin Gyógyszergyárban kezdte kémiai kutatásait, 1989-től pedig 26 éven át amerikai egyetemeken dolgozott peptid-protein kutatóként. Eredményei alapján az MTA doktorává fogadta. A Chinoinban elkezdett gyógyszerfejlesztés Amerikában is viszsza- szakozt, de itt is le kellett mondania egy barátjával fejlesztett ígéretes gyógyszerjelöltről: a kedvező eredményeket mutató pre- klinikai vizsgálatok nagyon költségesek voltak. Ekkortájt, 2002- ben alapította meg a vegyész Ősapay házapár a Pharmaforte Kft.-t, ahol természetes, növényekben és gyümölcsökben előforduló ha- tóanyagokra alapoznak étrend-kiegészítőket.

Első termékük, a *CRAN-C* tőzegáfonya-kivonatot tartalmaz, amely abban segít, hogy a vizelethiválószó szervek megőrizzék, illetve felfázás esetén visszanyerjék az egészségüket. A fekete áfo- nya kivonattat tartalmazó *Bilutin* a makuladegeneráció kialakulá- sa ellen hatékony. A szív- és érrendszer erősíti a gránátalma- ki- vonatból készülő *Gralma*. Allergiások tünetet enyhítheti a torna- fokhagyma-gyömbér-kivonatot és antioxidánsokat tartalmazó *Al- lix* kapszula. A *Garcinia-Arany* a testsúly csökkentésére szolgál.

Korábban is kiemelt termék volt az *Ovant*, amely a terhessé- re készíti fel a női szervezetet, a *Ferulant* pedig a férfiak meg- termékenyítőképeségét fokozza. Az amerikai klinikai vizsgá- latok során a Ferulanttal kezelt meddő párok harminc százaléka- nak született gyermeke.

A folytatást Ősapay György írja le: 2002 óta voltak a forgalmazás volumene szempontjából kiemelkedő és gyenge évek, periódusok. A 2008-as gazdasági válság nekünk is nagy csalódást hozott. A nem- zetközi porondon a sok étrend-kiegészítőt forgalmazó külföldi óri- áscég Magyarországra özönlött, és százával, ezrével jelentettek be újabb és újabb termékeket. Ezek mind konkurenciaként jelentkez- tek számunkra, és megtorpanáshoz vezettek a következő években.

Azért persze folytattuk a termékek fejlesztését. 2009-ben az *Antioxant* készítményt hoztuk ki, amely 5 különlegesen magas antioxidáns-tartalmú ételnövény (gyümölcsök és zöld tea) kivo- nata mellett cinket, szelént és C-vitamint tartalmaz. Ezek együt- tes jelenléte fokozza a komponensek hatékonyságát, segít a sza- bad gyökök egészségkárosító hatásának csökkentésében, kiküszö- bölésében. A készítmény célja az immunrendszer erősítése és normális működésének fenntartására. Rövidesen megjelentettük a gyerekeknek szánt *Antioxant cseppeket*: a készítményt minden iskolakezdekőkor örömmel vitték a szülők a kisgyerekeknek.

Időközben kifejlesztettük az *Ovant-Baba* kismamavitamint jóddal és jód nélkül, minden fontos hatóanyaggal. Ez sajnos be- lebukott a konkurenciaharcba.

2017-ben kihoztuk a *Maximus-férfierő* multivitamin-készít- ményünket argininnel, ginzeng és ginkgo biloba hatóanyagokkal. Multi B-vitamin-komplex tartalma részt vesz a szervezet ener-

giatermelő folyamataiban, zsírégetésben, ennek eredményeképp a testsúly normalizálásában. Az arginin a keringési rendszerre gyakorolt kedvező hatása révén javítja a fizikai teljesítőképessé- get, ezért a sportolók is megkedvelték.

A *Multivitamin-Gold* termékünk idősek számára készült, a számukra szükséges vitamin- és nyomelemmennyiségekkel.

Nagy eredménynek számított a *Gastro-Bon* kifejlesztése. Al- kalmazása javasolt a *gasztrointesztinális rendszer* egészségének megőrzésére. Ajánlott a nyelőcső nyálkahártyájának védelmére, erősítésére. Segíti a gyomor- és bélrendszer egészségét, a jó emésztést. Javasolt mindazoknak, akiknél gyakori a savas reflux, azaz a gyomorból a nyelőcsőbe áramlik a gyomorsavas ételkeverék. A sav súlyos, fájdalmas marásokat eredményezhet a nyelőcsőben. A készítmény egyik fő hatóanyaga az édesgyökér-kivonat (DGL), amely a nyelőcsőben prosztata- glandintermelődést indukál, és ez védelmet ad a nyelőcső nyálkahártyájának. Az orvosi gyakorlat- ban a gyomorsav csökkentését próbálják elérni a reflux ártalma ellen. A gyomorsav, a gyomor pH-csökkentése viszont emésztési problémához vezet. Ezzel szemben a Gastro-Bon ötféle, magas koncentrációjú probiotikumot tartalmaz, ami segíti, hogy az emésztés zavartalan maradjon. Jótékony baktériumtartalma miatt az egész emésztőrendszer egyensúlyát is karban tartja. 2011-es beve- zetése óta nagy sikernek örvend.

2022-ben jelentettük meg a *Flexi-Maxi* készítményt az ízületi problémák kezelésére. A Flexi-Maxi a túlterhelés okozta ízületi be- tegségek vagy porcokopás diétás ellátására szolgáló készítmény. Si- került olyan összetételt elérnünk, amelybe az egyes hatóanyagokat olyan mennyiségben tettük bele, amit korábbi klinikai kísérletek igazoltak. Ezek bemutatása révén az OGYÉI „*speciális gyógyászati célra szánt élelmiszerként*” regisztrálta a terméket. A Flexi-Maxi a porc felépítésében részt vevő anyagokat pótol, tartalmaz glükóza- mint, kondroitin-szulfátot, hialuronsavat, metilszulfonilmetánt (MSM), valamint II típusú natív csirkecollagént. Ezek segítik a porc újraképződését, valamint két növénykivonatot (*Boswellia serrata*-, vagyis tömjénfagyanta- és kurkumakivonatot) is tartal- maz, amelyek gyulladáscsökkentő, fájdalomcsillapító hatásúak.

Jó lett volna az európai piacon is megjeleneni, de nem igazán dolgoztunk rajta. Viszont két termékünkkel (Bilutin – iVision és Garcinia Arany – iSkinny) kijutottunk Dubajba, ahová éveken át szállítottuk a két terméket.

Az utóbbi években más irányba is elindultam. A Ferulant–Ovant termékpár segítségével született kisbábák nagy örömet jelentenek, és célul tűztem ki, hogy a fogamzási nehézséggel küzdő pároknak további segítséget nyújtsunk. Így hívtuk életre feleségemmel, Klá- rával a *Babacsalogató Alapítványt*. Ennek keretében egészségügyi szakemberek segítségével, állami támogatással létrehoztam a *Baba- csalogató ambulanciák kéziönnyét* és egy fiataloknak szóló ismer- tető füzetet. Jelenleg további állami támogatással szeretnénk baba- csalogató ambulanciákat országsszerte felállítani, ahol a feladatra képzett szakemberek fogadnák a meddőnek látszó párokat, és szak- mai hozzáértéssel, oktatással segítenék őket a várt kisbaba elérésé- hez. Bízunk benne, hogy segíthetünk a 200–300 ezer fogamzás- sal küzdő párnak, és több kisbaba születik az országban. ●●●

¹ Mindkét bemutatás megjelenését Kardos Zsuzsa, Ősapay György és Klára korábbi év- folyamtársa „katalizálta”.



Borbás Réka–Szalay Luca

■ Szent István Gimnázium

■ ELTE Kémiai Intézet

| rborbas02@gmail.com

| luca.szalay@ttk.elte.hu

De miért?

A tanulók érvelési képességének vizsgálata egy kísérlettervezést tanító longitudinális projekt keretében

Ezzel a kérdéssel nyaggatjuk kicsiny gyermekkorunkban szüleinket, amikor épp csak kezdjük megismerni a világot, és ezzel a kérdéssel próbáljuk rávenni mi, tanárok diákjainkat az összefüggések keresésére, saját tudásuk felépítésére, tesztelésére, elmélyítésére. Ha értik, tudják, látják az összefüggéseket, akkor meg is tudják indokolni a jelenségeket. Vagy mégsem? Mitől függ, hogy hogyan és milyen sikerességgel válaszol a diák a mi „miértjeinkre”? Ehhez hasonló kérdések mentén vizsgáltuk meg és elemeztük egy longitudinális – négy éven át tartó – projekt keretében a diákok tesztjeinek válaszait.

Ma már klisé, hogy a diák információözhömbben él, ami azzal válik feldolgozhatóvá számára, ha értő módon szelektál. Ehhez érteni kell, hogy melyik információ fontos, és miért az. Mindemellett a legtöbb diák mindennapos tevékenységei között jelen van a virtuális játék, amelyben általánosan elfogadott a próbálkozás-kudarckörforgással való előrehaladás, tanulás, amely nem feltétlenül igényel problémamegoldó gondolkodást, és ritkán jár együtt tudatos ok-okozati összefüggések keresésével, felismerésével. Így ha az iskolai keretek között a diák nem találkozik olyan feladatokkal, amelyek célja az érvelési képességének, logikus gondolkodásának fejlesztése, akkor ez nem fejlődik megfelelően. Természettudományos problémákat megoldani, önállóan információt feldolgozni és összefüggéseket felfedezni a diákok nem tudnak önmaguktól, ezt tanítani kell, ha kritikusan gondolkodik, értve tanuló diákokat szeretnénk nevelni, és ezt úgy kell tenni, hogy a természettudományok iránt való érdeklődésüket fenntartsuk. Reményeink szerint többek között ennek elősegítésére is alkalmas az MTA Kutatásalapú Kémia-tanítás Kutatócsoportja által kivitelezett projekt.

A „Kutatásalapú kémia-tanítás és rendszerszemléletű gondolkodás” című projekt mint a kutatás háttere

A Magyar Tudományos Akadémia Közoktatás-fejlesztési Kutatási Programjának keretében finanszírozott, négy éve futó projekt során az ország 25 iskolájában több mint 900 diák évente 6 feladatlap segítségével egy-egy modellezett kutatási kérdést válaszol meg. A diákok projektben való részvétele a 7. évfolyamon kezdődött meg, és fejlődésüket folyamatosan figyelemmel kísérjük a 10. évfolyamig. [1] A feladatlapokat a kutatócsoport tagjai készítették a következő szempontokat szem előtt tartva:

- A feladat keltse fel a diák érdeklődését valamilyen probléma iránt, amely egy alkalmas kísérlettel megválaszolható, a hipotézis cáfolható vagy helyességére bizonyíték gyűjthető.
- A kísérlet legyen egyszerű, hogy bármely magyarországi is-



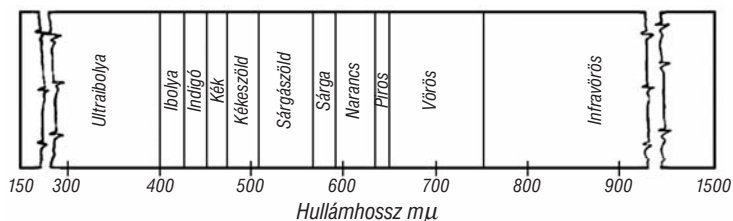
kolában vagy akár otthon is kivitelezhető legyen, és a feladatlap pontjain végighaladva a diák a tapasztalat-magyarázat-következtetés rögzítése közben megválaszolja a feladatlap bevezetőjében felvetett kérdést.

- A feladatlap utolsó része egy rendszerszemléletű gondolkodást fejlesztő, a témához kapcsolódó kérdés.
- Továbbá az is fontos szempont, hogy minden feladatlapnak három típusa készült el: egy olyan, ahol a kísérlettervezést utólag átgondolja a diák a kérdéseken keresztül az „egyszerre egy tényezőt változtatunk” elv alapján, egy olyan, ahol magát a kísérletet is a diáknak kell megtervezni az előbb leírt szemléletben, és egy, amely az előző kettőt mellőzi, csak a kísérletet kell elvégezni, egy receptszerű leírást követve.

A projekt fókuszában elsődlegesen a kísérlettervezés tanítása áll, de feladatlapjai alkalmasak a természettudományos gondolkodás, az érvelés képességének fejlesztésére és az összefüggések felismerésére, illetve elmélyítésére. A projektben részt vevő diákok tudásának tesztek által végzett mérése pedig nemcsak a kísérlettervezési képesség fejlődésének követését teszi lehetővé, hanem a válaszokat részleteiben tanulmányozva megfigyelhető a természettudományos gondolkodás többi aspektusának alakulása is. A projekt keretében a részt vevő diákok összesen öt tesztet írtak meg: egyet a projekt kezdetén, a 7. évfolyam elején (T0 teszt), majd minden tanév végén egyet (T1, T2, T3 és végül az idén júniusban befejeződött tanév végén a T4 tesztet). Jelen cikkben az első három év eredményeit tudjuk felhasználni, mivel a projekt 2025 szeptemberének végén zárul le, és a T4 teszt eredményeinek értékelése csak akkorra történik meg. A teszteket a kutatócsoport szakértői állítják össze úgy, hogy a Bloom-taxonómia szintjei [2, 3] szerint építik fel a kérdéssort. A 18 kérdésből 3 az adott tanévben elsajátítható tananyag egy-egy részletének ismeretére kérdez rá, 3 a tananyag egy-egy részének értelmezését, 3 az alkalmazását várja el, 9 pedig a kísérlettervezési képességet vizsgálja. Minden item 1 pontot ér. Az értelmezést és alkalmazást elváró kérdésekre adott válaszokat a legtöbb esetben indokolni is kell (1. táblázat).



A kérdés sorszáma	Az indoklást igénylő kérdés	A kérdés besorolása
T1.1b	Miért nem jó a kelleténél több mosószert használni (azon kívül, hogy az fölösleges pénzkidobás)?	értelmezés
T1.3	Miért jó módszer az erdőtüzek terjedésének akadályozására az, ha az erdőkben széles sávokban kivágják a fákat?	értelmezés
T1.5a	A mérsékelt égövön termesztett cukorrépa átlagosan 75% vizet és 25% szárazanyagot tartalmaz; cukortartalma 13–19% között változik. A cukornád viszont melegebb és csapadékosabb éghajlatú helyeken terem, és a világ cukortermelésének kb. 79%-át adja. A cukornád érett szára jellemzően 11–16% rostot, 12–16% oldható cukrot, 2–3% nem cukortartalmú szénhidrátot és 63–73% vizet tartalmaz. Miből állítanak elő több cukrot a világon: cukorrépából vagy cukornádból? Válaszodat a fenti szöveg alapján indokold meg!	alkalmazás
T1.6	Az uszodavíz fertőtlenítése elengedhetetlen a betegségeket okozó baktériumok és gombák elpusztítása érdekében. A medencevíz legelterjedtebb hagyományos fertőtlenítési módja a hipóval történő klóros kezelés. Miért nem haladhatja meg a víz klórtartalma az előírt értéket?	alkalmazás
T1.7	Ha valaki a fürdőszobában befújja magát dezodorral, az illatot csak egy idő után érezzük meg a szobában. Szerinted (zárt ablakok mellett) a nyári hőségben vagy a hűvösebb őszi időben telik el rövidebb idő addig, amíg az illat a szobában is érezhető lesz? Miért? (Indokold is meg a válaszodat!)	alkalmazás
T2.1b	Miért nem alkalmas a szódabikarbóna vízlágyításra?	értelmezés
T2.3b	Miért zavarosodik meg a meszes víz, ha belefújunk egy csövön keresztül?	értelmezés
T2.4a	Az ereszcatornák többsége horganyzott bádogból, vagyis cinkréteggel (Zn) bevont vaslemezről (Fe) készül. Az alábbi redukálósorban a redukálóképesség balról jobbra csökken. Ennek alapján melyik oxidálódik először, a cink vagy a vas, ha megsérül a lemez? Miért? K, Ca, Na, Mg, Al, Zn, Fe, Sn, H, Cu, Hg, Ag	értelmezés
T2.4b	A tengerjáró hajók vízbe merülő hajótestét vaslemezek borítják. Vajon miért védhető meg a vas (Fe) a rozsdásodástól úgy, hogy egy fémvezetékkel magnéziumrudat (Mg) kötnek mellé? Válaszodat a 4.a) kérdésben szereplő redukálósor segítségével magyarázd meg!	alkalmazás
T2.5	Miért lesz szomjas az ember a sok sós csipsz fogyasztása után?	alkalmazás
T2.7	A glükóz a szőlőcukor kémiai neve. Az egyik weboldalon [4] ez az állítás olvasható: „Glükóz – Vércukorszint meghatározására szolgál, emelkedett szintje cukorbetegséget jelez. A normálértéke 0 mmol/l.” Mi a hiba ebben az állításban? Válaszodat indokold is meg!	alkalmazás
T3.1b	A hangyasav (HCOOH) a következő redoxireakcióban szinteleníti el a sárgásbarna brómos vizet: $\text{Br}_2 + \text{HCOOH} = 2 \text{HBr} + \text{CO}_2$. Két azonos térfogatú és hőmérsékletű hangyasavoldatunk van, de az egyik 5 tömegszázalékos, a másik 10 tömegszázalékos. Ha ugyanakkorra térfogatú, ugyanolyan töménységű és hőmérsékletű brómos vízzel reagáltatjuk őket, melyik hangyasavoldat szinteleníti el hamarabb a brómos vizet és miért? (Mindkét hangyasavoldatban van annyi hangyasav, amely elegendő a brómos víz teljes elszíntelenítésére.)	értelmezés
T3.3	Lehet, hogy hallottad már azt a tanácsot, hogy a maradék pezsgő üvegét nem kell bedugaszolni, hanem elegendő a hűtőbe helyezés előtt egy kiskanalat a nyelével lefelé az üveg szájába tenni, mert akkor nem szökik el belőle a szén-dioxid-gáz. Szerinted hatásos lehet-e ez a módszer? Válaszod csak indoklással együtt érvényes.	alkalmazás
T3.5	A molnárka a víz felszínén szaladgálva szerzi a zsákmányát. Szerinted tudna-e futkározni a molnárka a benzin felszínén is? (A benzin apoláris molekulákat tartalmazó folyadék. Tegyük föl, hogy a kísérlet idején a benzinnek nincs számottevő élettani hatása a molnárkára és szép tavaszi idő van.) Válaszod csak indoklással együtt érvényes.	alkalmazás
T3.7	Minél nagyobb a fény hullámhossza, annál kisebb a fény fotonjainak energiája. Magyarázd meg az ábra alapján, hogy a lítium vörös lángfestése vagy a kálium ibolyaszínű lángfestése jelez-e nagyobb gerjesztési energiát!	értelmezés



1. táblázat. Az indoklást igénylő kérdések tesztekben szereplő sorszáma és besorolása a Bloom-taxonómia szerint

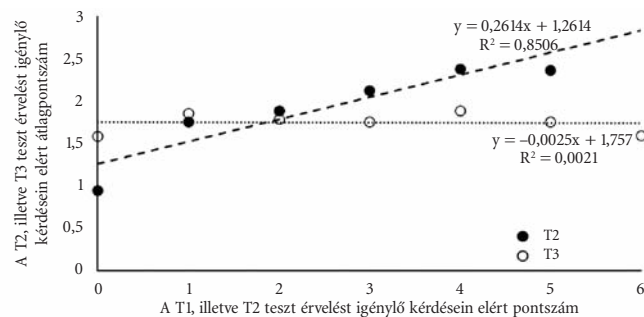
Az indoklások változása

A diákok tesztkérdéseken elért átlagos eredménye a teljes teszt és annak indoklást igénylő kérdésire vonatkozóan a 7. évfolyam végén mindkét esetben 51% volt, ugyanakkor a diákok 5–6%-a indoklás nélküli helyes választ adott. A 8. év végére az indoklással elért teljesítmény aránya visszaesett (41%, míg a teljes teszt átlagos eredménye 52%), majd ez a szignifikáns különbség a 9. év végére

újra kiegyenlítődött (47% és 45%). Mivel a kérdések minden évfolyamon mások voltak (így nehézségük a gondos tervezés ellenére szükségképpen eltérő), a százalékban mért átlagos teljesítmény változását az egyes évfolyamok között nem érdemes összehasonlítani. Változik a diákok attitűdje is: ahogy korosodnak, csökkenhet válaszdási hajlandóságuk. Ezek is eredményezhették, hogy a 8. év végén teljes tesztben elért eredmény és az érvelési kérdésekben elért eredmény aránya megváltozott. (Nem a gyerekek „butultak el”.)

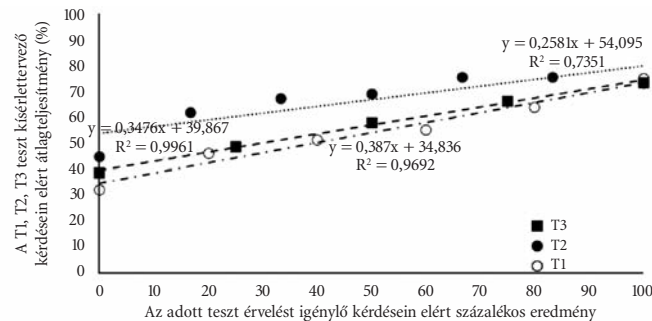


Ha az eredményeket a korábbi teljesítmény függvényében nézzük, akkor a 8. év végén az indoklást igénylő kérdéseken nyújtott teljesítmény erős korrelációt mutat a korábbi évben elért eredménnyel (1. ábra), de a 9. év végére már nem ilyen erős az összefüggés. A fentiekből az a következtetés vonható le, hogy úgy tűnik, fiatalabb korban (a Piaget által definiált absztrakt gondolkodási szakasz kezdetén) a korábbi év(ek) teljesítménye még jobban meghatározza a fejlődés mértékét (azaz aki 7. év végén jobban értelt, az a 8. év végén is várhatóan jobb teljesítményt nyújt indoklást igénylő kérdésekben), de 9. év végén ez már nem mondható el. Tehát mindenki tud fejlődni, de a fejlődés üteme nem feltétlenül egyenletes.



1. ábra. A T2, illetve T3 teszt érvelést igénylő kérdéseiben elért átlagpontszám a megelőző év T1 és T2 teszt hasonló kérdéseiben elért pontszám függvényében (● T1–T2, ○ T2–T3, a szaggatott vonalak a függvényértékekre illesztett egyenesek)

Az MTA projekt fókuszja a kísérlettervezési képesség fejlesztési lehetőségeinek kutatása volt, amely a Bloom-taxonómia legmagasabb szintjét képviseli, így érdekes összevetni az érvelési képességekkel. A magasabb szintű gondolkodási műveleteket, képességeket igénylő és fejlesztő kísérlettervezést különféle módon tanuló diákok érvelési kérdésekben nyújtott teljesítménye között szignifikáns eltérés nem mutatkozott (Kruskal–Wallis-teszt, $p > 0,090$). Ezzel szemben a teszteken belül a diákok kísérlettervező kérdéseken nyújtott átlagos teljesítménye és az érvelési kérdésekben való eredményessége között már közepesen erős az összefüggés (a Spearman-féle korrelációs együttható 0,350, 0,316 és 0,362 a három év végi teszt esetében, $p < 0,001$ szignifikanciaszint mellett). Az érvelési kérdésekben elért pontszámok szerint csoportosítva a diákokat, és ezeken a csoportokon belül számítva a kísérlettervező feladatban elért pontszámok átlagát, az átlagok szignifikáns eltérést mutattak (Kruskal–Wallis-teszt, $p < 0,001$), amely átlagokra egyenes is illeszthető (2. ábra).



2. ábra. Az indoklást igénylő kérdéseken nyújtott eredmény szerint csoportosított diákok kísérlettervező kérdésre adott átlagos százalékban kifejezett teljesítménye az indoklási eredmény függvényében T1 (○), T2 (●), T3 (■) tesztek esetében.

Az ábrán a lineáris regresszió adatai is fel vannak tüntetve

Tehát minél jobban tud érvelni a diák, annál jobb teljesítmény várható tőle a magasabb szintű gondolkodási műveletekben is.

A háttértudás

A kutatás során sikerült igazolni, hogy az érvelési képesség és az elsajátított ismeretek között szoros az összefüggés. Ha a tényanyag elsajátítása szempontjából az ismeretekre kapott pontszám alapján négy szintre osztottuk fel a diákokat, és a szinteken külön átlagoltuk az indoklást igénylő kérdésekre adott eredményüket, akkor azt figyeltük meg, hogy minél többet tud a diák, annál jobban tud érvelni (2. táblázat). A nagyon erős korreláció azt bizonyítja, hogy ha a diákok nem rendelkeznek elegendő kémiai ismerettel, akkor az érvelési kérdésekre is kisebb hatékonysággal tudnak válaszolni.

A három ismeretre kérdező kérdésből helyesen megválaszoltak száma	Indoklást igénylő kérdéseken elért átlageredmény százalékban		
	T1	T2	T3
0	42,0%	32,7%	37,3%
1	47,2%	40,0%	44,3%
2	60,6%	48,6%	55,5%
3	67,2%	60,5%	58,2%
Az illesztett egyenesek R értékei	0,985	0,994	0,978
és egyenletei	$T_{\text{érv}} = 8,9T_{\text{ism}} + 40,9$	$T_{\text{érv}} = 9,2T_{\text{ism}} + 31,6$	$T_{\text{érv}} = 7,4T_{\text{ism}} + 37,7$

2. táblázat. Egyazon évben az indoklást igénylő kérdéseken elért eredmény az ismeretekre kérdező kérdéseken elért eredmény szerinti csoportokban átlagolva. Az átlagértékek közötti különbségek 0,001 szignifikanciaszint mellett jelentősek

A 2. táblázat adataira illesztett egyenesek egyenletei, különösen a nemnulla tengelymetszet értékek elgondolkodtatóak, hiszen azt mutatják, hogy azok a diákok, akik a teszteken nem tudtak egyetlen ismeretet sem konkrétan felidézni, az indoklást igénylő és érvelést vagy ismeret alkalmazását elváró kérdésekre várhatóan 31–41 százalékban helyesen válaszoltak. A tesztekben volt olyan kérdés (T1.5a, T2.4a, T2.4b, T3.7), amelyhez a tényeket, ismereteket a feladat szövege megadta, ezzel is mérve a diákok értelmezési és alkalmazási képességét függetlenül az ismeretek meglététől, ahogy az célszerű a változók elkülönítése

3. táblázat. Egyazon évben az indoklást igénylő, de az ismereteket megadó kérdésekre helyesen válaszoló aránya az ismeretekre kérdező kérdéseken elért eredmény szerinti kategóriákban.

Az egyes kérdések ismeretek szerinti kategóriájában elért átlageredmények a T1.5a, T2.4a, T2.4b esetében szignifikánsak ($p < 0,05$), de a T3.7 kérdés esetében nem ($p = 0,137$)

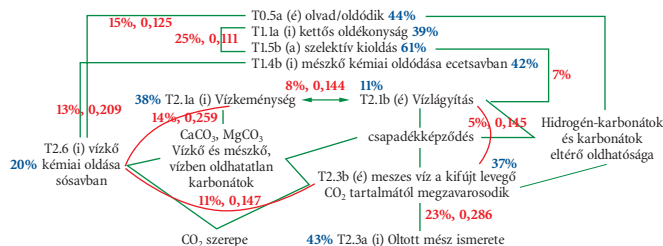
A három ismeretre kérdező kérdésből helyesen megválaszoltak száma	Indoklást igénylő, az ismereteket megadó kérdéseken elért eredmény			
	T1.5a	T2.4a	T2.4b	T3.7
0	34%	34%	45%	42%
1	45%	41%	48%	52%
2	51%	55%	56%	45%
3	56%	58%	66%	57%
átlageredmény	45%	42%	50%	47%
Spearman-féle korrelációs együttható	0,144 ($p < 0,001$)	0,179 ($p < 0,001$)	0,110 ($p = 0,009$)	0,065 ($p = 0,125$)



szempontjából. [5] Így ezekkel a kérdésekkel azt mérhettük, hogy a diák a leírt ismeretekből és tényekből kiindulva hogyan tud logikusan gondolkodni. Az indoklást igénylő, de ismereteket megadó kérdésekre adott válaszok eredményei és az ismereteket mérő kérdéseken elért pontszámok (3. táblázat) közötti összefüggések két szempontból is érdekesek. Egyrészt az ismeretek leggyengébb kategóriájában helyesen válaszolóak százaléka ugyan nem egyezik meg a 2. táblázatban feltüntetett tengelymetszetekkel, de értékeik hasonlóak, másrészt az eredmények az első három „indoklásos” kérdés esetében kismértékű, de szignifikáns korrelációt mutatnak. Tehát valamilyen szinten mégis számít, hogy mennyi háttértudással rendelkezik a diák még az olyan esetekben is, amelyekben ezt a kérdésfeltevés módjával szeretnénk lecsatolni.

A fentieket összegezve elmondható, hogy a több ismeret magabiztosabb érveléshez vezet, és a háttértudásnak jelentős hatása van a gondolkodási kompetenciák eredményes használatára.

A T0–2 tesztek fogalmi hálója is egy mutatója lehet a háttértudásnak (3. ábra). A hálóban 4 kérdés szerepel, amely ismeretre kérdez rá, és 2 olyan kérdést tartalmaz (T2.1b és T2.3b), amelyek indoklást igényelnek, ismeretek, jelenségek értelmezését várják el. A fogalmi háló minőségét a négy ismereti kérdésre adott összpontszámmal jellemezhetjük. A korábbiak körében nem meglepő, hogy ha a fogalmi háló minősége szerint csoportosítjuk a diákokat, akkor a nagyobb pontszámú hálóval rendelkező diákok átlagosan jobb eredményt érnek el a fenti két érvelést is mérő kérdésen. Ha a másik nézőpontból elemezzük a válaszokat, akkor elmondható, hogy a T2.1b kérdésre helytelen választ adók átlagosan 1,30 pontos, a helyes választ adók 2,58 pontos fogalmi hálóval rendelkeztek, míg a T2.3b kérdés esetében ezek az értékek 1,11 és 1,91 (mely különbségek szignifikánsak $p < 0,001$ szinten). Az első kérdés nehéznek bizonyult (11% tudta helyesen megválaszolni), jobb fogalmi háló kellett a helyes válaszadáshoz. A második kérdés könnyebb (37% adott helyes választ), és az is megfigyelhető, hogy egy gyengébb fogalmi háló mellett is érveltek a diákok sikeresen.



3. ábra. A T0, T1, T2 teszt fogalmi hálója a Bloom szerinti típus-besorolásokkal (i: ismeret, é: értelmezés, a: alkalmazás).

A vonalakra írt értékek: 1. a két kérdésre egyaránt jó választ adók aránya a teljes mintára vonatkozóan, 2. a két kérdés eredményei közötti Spearman-féle korrelációs együttható ($p < 0,05$)

Kis ugrás – nagy ugrás

A longitudinális vizsgálat érvelést elváró kérdéseit kategorizáltuk az információegységek száma, a megoldáshoz vezető gondolati lépések száma (azaz a transzfer távolsága), LOTS/HOTS (lower/higher order thinking skills, alacsonyabb/magasabb szintű gondolkodási műveleteket igénylő feladatok) [6] besorolása szerint. LOTS kategóriába a közeli transzfer kérdéseket soroltuk, ahol legfeljebb egy további gondolati lépést kell végrehajtani a probléma megoldásához, illetve ahol nincs újszerű, ismeretlen elem. HOTS kérdésnek minősítettük a távoli transzfer kérdéseket, ahol

2-3 gondolati lépés vezet a megoldáshoz, vagy szokatlan, új a probléma környezete.

Összesítettük a diákok egy-egy kategóriához tartozó kérdés-csoportra adott válaszainak eredményeit. A LOTS típusú érvelős kérdéseken a diákok átlagosan 43,0%-ot értek el, míg a HOTS típusú kérdéseken átlagosan 47,8%-ot. Az átlagok $p < 0,001$ szignifikancia szinten különböznek. Meglepő, hogy az összetettebb kérdéseken értek el magasabb pontszámot a diákok, ugyanakkor a LOTS kérdések jelentős korrelációban vannak a fogalmi térkép jóságával (a korrelációs együttható 0,469, $p < 0,001$), míg a HOTS kérdések és a fogalmi térkép közötti kapcsolat gyengébb: a korrelációs együttható 0,217 ($p < 0,001$). Ez azt jelenti, hogy ugyan fontos az érvelés sikerességéhez a háttértudás, ahogy ezt a korábban is megállapítottuk, de a közeli transzfer példákban ennek markánsabban van jelentősége, mint a magasabb kognitív tevékenységet igénylő problémáknál, ahol a kreatitásnak lehet nagyobb szerepe.

A háttérváltozók hatása

A kutatás során több háttérváltozó adatait is gyűjtöttük, mint például a diák anyjának iskolai végzettsége, az iskola erőssége, a motiváció. Az érvelési kérdésekben nyújtott teljesítmény és a háttérváltozók közötti kapcsolatot vizsgálva elmondható, hogy az anya magasabb végzettsége 7. osztályban még előnyt jelent, de ez 8. osztályra kiegyenlítődik. Ezzel szemben a diák iskolájának erőssége (legjobbiskola.hu alapján) meghatározza a teljesítményt (4. táblázat). Bár a 8. évfolyam végén az érvelést igénylő kérdések eredményei valamennyi csoport esetében visszaestek (erről már esett szó egy korábbi fejezetben), érdekes módon a gyengébbnek minősített iskolákban a visszaesés mértéke kisebb volt, ugyanakkor a fejlődés mértéke a 9. évfolyam végére a legerősebb

	T1	T2	T3
gyengébb	40,6%	35,4%	40,8%
közepes	50,8%	43,0%	41,5%
erős	58,4%	41,0%	49,8%

4. táblázat. Az iskola erősségének hatása az indoklást igénylő kérdésekben nyújtott teljesítményre

gimnáziumokban átlagosan jobban nőtt. Megfigyelhető, hogy a középmezőny diákjai tovább rontottak eredményeiken. Az átlagok különbsége minden esetben szignifikáns ($p < 0,01$).

A motiváció jelentősen befolyásolja az érvelési feladatokban nyújtott teljesítményt. A diákoknak egy 1-től 5-ig terjedő rangskálán kellett megjelölni, hogy mennyire kedveli a kémiát. A motiváció és az érvelési kérdéseken elért eredmény a 7–9. évfolyam év végi mérések alapján szignifikáns ($p < 0,001$), közepesen erős korrelációt mutatott: a T1 teszt esetében a korrelációs együttható 0,187, T2 esetében 0,301, és a T3 esetében 0,228.

Az érvelési képesség szintjei és minősége

A gondolatmenetek komplexitásában Bernholt és Parchmann [7, 8] szerint öt hierarchikus szintet határozhatunk meg. A hétköznapi tapasztalatokra épülő szintet a tényeket közlő megállapítások szintje követi. A harmadik szint a folyamatleírások, szekvenciakövetések szintje, ahol már a modellhasználat is megjelenik. Az indoklások a negyedik szinttől kezdődnek, ez a lineáris ok-okozat szintje (pl. több savhoz több bázisra van szükség a kö-



zömbösítéshez), és végül a többváltozós kölcsönös összefüggések (pl. különböző folyadékok cseppmérete, felületi feszültsége és a folyadékokat alkotó részecskék közti kölcsönhatás erőssége közti összefüggés értelmezése). A projektben résztvevő diákok minden feladatlapban találkoztak a lineáris ok-okozatokkal, hiszen a tapasztalatok magyarázata, a megfigyelésekből következtetések levonása ide tartozik (a fenti példák a feladatlapokból származnak), és ez alapvetően fontos a természettudományos megismeréshez, valamint a gondolkodás fejlődéséhez. Több feladatlapon a legmagasabb szinten is kellett gondolkodni, összefüggéseket keresni.

A tesztekben a „miért” kérdésekre leggyakrabban egy lineáris ok-okozat összefüggés felhasználásával lehet válaszolni. A diák a „ha (ok), akkor (okozat)” reláció ismeretében a *miért* (okozat)?” kérdésre a „*mert* (ok)” válasszal érvelhet, még akkor is, ha az okozat az eredeti reláció egy speciális esete. Ha tehát megfigyeljük a tesztek nyílt végű, indoklást igénylő kérdéseire adott válaszokat, akkor képet kaphatunk arról, hogy a diák az érvelés mely szintjét használja magabiztosan. Elmondható, hogy a vizsgált mintában a 12–13 évesek 95%-a legalább egyszer helyesen használta érvelésében az ok-okozat lineáris egymásra épülését, átlagosan 51%-os teljesítményt nyújtva. Ugyanakkor még gyakori, hogy a diák felcseréli az ok-okozatot (pl. T1.3 kérdés esetében 24%), illetve 5%-ánál megjelenik a „miért?” kérdésre válaszként az okozat megismétlése. A többváltozós kölcsönös összefüggés szintjén már a diákok 30%-a tudott érvelni (T1.7). A 9. évfolyam végére ez utóbbi adat szignifikánsan nem változott (29%) ($p = 0,059$ mellett), és az okozat ismétlése is gyakori még (T3.1b kérdésnél 44%).

Az érvelések minőségében az is fontos mutató, hogy milyen bizonyítékot, tényt választ a diák az indokláshoz. A hibásan megválasztott (esetleg hibás) tény magabiztos, ámde félrevezető indokláshoz, akár áltudományossághoz vezethet. Például a T3.5 kérdés esetében – tudna-e járni a molnárka a benzin felszínén – a válaszok 18,3%-ában a sűrűség alapján próbáltak érvelni a felületi feszültség vagy a kölcsönhatások erősségére való támaszkodás helyett, illetve 18,9% elegendő magyarázatnak érezte egyszerűen a benzin apoláris voltát. A kérdést teljes indoklással helyesen egyébként a diákok 33,8%-a tudta, és csak 0,8% adott indoklás nélküli helyes választ. Ez az indoklás igényét már biztatón jelzi a 14–15 éves korosztályban, ugyanakkor a téves ok felhasználása még ad lehetőséget a fejlesztésre. Ezt a T3.3 kérdés is felveti, mert a diákok 21,6%-a szerint a pezsgősüvegbe dugott kanál esetén a szén-dioxid nem tud eltávozni a palackból, és indoklásai az áltudományosság és hiszékenységi jeleit mutatják (pl. „nem használnák, ha nem működne”, „az alumínium odavonzza”, „a fém visszaveri/megköti” a szén-dioxidot).

Összefoglalás

A három év tanulságai alapján elmondhatjuk, hogy a diákok érvelési képessége nem fejlődik egységes ütemben, de szorosan összefügg az elsajátított ismeretek mennyiségével, mennél több ismerettel rendelkezik a diák, annál hatékonyabban tud indokolni, annál magabiztosabb és strukturáltabb módon képes érvelni. Még olyan esetekben is, amikor a kérdésfeltevés kifejezetten azt célozza, hogy leválassza az érvelési képességet a tartalmi tudásról, megfigyelhető, hogy a háttértudás megléte előnyt jelent. A háttértudás sokszor nem is tudatosul, hanem látens módon járul hozzá a sikeres problémamegoldáshoz, érveléshez. Az ismeretek megléte különösen a közeli transzfert igénylő feladatoknál hangsúlyos. Az érvelést segíti, ha a diák jól felépített, strukturált fo-



galmi hálóval rendelkezik. Összességében úgy tűnik, hogy a háttérváltozók (anyag iskolai végzettsége, diák iskolájának erőssége, motiváció), hatása lényegesen kisebb, mint a háttérismeretek hatása. A 7–9. évfolyamon a lineáris kauzalitás, mint érvelési módszer már aktívan jelen van: a vizsgált korosztályban a diákok jelentős hányada többször sikeresen használja az ok-okozati összefüggést, de a legmagasabb szintű összetett érvelésre csak kevesebb, mint a harmaduk képes.

A kutatás eredményei korlátozottan általánosíthatók, mivel a vizsgált diákok nem átlagos magyar diákok, hanem tanulmányi eredmények és képességek szempontjából föltehetően az átlag felett vannak, mivel mindannyian legalább hatévfolyamos gimnáziumok tanulói, akiket szigorú felvételi vizsgán választottak ki az iskoláik a sok jelentkező közül. Ugyanakkor a longitudinális vizsgálat adataiból levont következtetések pedagógiai, módszertani fejlesztésekhez alkalmazhatók.

A tanulmány elkészítését a Magyar Tudományos Akadémia Közoktatásfejlesztési Kutatási Programja támogatta (SZKF-6/2021). Hálsak vagyunk az MTA vezetésének és a Közoktatási elnöki Bizottságnak, hogy megteremtették a lehetőséget a kutatás elvégzésére. Köszönjük a kutatócsoportban dolgozó kémiantárolók és diákjaik, valamint egyetemi oktató kollégáink munkáját.

IRODALOM

- A projekt során készült feladatlapok és tesztek elérhetők a kutatócsoport honlapján: <https://ttomc.elte.hu/publications/92>
- [1] Szalay, L., Borbás, R., Füzesi, I., Tóth, Z. (2024): Kutatásalapú kémiantanulás az általános iskolákban? Magyar Kémikusok Lapja, 79(9), 254–261.
 - [2] Krathwohl, D. R. (2002): A Revision of Bloom's Taxonomy: An Overview. Theory into Practice, 41(4), 212–218.
 - [3] Jensen, J. L., McDaniel, M. A., Woodard, S. M., Kummer, T. A. (2014): Teaching to the Test... or Testing to Teach: Exams Requiring Higher Order Thinking Skills Encourage Greater Conceptual Understanding. Educational Psychology Review, 26, 307–329.
 - [4] https://dietless.hu/laborvizsgalati-eredmenyek/#15_Glukoz (2022. október 4.)
 - [5] Adey, Ph., Csapó B. (2012): A természettudományos gondolkodás fejlesztése és értékelése. In: Tartalmi keretek a természettudomány diagnosztikus értékeléséhez. Bp., Nemzeti Tankönyvkiadó, 17–58.
 - [6] Tsaparis, G. (2020): Higher and lower-order thinking skills: The case of chemistry revisited. Journal of Baltic Science Education, 19 (3), 467–483.
 - [7] Bernholt, S., Parchmann, I. (2008): Lösungsstrategien bei der Bearbeitung von Aufgaben [Problem solving strategies in the processing of tasks]. In: Höttercke, D. (szerk.): Kompetenzen, Kompetenzmodelle, Kompetenzentwicklung. Münster, LIT Verlag, 215–217.
 - [8] Bernholt, S., Parchmann I. (2011): Assessing the complexity of students' knowledge in chemistry. Chemistry Education Research and Practice, 12, 167–173.



Hargittai István

BME Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

Buckminsterfullerén – mi van a név mögött?

Negyven évvel ezelőtt, 1985-ben jelent meg a *Nature*-ben Harold W. Kroto, Richard E. Smalley, Robert F. Curl és diákjaik rövid közleménye, amelyben hírül adták, hogy kísérletükben megfigyelték a csonkolt ikozaéder alakú C_{60} -molekulát, amelynek a buckminsterfullerén (*buckminsterfullerene*) nevet adták [1]. A felfedezés 1996-ban a három professzornak Nobel-díjat hozott. Hagyomány, hogy a Nobel-díj kihirdetése napján a Királyi Svéd Tudományos Akadémián előadást tartanak a díjban elismert felfedezéssel kapcsolatos témában. 1996 októberében ezt az előadást én tartottam a szimmetriáról.

Már 1970-ben megjelent egy dolgozat, amelyben szimmetriameggondolások alapján Eiji Osawa felvetette egy csonkolt ikozaéderes alakú C_{60} -molekula lehetőségét [2]. 1973-ban Dmitrij A. Bocsvar és Elena G. Galpern kvantumkémiai számítások eredményeként jutott el csonkolt ikozaéderes C_{60} szerkezethez [3]. A C_{60} -molekula kísérleti megfigyeléséről először az Exxon cég egyik laboratóriumának a magyar származású Andrew Kaldor vezette kutatócsoportja tudósított 1984-ben [4]. Közöltek egy tömegspektrumot, amelyen sok más csúcs mellett, környezetéből valamelyest kiemelkedve látható a C_{60} -as. A tömegspektrumot grafit lézeres elpárologtatásával végzett kísérletben vették fel.

A *Nature*-cikk szerzői hasonló kísérleteket folytattak, de munkájuk három lényeges szempontból különbözött az Exxon-projektől. Kíváncsiságukat felkeltette a C_{60} -as csúcs, és addig „játszottak” a kísérleti feltételekkel, amíg olyan tömegspektrumot nem kaptak, amelyet már a C_{60} -csúcs uralt. Ez volt az első fontos különbség. A második az volt, hogy olyan szerkezetet kerestek, amelyet a stabilis C_{60} -molekulához rendelhetnének. Így jutottak el ők is – Osawa [2] és Galpern [3] után – a csonkolt ikozaéderes alakhoz. A harmadik különbség az volt, hogy el is nevezték a csonkolt ikozaéderes alakú C_{60} -molekulát. Mivel a szerke-

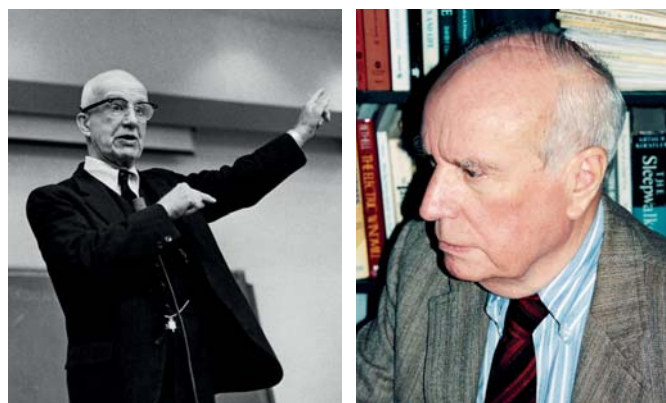
zet keresése közben R. Buckminster Fuller „geodéziai kupolájának” emléke terelte őket a helyes irányba, a *buckminsterfullerene* nevet választották. A név első látásra nehézkesnek tűnik, sokan azt is kifogásolták, hogy egy ismeretlen, nem is kémikus nevét választották, még a *Nature* oldalain is megjelentek bíráló megjegyzések. Idővel azonban mindenki megbarátkozott a névvel, amely könnyedén gördül le a nyelvünkön, és valóban népszerű lett.

R. Buckminster Fuller (1897–1985) amerikai tervező, feltaláló, építész és filozófus (lásd pl. [5], 60–86.) a Massachusetts állambeli Miltonban született és a helyi középiskolában érettségizett. Innen a Harvard Egyetemre ment, de nem tudott beilleszkedni, kétszer is kicsapták, és sohasem fejezte be egyetemi tanulmányait. Később sok egyetem tüntette ki tiszteletbeli doktorátussal és professzori címmel. Mai szóhasználatával az anyagtudomány és az anyagtechnológia érdekelte a legjobban, amit kiégyesztett társadalmi érzékenysége. Pályájának első szakaszában sok kezdeményezése többnyire kudarcra végződött. Már majdnem feladta, amikor úgy döntött, hogy nem érdeklik az anyagi javak, és az emberiség boldogulásának szenteli az életét. Ez nemes szándék volt, de sok olyan követőjénél visszaütött, aki csak azt vette át tőle, hogy nem kell a megélhetéssel törődni. Fullernek nem voltak anyagi gondjai, mert publikációi, előadásai, szabadalmi biztosították jólétét.



R. Buckminster Fuller-portré Orosz István grafikáján [5] és egy 2004-es amerikai bélyegen

Nem ismertem Fullert, de többször találkoztam legközelebbi munkatársával, Edgar J. Applewhite-tal (1919–2005), akitől sokat hallottam róla. Applewhite a Yale Egyetemen, majd a Harvard Egyetemen tanult, szolgált az USA Haditengerészeténél és a CIA-nél. Kilenc évet töltött Fullerrel fő műve, a kétkötetes *Synergetics* megalkotásán. Úgy dolgoztak, hogy Applewhite Fuller korábbi írásaira támaszkodva megírta a soron következő fejezetet, majd Fuller megjegyzéseit figyelembe véve alakította ki a végleges szöveget. Amikor érdeklődtek foglalkozásáról, Applewhite, aki maga is több sikeres könyv szerzője volt, saját magát „laikus”-ként jellemezte.



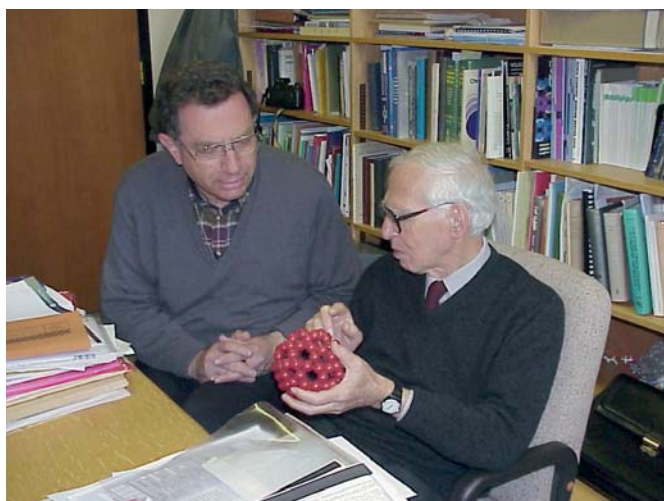
Balra: R. Buckminster Fuller, 1970, Pacific High School, Saratoga, California (Lloyd Kahn felvétele és szívességéből). Jobbra: Edgar J. Applewhite, 1996, washingtoni otthonában (Hargittai István felvétele)



Fuller egyik találmánya a Dimaxion House; a „dimaxion” a dinamika, a maximum és az ion szavakból alkotott mozaikszó. Az „ion” Faraday-tól származik, görög eredetű és mozgásra utal. A „dimaxion” autonóm szerkezetre vonatkozik, olyan összerakható és szállítható házra, amely a benne lakó számára mindent biztosít. Fuller 1947 óta építette ezeket az épületeket, amelyeket korábban már mások is építettek, de csak az ő hatására indult a tömegtermelésük. Legalább száz cég állított elő legalább kétezer ilyen házat.

Fuller számára a tér és a térfogat fizikai valóságot jelentett, nem csak absztrakciót. Kapcsolatot fedezhetünk fel közte és a középkori olasz építész, Francesco Borromini (1599–1667) munkássága között. Azt azonban nem tudjuk, hogy Fuller ismerte-e az építész munkáit, mert notóriusan nem hivatkozott másokra, nem idézett és nem is köszönt meg közreműködést munkáiban – Applewhite kivétel volt, mert a *Synergetics* címdoldalán és borítóján is szerepel a neve.

Fuller részletesen írt a kémiai kötés természetéről anélkül, hogy Linus Paulingot megemlítené volna ebben a kontextusban (másutt megemlíti), holott felismerhető Pauling tanítása. Fuller elképzelései nemcsak a C_{60} esetében hatottak a kémiai felfedezésre. 1962-ben Donald Caspar és a későbbi Nobel-díjas Aaron Klug felfedezték az ikozaéderes vírusszerkezetet, és részletesen írtak Fuller geometriai elveinek inspiráló hatásáról. A poliovírus kutatása során kifejezetten segítette őket Fuller „geodéziai kupola”-szerkezete.



Aaron Klug és a szerző, Klug kezében egy csonkolt ikozaéderes C_{60} -modellel, 2000-ben a Cambridge-i Molekuláris Biológia Laboratóriumában (ismeretlen szerző felvétele)

Így írtak erről [6]: „Az általunk talált megoldást azok a geometriai elvek sugalmazták, amelyeket Buckminster Fuller alkalmazott geodéziai kupolái megszerkesztésében. A geodéziai kupolák tervrajzai és az ikozaéderes vírusok közötti hasonlóság a poliovírral foglalkozó munkánk idején keltette fel figyelmünket. Fuller úttörő volt a fizikai geometria kifejlesztésében, amely a hatékony tervezés elvein alapul. Ezeknek az elveknek a jegyében vizsgáltuk a vírusok fehérjehéjának szerkezetét. Ésszerű feltételezéssel élve, a megkívánt kváziazonosság fokát illetően csak egyetlen általános módja van annak, hogy azonos fehérjealegységekből izodimenziós héjakat szerkesszünk, ez pedig szükség-szerűen ikozaéderes szimmetriához vezet. Mi több, az ilyen szerveződésű vírusegységeknek van egy meghatározott méretű héjhoz való ön hasonlóság tulajdonságuk. Az alapfeltevés az, hogy

a héjat mindenütt azonos típusú kötések tartják össze, de ezek a kötések kissé különböző módon deformálódhatnak a különböző nem szimmetrikus környezetekben. A molekulaszervezetek nem aszerint alakulnak ki, hogy egzakt matematikai elveknek feleljenek meg, hanem hogy a rendszer minimális energiájú konfigurációja valósulhasson meg.” Ezt az utolsó tételt különösen gondolatébresztőnek és általános érvényűnek tartom.

Fuller 1966-ban készült el az 1967-es Montreali Világkiállítás amerikai pavilonjának terveivel. Mint később kiderült, annak idején Kroto és Smalley is meglátogatta ezt a pavilont, és 1985-ben emlékeztek a jellegzetes szerkezetre. Feleségemmel 1995-ben néztük meg kanadai látogatásunk során. Szerencsére nem hagytuk magunkat lebeszélni, amikor azt mondták, hogy a pavilon leégett. Valóban volt egy tűz, de az csak a burkolóréteget semmisítette meg, és a szerkezet számunkra érdekes acélváza ezzel jól láthatóvá. Az itt bemutatott fényképen a híres konstrukció egy részlete kiemeli a sok hatszög között az egyik ötszöget. A matematikusok már rég tudták, hogy ha szabályos hatszögekből építünk gömb alakot, akkor közéjük kell helyeznünk 12 szabályos ötszöget. A hatszögek száma tetszőleges, kivéve az egyet. A csonkolt ikozaédernek 32 oldala van, közülük 20 a szabályos hatszög

Az 1967-es montreali világkiállítás amerikai csarnokának egy része a hatszöges elemek között látható egyik ötszöges elem kiemelésével; alatta: Harold W. Kroto a szerző otthonában (Hargittai István felvételei)¹



¹ Az ötszöges elemet kiemelő fénykép már szerepelt egy 2010-es közleményünkben: Hargittai I., Az idei fizikai Nobel-díj egy kémikus szemével. MKL (2010) 65, 399–401.



és 12 a szabályos ötszög. Fuller montreali szerkezete nem teljes gömb alak, de ugyanazt a szerkezeti elvet követi. Osawa és Galpern nem látta a montreali kupolát, de ismerték a csonkolt ikozaédert. Viszont szerencse, hogy Kroto és Smalley nem volt ennyire járatos a poliéderek világában, és montreali emlékeik segítségével jutottak el ehhez a szerkezethez: így összekötötték a kémiát a formatervezéssel. Kroto hangsúlyozta, hogy a névválasztásban döntő szerepe volt Buckminster Fuller geodéziai elképzeléseinek [7].

Applewhite elemezte a névválasztás jelentőségét [8]. Utalt az izraeli költő Yehuda Amichai szavaira, aki a névválasztást elsőrendű kulturális tevékenységként írta le. Idézte a 19. századbeli angol filozófus, John Stuart Mill szavait, aki szerint: „Mindig erős volt az a tendencia, hogy bármi, ami nevet kapott, egy entitás vagy egyed kell, hogy legyen, amely önállóan, függetlenül létezik.” Fuller már nem élt a buckminsterfullerén felfedezésekor, de családja és követői elragadtatással vették a névválasztásról szóló hírt. Lehet, hogy Applewhite túloz, amikor az alábbiakat írja, de állítását nehéz lenne megcáfolni: „Ez az újonnan felfedezett – ősi és mindenütt jelen lévő – molekula, a szén harmadik módosulata túlmutat a legtöbb elnevezett jelenségre, például a Hold hegyei vagy az antarktisi csúcsok és gerincek történelmi vagy földrajzi jelentőségén. A térképszek két kontinentet neveztek el Amerigo Vespucciról, mert azt állította (ahogy Kolumbusz nem), hogy Brazília partjai és a Karib-tenger szigetei szárazföldet alkotnak, és nem csak akadályok az Ázsiába vezető úton. A C_{60} sokkal elemibb felfedezés, sokkal ősbib, és áthidalja a csillagközi teret. Fullernak nem kell irigyelnie Vespuccit.”

Kroto számára különleges jelentősége volt a névválasztásnak. A felfedezés szinte minden vonatkozásában összefonódott a részt-

vevők teljesítménye, de a névválasztás egyéni tett volt. Szerinte: „A C_{60} esetében a név egyedi dolog. Az igazán különleges, amit a C_{60} történetében tettem, hogy nevet adtam neki; ha nem jöttem volna elő ezzel a névvel, akkor lehetett volna *futballene* vagy *soccerene*. Amikor felfedeztük a C_{60} -at, sokan írtak nekünk és mindenkinek volt valamilyen javaslata a névre. Kezdetben alig néhány embernek tetszett a buckminsterfullerén – olyanoknak, akiknek volt humorérzéke. Szerintem a névadás az egyetlen, ami egyéni a felfedezésben, ami az igazi halhatatlanságot jelenti. Rick [Smalley] és Bob [Curl] is felismerték ezt, és ezért akarták, hogy én legyek az első szerző a cikkben. Ennek nagyon örültem” ([9], 351. oldal).

IRODALOM

- [1] H. W. Kroto, J. R. Heath, S. C. O'Brian, R. F. Curl, R. E. Smalley, C_{60} : Buckminsterfullerene. *Nature* (1985) 318, 162–163.
- [2] E. Osawa, Superaromaticity. *Kagaku* (1970) 25, 854–863.
- [3] Д. А. Бочвар, Е. Г. Гальперн, О гипотетических системах: Карбододекаэдр, 5-икосаэдр и карбо-с-икосаэдр. Докл. Акад. наук СССР. Сер. Хим. (1973) 209, 610–612.
- [4] E. A. Rohlfing, D. M. Cox, A. Kaldor, Production and characterization of supersonic carbon cluster beams. *J. Chem. Phys.* (1984) 81, 3322–3330.
- [5] Hargittai István, Hargittai Magdolna, *Szimmetriák a felfedezésben*. Vince Kiadó, Budapest, 2003. I. Hargittai, M. Hargittai, *In Our Own Image: Personal Symmetry in Discovery*. Kluwer/Plenum, New York, 2000; könyvet Hajdú Ferenc fordította angolról magyarra.
- [6] D. L. D. Caspar, A. Klug, Physical Principles in the Construction of Regular Viruses. *Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol.* (1962) 27, 1–24. Az idézet magyar fordítása: [5], 65–66.
- [7] H. W. Kroto, The stability of the fullerenes C_n with $n = 24, 28, 32, 36, 60, 70$. *Nature* (1987) 329, 529–531.
- [8] E. J. Applewhite, The Naming of Buckminsterfullerene. *Chem. Intell.* (1995) 1(3), 52–54.
- [9] I. Hargittai, *Candid Science: Conversations with Famous Chemists*. Edited by M. Hargittai, Imperial College Press, London, 2000, Chapter 26, „Harold W. Kroto”, 332–357.

Chemistry Europe

European Chemical Societies Publishing

Chemistry Europe

- 16 chemical societies
- From 15 European countries
- Which co-own 20 scholarly journals
- Over 19 million downloads in 2022
- Over 120,000 articles published since 1995
- With 128 Chemistry Fellows and 8 Honorary Fellows recognized for excellence in chemistry

www.chemistry-europe.org

European Chemical Societies Publishing

published in partnership with



Hargittai Balázs^a–Hargittai István^b

^a Department of Chemistry, Saint Francis University, Loretto, PA, USA

^b Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszék

A C₆₀ előállítása – képes megemlékezés

A nanotudományok népszerűsítése szempontjából is fontos esemény volt 40 évvel ezelőtt, amikor 1985 őszén Kroto et al. *Nature*-cikke [1] nyomán híre kelt a C₆₀-buckminstermolekula kísérleti észlelésének. 1986-ban és 1987-ben több publikáció is foglalkozott ezzel kapcsolatos kutatásokkal. Mivel azonban maga az anyag még nem volt elérhető, 1988–1989-ben az érdeklődés érezhetően csökkent. Aztán 1990-ben Donald R. Huffman (sz. 1935), Wolfgang Krätschmer (sz. 1942) és két munkatársuk ugyan-csak a *Nature*-ben beszámolt a C₆₀ egyszerű és hatékony előállításáról [2]. Ennek a felfedezésnek hatalmas impaktja lett. A következő években a vonatkozó publikációk száma az exponenciálisnál is gyorsabban emelkedett. Munkájuk magas szintű elismerést is hozott számukra. 1994-ben Krotóval és Smalley-val megosztva megkapták az Európai Fizikai Társaság Europhysics-díját. Az indokolás felfedezésüket így fogalmazta meg: „Az új molekuláris szén szilárd fázisú előállítása.” Ezt a díjat két évvel később Kroto, Smalley és Curl Nobel-díja „a fullerének felfedezéséért”.

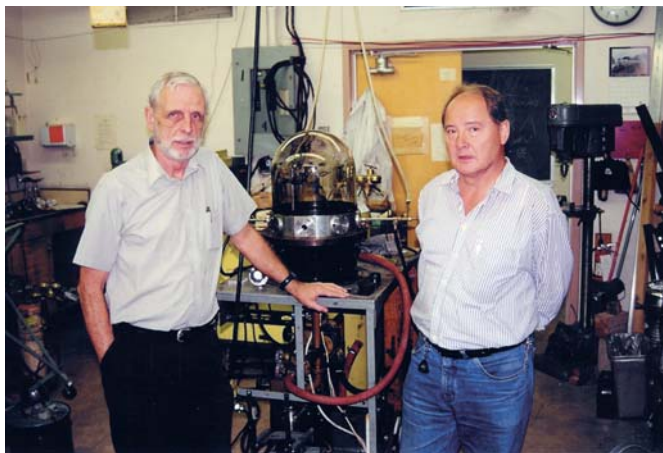
Egyikünk (HB) az Arizonai Egyetem Kémiai Tanszékén kapott posztdoktori ösztöndíjat, és 1999. augusztus 30-án érkezünk Tucsonba. A kampuszon tett első sétánkon feltűnt egy diadalív-szerű építmény, amely a „25 tudós” címet viselte. Az egyik feltűnő részlet a két férfialak által tartott lapos kerek szerkezet volt, amely a C₆₀-molekulát jelképezte. George Greenmayer New York-i szobrászművész számára Donald Huffman volt a molekula egyik oldalán álló figura modellje és a figura valóban hasonlított rá. A másik figura viszont semmi hasonlóságot nem mutatott a heidelbergi Krätschmerrel. A diadalív alatt átsétáló diákok ügyet sem vetettek az alkotásra, és mint később kiderült, Huffman diákjai sem tudtak arról, hogy professzorukat milyen megtiszteltetés érte. Hallgatag természetének megfelelően Huffman még felfedezéséről sem beszélt.

A Fizikai Tanszéken meglátogattuk Huffmant, akinél éppen látogatóban volt Krätschmer is. Huffmant korábban csak cikkeiből ismertük. Krätschmerrel már korábban is találkoztunk, meglátogatta a Műgyezetemet, mi (HI és felesége) pedig őt és magyar feleségét balatoni nyaralójukban. A feleség Hatvanból származott, ami Krätschmer szerint egyértelműen jelezte a C₆₀-nal való kapcsolatot. Megkértük Huffmant és Krätschmert, hogy álljanak fényképezőgépünk elé a diadalív előtt, és még azt a kérésünket is teljesítették, hogy reprodukálják a C₆₀ előállítását valóságos laboratóriumi kísérletekben. Erről a különleges alkalomról számolunk be az itt közölt fényképeken. A közlemény összes fényképét a szerzők készítették [3].

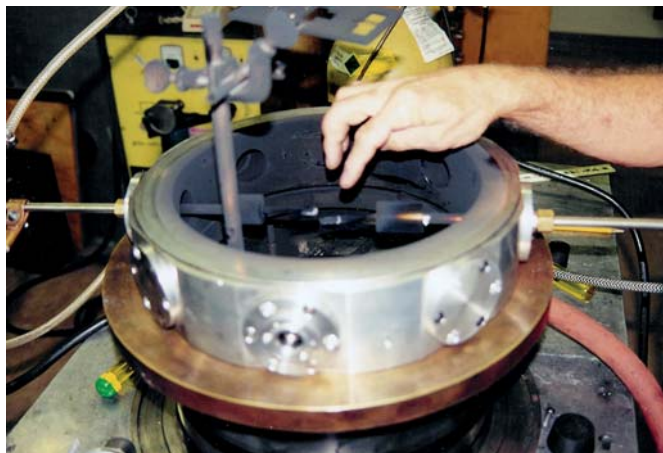


Wolfgang Krätschmer 1995-ben Budapesten, az egyik szerző (HI) műgyezeti dolgozószobájában és Donald Huffman 1999-ben Tucsonban, Arizonai egyetemi dolgozószobájában

Az Arizonai Egyetem (Tucson) kampuszán felállított „25 tudós” diadalív részlete a C₆₀-molekula modelljét tartó két tudóssal. A diadalív előtt a két tudós, Donald Huffman és Wolfgang Krätschmer áll



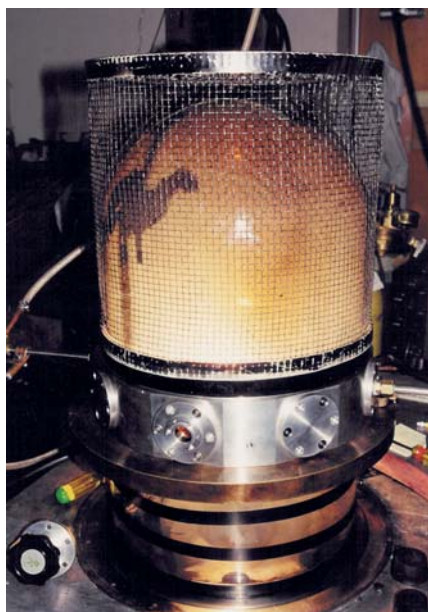
Donald Huffman és Wolfgang Krätschmer a burába épített kísérleti eszközükkel. Huffman ezt használta a kezdetektől fogva a Tucsonban végzett kísérletekben. Krätschmer hasonló, eredetileg a németországi Heidelbergben felállított berendezése ma a müncheni Deutsches Museum kiállításán látható



Elrendezik a grafitrudakat a kisülési kísérlethez



Krätschmer beállítja a szükséges héliumnyomást, Huffman felkészül a kísérlet beindítására



A kisülés idején készült felvétel: a burában egyre intenzívebben jelenik meg a fullerénben gazdag korom



Huffman nézi, ahogy Krätschmer összegyűjti a képződött kormot, majd Huffman szén-diszulfidban feloldja



Krätschmer, az egyik szerző és a C₆₀-at tartalmazó oldat

A nagyszerű felfedezés öröme valamelyest beárnyékolta a C₆₀ előállítását leíró szabadalom körüli véget nem érő pereskedés. Huffman kissé neheztelt Krätschmerre, akinek a nyári vakációja miatt késlekedtek szabadalmuk benyújtásával. Huffman szerint az európaiak elképzelhetetlennek tartják, hogy nyáron a megszokott időben ne menjenek szabadságra. Krätschmer sze-

rint a buckminsterfullerén első megfigyelőinek adott 1996-os Nobel-díj vízválasztó volt a történetükben. 1990 és 1996 között PR-verseny alakult ki a megfigyelők és az előállítók között, amit a feltűnően szerény és csendes Huffman–Krätschmer-páros eleve nem nyerhetett meg. Ezekben az években, a Nobel-díj kihirdetését megelőző napokban Krätschmer szobája előtt a folyosón éjjel-nappal újságírók tanyáztak és Krätschmer azt szeretne volna, ha ennek minél előbb véget vetnének, bárki kapja is meg a díjat. Fellelegzett, amikor kihirdették Kroto, Smalley és Curl Nobel-díját, és élete visszatérhetett a rendes kerékvágásba. Huffmannal és Krätschmerrel hosszú beszélgetésekben volt szó saját történetükről, kutatásaikról és világszemléletükről (Krätschmer [4], Huffman [5]).

IRODALOM

- [1] Kroto HW, Heath JR, O'Brian SC, Curl RF, Smalley RE: C₆₀: Buckminsterfullerene. *Nature* (1985) 318, 162–163.
- [2] Krätschmer W, Lamb LD, Fostiropoulos K, Huffman DR: Solid C₆₀: a new form of carbon. *Nature* (1990) 347, 354–358.
- [3] B. Hargittai, I. Hargittai: „Rising to New Heights.” *The Chemical Intelligencer* (2000) 6(3), 42–43.
- [4] I. Hargittai: *Candid Science: Conversations with Famous Chemists*. M. Hargittai, ed., Imperial College Press, London, 2000, Chapter 30, „Wolfgang Krätschmer”, 388–403.
- [5] B. Hargittai, I. Hargittai, *Candid Science V: Conversations with Famous Scientists*. Imperial College Press, London, 2005, Chapter 24, „Donald R. Huffman”, 390–399.

Miben vagyunk jók?

A 23. alkalommal megrendezett Múzeumok Éjszakája felhívásához idén is csatlakoztak a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum központi és tagintézményei. Így a Vegyészeti Múzeum is részt vett az országosan megrendezett programsorozatban. Június 21-én 18 órától kezdődtek a programok a múzeum Zöld termében. A szervezésbe és lebonyolításba a múzeumon kívül hagyományosan bekapcsolódtak a Pannon Egyetem Mérnöki Kar munkatársai, valamint a Várpalotai Városszépítő- és Védő Egyesület képviselői is. Mindhárom programegység a „Miben vagyunk jók?” vezérgondolat mentén állt össze.

Nyitásként egy bemutatót vetítettünk le, amelyben a 2025-ben aktuális évfordulók alapján állt össze egy impozáns csokor. Ebben szerepet kaptak fontos személyek, kiemelkedő technológiák, egyik Nobel-díjas tudósunk. Szó volt világhírűvé vált gyógyszergyártási eljárásokról, az eljárásokat kidolgozó kiváló tudósokról, a zajtalanul gyulladó gyufáról. A bemutató röviden, lényegre törően ismertette azokat a fontos újításokat, amelyek nemcsak hazánkban voltak kiemelkedők, hanem rangos nemzetközi sikereket is hoztak mind az országnak, mind a feltalálóknak, az eljárások kidolgozóinak. A bemutató után a felnőttek egy teszt segítségével mélyíthették el megszerzett tudásukat, a gyerekek méceszt készíthettek maguknak.

A folytatásban a 2025-ben 35 éves jubileumát ünneplő Városvédő Egyesület képviselője mesélt arról, hogy „miben jó” az egyesület, miben végez fontos tevékenységet a múlt értékeinek megvédésével, programok szervezésével, mindezt lehetőség szerint a fiatalok bevonásával.

A harmadik egységben a Pannon Egyetem munkatársainak színes, látványos és érdekes bemutatói kerültek sorra. A kollégák a környezetvédelem tematika mentén állították össze bemutatójukat, ismertették a területen elért újdonságaikat. Elsőként a „Vegyszakbold és a környezetvédelem” címmel tartott – még a legkisebbek számára is látványos és érdekes – kísérleti bemutatót Szabóné



Dr. Bárdos Erzsébet docens. Ezt követően a „Mutasd a kukád, megmondom ki vagy!” című kérdésre kaphattunk választ Dr. Bobek Janka tudományos segédmunkatárstól. Dr. Korim Tamás docens a „Szemből várat” című kérdésre kereste a válaszokat. Legvégül Dr. Tóth Ádám tudományos munkatárs „Füstbe ment szemét” című bemutatóját hallgathattuk meg.

Nyári Katalin
Vegyészeti Múzeum

Lente Gábor

Fékezett hatású IgNobel-díj-ünnepség 2024-ben



A mókás tudományos eredményeket elismerő IgNobel-díjakat 2024. szeptember 12-én már 34. alkalommal adták át. A Covid-években négy egymást követő ceremóniát is az online térben szerveztek meg, tavaly lehetett csak visszatérni a személyes eseményhez. Az ünnepség, amelynek felvétele a korábbiakhoz hasonlóan megtekinthető az interneten (<https://improbable.com/ig/archive/2024-ceremony/>), a 2019-ben és előtte megszokottakhoz képest jóval szerényebb külsőségekkel zajlott. A helyszín a Harvard Egyetem impozáns Sanders-színházterme helyett a Massachusetts Institute of Technology egyik, mindössze 450 főt befogadó előadóterme volt. Itt nincs színpad, s a láthatóan igen szűkös hely rányomta bélyegét a rendezvényre.

Az eseményen tradicionálisan Nobel-díjasok is részt vesznek: négy közgazdasági díjazotthoz (Abhijit Banerjee, Esther Duflo, Eric Maskin, Robert Merton) egy kémikus, a kvantumfötytők felfedezéséért 2023-ban elismert Moungi Bawendi csatlakozott. A ceremónia hagyományos, már-már kötelezőnek mondható részei megvoltak: a kétszavas „Welcome, welcome” beszéd ezúttal 2 perc 42 másodpercig tartott, a papírprepülő-dobálásban nemcsak a helyszínen, hanem online is részt vettek; elhangzott öt 24/7 előadás (24 másodperces mondanivaló, majd 7 szavas összefoglaló); és megrendezték a szokásos, többfelvonásos miniópera-bemutatót, bár most már a korábban hosszú évekig főszerepet játszó Maria Ferrante nélkül. Az ünnepség központi témájaként ezúttal a Murphy-törvényeket választották.

2024-ben újra volt olyan az elismert cikkek között, amelynek szerzőlistájában magyar kutatók is szerepelnek. A valószínűség-számítási díjat egy 350 757 kísérleten alapuló munkáért adták: az eredmény szerint érmefeldobáskor egy kicsit valószínűbb (50,8%), hogy az érme azzal az oldallal felfelé esik, amelyen kezdetben is volt (Journal of the American Statistical Association, 2025, DOI: 10.1080/01621459.2025.2516210). A közleménynek éppen 50 szerzője van, ebben a 48. és 49. helyen szerepel Bognár Miklós és Aczél Balázs Zoltán, az Eötvös Loránd Tudományegyetem Pedagógiai és Pszichológiai Karának Metatudomány Kutatócsoportjából. A díjat Frantisek Bartos első és Eric-Jan Wagenmakers utolsó szerzők vették át. Köszönőbeszédükben a kísérleti munka reprodukálására biztattak mindenkit. Ezt a feladatot a közönség egyik tagja el is kezdte: vele a ceremóniamester közölte, hogy ha az ünnepség végére nem sikerül befejeznie, akkor engedélyt kap arra, hogy a teremben maradjon.

Kémiai díjat is adtak ki 2024-ben, ezt Tess Heeremans, Antoine Deblais, Daniel Bonn és Sander Woutersen, a hollandiai Amszterdami Egyetem munkatársai kapták azért, mert kromatográfiai módszerekkel sikerült különbséget tenniük alkoholos befolyás alatt lévő és józan férgek között (Science Advances, 2022, vol. 8, Art. eabj7918). A munka lényege az volt, hogy egy határozógerjes hasábokból álló térben vizsgálták, hogy az 1–7 centiméter testhosszúságú csővájóférgék (*Tubifex tubifex*) milyen sebességgel mozognak az egyébként áramló közegben. Az alkohol hatására a hosszúkás állatkák saját mozgása jelentősen lelassul.

A további díjak és az általuk elismert munkák a következők voltak:

- Béke-díj: B. F. Skinner annak vizsgálatáért, hogy segítheti-e a rakéták célba juttatását az, ha galambokat tartanak bennük (American Psychologist, 1960, 15, 28–37). A díjat az 1990-ben elhunyt szerző lánya, Julie Skinner Vargas vette át.
- Botanikai díj: Jacob White és Felipe Yamashita annak igazolásáért, hogy a valódi növények megpróbálnak a mellékük helyezett műnövényekhez hasonló alakot felvenni (Plant Signaling & Behavior, 2022, vol. 17, Art. 1977530).
- Anatómiai díj: Marjolaine Willems, Quentin Hennocq, Sara Tunon de Lara, Nicolas Kogane, Vincent Fleury, Romy Raysiguier, Juan José Cortés Santander, Roberto Requena, Julien Stirnemann és Roman Hossein Khonsar annak részletes tanulmányozásáért, hogy az északi féltekén élő emberek fején lévő haj ugyanabba az irányba csavarodik-e, mint a déli féltekén élőké (Journal of Stomatology, Oral and Maxillofacial Surgery, 2024, vol. 125, Art. 101664).
- Orvosi díj: Lieven A. Schenk, Tahmine Fadaei és Christian Büchel annak kettős vak módszerrel történő igazolásáért, hogy a fájdalmas mellékhatást okozó szerek placebohatása erősebb, mint a mellékhatás nélkülieké (Brain, 2024, 147, 2643–2651).
- Fizikai díj: James C. Liao döglött pisztrángok úszási képességeinek kísérleti igazolásáért és elméleti magyarázatáért (Journal of Experimental Biology, 2004, 207, 3495–3506).
- Élettani díj: Ryo Okabe, Toyofumi F. Chen-Yoshikawa, Yosuke Yoneyama, Yuhei Yokoyama, Satona Tanaka, Akihiko Yoshizawa, Wendy L. Thompson, Gokul Kannan, Eiji Kobayashi, Hiroshi Date és Takanori Takebe annak felfedezéséért, hogy az emlősök a végbélnyílásukon keresztül is képesek lélegezni (Med, 2021, 2, 773–783).
- Demográfiai díj: Saul Justin Newman annak kimutatásáért, hogy a nagyon hosszú életűnek mondott emberek jelentős része a Föld olyan területein élt, ahol a születések hivatalos regisztrációja erősen hiányos, a várható élettartam viszonylag rövid, és a nyugdíjakkal kapcsolatos visszaélések gyakoriak (BioRxiv, 2019, Art. 704080, új változatok 2020-ban és 2024-ben).
- Biológiai díj: Fordyce Ely és William E. Petersen, akik tejipari kutatások során azt is megvizsgálták, mi történik, ha egy tehén hátán álló macska mellett kipukkasztanak egy papírzacskót (Journal of Dairy Science, 1941, 3, 211–223). A díjat Fordyce Ely lánya és unokája, Jane Ely Wells és Matt Wells vették át.

2025. szeptember 18-án már 35. alkalommal adják majd át az IgNobel-díjakat. A 2024-es áradó teremhiányosságai a szervezők figyelmét sem kerülhették el, mert új helyszínt választottak. A Harvard Egyetem Sanders-színházába a jelek szerint nem lehet visszatérni, ezért a 2025-ös ünnepség egy harmadik bostoni egyetem, a Boston University George Sherman Union épületének báltermében lesz.



Emlékezés Somorjai Gáborra

Somorjai Gábor több mint négyszáz PhD-hallgatót és poszt-doktort mentorált, akik közül több mint száz igen sikeres akadémiai karriert fut be.



Somorjai Gábor (1935–2025)

A magyarok közül – kronológiai sorrendben – Böszörményi István, Ras-kó János, Guzzi László, Korányi Tamás, Kiricsi Imre, Kónya Zoltán, Niesz Krisztián és jómagam voltunk a szerencsések, akik dolgozhattunk a katalízis egyik legnagyobb legendájával.

Mindig is nagyra becsültem a háttérét és a történetét: 1956-ban el kellett hagynia Magyarországot még a vegyészmérnöki diploma megszerzése előtt, és nehéz körülmények között, de eljutott Amerika egyik legjobb egyetemére, a UC Berkeley-re, ahol máig tartó és jövőbe mutató büszkeséget jelent nem csak a magyar kutatók számára.

2012 és 2014 között dolgoztam Gáborral posztdoktorként – ez az időszak minden tekintetben meghatározó volt az életemben, nem csak tudományos szempontból. Sokszor, amikor úgy érzem, nincs időm a hallgatóimra, eszembe jut, hogy a legtöbb kéziratot, amit nála készítettem elő, egy-két héten belül az utolsó betűig elolvasva, kinyomtatva hozta vissza a kézzel írt megjegyzéseivel, aztán együtt véglegesítettük és küldtük be. Ha ő erre időt tudott szakítani, nekem is kell, hogy legyen.



Gyakran mesélt régi történeteket, amelyek a karrierjét is meghatározták, de sokszor beszélt olyan történelmi eseményekről is, ahol a kémia megoldásokat hozott. Egyszerűen sugárzott belőle, hogy még 75 év felett is mindene a megismerés, imádja és szórakoztatja a régi és modern tudomány. Beszélt például Vladimir Ipatiev-ről, arról az orosz–amerikai vegyészről, akinek a tudásán alapulva a korábbi nagyobb oktánszámú benzint készítették, és így a második világháborúban használt repülőgépekkel nagy előnyre tettek szert. A sztori maga is érdekes, de inkább az, hogy mindig arra irányított, hogy egy ember is képes világfördíté, nagy dolgokra, és ez az ember bárki lehet. Mindig mondta: „Egy életed van, te döntöd el, mit hozol ki belőle. Meg kell tanulni látni, hogy egy adott témában mennyire menjünk mélyre és mikor jöj-jünk onnan vissza, és lépünk tovább.”

Szerettem, hogy az egyszerűséget, az egyenességet, a konkrétumokat húzta ki belőlem, hogy az adott projekt sikerességéhez annak minden apró részletében is folyamatos odafigyelést javasolt. A szintézistől a karakterizáláson át a katalízisig folyó kutatást és az ehhez tartozó operatív és menedzseri munkákat összehangolva kezeltük. Ahogy mondta, „egyszemélyes labornak” kell lenned. Akárhová ledobnak a Földön, ott tudjál elindulni, építkezni.

Bár szinte minden rangos világi tudományos díjat megkapott, szerintem (és sok más kutató szerint is) a Nobel-díj is járt volna neki. Nemcsak a kitartó munka és a forradalmi munkásság miatt, hanem azok miatt a hihetetlen, merész, sokszor egyszerű, de a meglévő dolgok más irányú megközelítéséből adódó ötletek, gondolatok miatt is, amelyek akár bármelyik szokásos pénteki ebéd-del egybekötött megbeszélésen elhangzottak tőle és értek akár globális hatású célba. Az nagyon megmaradt, hogy a természet egyik csodáját – egy gyerek pontos lépések sorozatát követően 9 hónap alatt fejlődik ki – azzal kapcsolta össze, hogy meg kell szelídíteni a tandemkatalizátorokat, és ettől akár kiaknázatlan technológiák tárulhatnak elénk.



Somorjai Gáborral (2022. március. 25., Berkeley, CA, USA)

Utoljára 2022-ben találkoztunk Berkeley-ben, ahol szívesen fogadott. Az „utolsó ebédünkön” is szellemes volt, örült az elért magyar eredményeinknek, beszélt a saját céljairól, és azon is gondolkozott, hogyan tudna segíteni a továbbiakban.

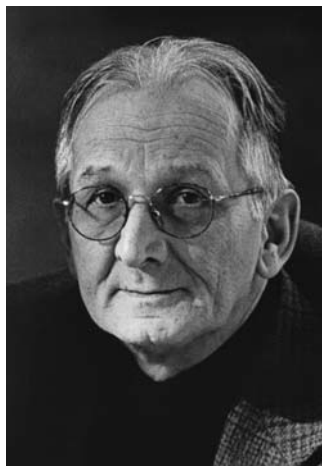
Sápi András
Szegedi Tudományegyetem



Lengyel Béla

(1940–2025)

Lengyel Béla többgenerációs vegyész család tagja, így ő is ezt a pályát választotta. Az Eötvös Loránd Tudományegyetemen szerzett diplomát, ezután a Veszprémi Vegyipari Egyetem Fizikai Kémiai Tanszékén kezdett dolgozni előbb Benedek Pál, majd Dévay



József mellett elektrokémiai és korróziós témákban.

A hatvanas évek eleje forradalmi időszaknak számít az elektrokémikusok számára, ekkor jelenik meg a ma már alapeszköznek számító potenciosztát, ekkor terjednek el az olyan klasszikus módszerek, mint a ciklikus voltammetria. Lengyel Béla később csatlakozott a tanszék munkatársaiból megalakult akadémiai kutatócsoporthoz, amely a hetvenes évek végén költözött Budapestre, az újonnan

alakult MTA Szervetlen Kémiai Kutatólaboratóriumba (SZKKL; később Anyag- és Környezatkémiai Intézet, AKI), amely a HUNREN TTK egyik elődintézete. Még Veszprémben védte meg kandidátusi értekezését, már Budapesten szerezte meg a kémiai tudomány doktora címet, ez utóbbiban a váltóáram elektrokémiai hatásaival foglalkozott. Az SZKKL-ben és az AKI-ban osztályvezetőként, később tudományos tanácsadóként, majd nyugdíjba vonulása után önkéntes munkatársként dolgozott, egészen az utolsó hónapokig.

Számos téma kutatását vezette vagy résztvevőként működött közre bennük, a korrózióvédelemtől a galvántechnikán keresztül a szennyvíztisztításig. Jelentős ipari megbízásokat is teljesített, amelyek közül kiemelkedik az Ikarus gyárral hosszan tartó együttműködés, ahol is Janászik Ferenc kollégájával együtt a bevonatrendszer minősítését végezte – az ő pozitív szakvéleményük nélkül nem kerülhetett be festék a buszokba.

Lengyel Béla az Elektrokémiai Munkabizottság, a magyarországi összes korróziós egyesület, szervezet aktív tagja volt. Rendkívüli diplomáciai érzékkel rendelkezett, így gyakran kérték fel problémás védekek esetében bírálónak, bizottsági titkárnak vagy elnöknek. Mély tapasztalata, szakmai tudása, emberi bölcsessége, amire a legutóbbi időkig mindig számíthattunk, kimondhatatlanul fog hiányozni.

Mészáros Gábor

Inzelt György

■ ELTE Fizikai Kémiai Tanszék

Egy kémikuscsaládra emlékezve

A három Lengyel Béla

Még friss a hír, hogy Lengyel Béla 2025. május 25-én elhunyt. Fájdalmas veszteség ez a mindenkinek, aki ismerte, de a magyar elektrokémikusoknak kiemelten is, mert a tudomány és az ipar a korrózió szakterületének kiemelkedő szakértőjét veszítette el. Sokan tudják, hogy a magyar tudomány már e néven a harmadik kémikus kiválóságát búcsúztatja.

Az első (legidősebb) Lengyel Béla (Körösladány, 1844. január



1. ábra. A legidősebb Lengyel Béla fényképe [1]

4. – Budapest, 1913. március 11.) (1. ábra) a Budapesti Királyi Tudományegyetem tanára, a bölcsészkar dékánja és rektora (1895–1896), a Magyar Tudományos Akadémia levelező (1876), majd rendes (1894) tagja. 1910 és 1913 között a Királyi Magyar Természettudományi Társulat elnöke, a Közegészségügyi Egyesület alapító, az Országos Gyógyszerészegylet tiszteletbeli tagja volt. 1896-ban miniszteri tanácsos címet kapott. Részletes életrajza több forrásból is megismerhető [1–6], ezek közül egykori tanítványa, a

Műegyetem későbbi neves professzora, Ilosvay Lajos emlékeztet [2] a legteljesebb.

Apja, Lengyel Kálmán (1814–1852) Körösladányban volt gazdasztiszt. Édesanyja, Schrott Ágnes Than Károly anyai nagynénje volt. 1849-ben, a szabadságharc bukása után Than hozzájuk menekült. Az 1700-as évek végén épült szülőházán emléktáblát láthatunk, és Lengyel Béla tiszteletére utcát is elneveztek Körösladányban.

Lengyel Béla a pesti főreáliskola tanulója lett, Preysz Móric, későbbi akadémikus volt a kémiatanára. Felsőbb tanulmányait a Polytechnikumban kezdte, de annak befejezése előtt 1865-ben átiratkozott a Tudományegyetemre, amiben Than Károly segítette. Az 1866/67-es tanévben tanársegéd lett. Követve Than példáját állami ösztöndíjjal Heidelbergbe ment Bunsenhez, de Helmholtz, Kirchhoff, valamint Kopp előadásait is hallgatta. A kutatómunkát Bunsennél csinálta olyan sikerrel, hogy Bunsen felkérte tanársegédnek. 1870-ben benyújtotta doktori disszertációját, és sikeres szigorlata után bölcsészdoktorrá avatták. A történelem azonban – mint majd utódai életében is – közbeszólt. Kitért a franciánémet háború, külföldi állampolgárként el kellett hagynia az országot. Hazatérte után habilitált. Segédtanárrá nevezték ki Than mellé. A hallgatók (kémikus, gyógyszerész, orvos, tanár) létszáma egyre növekedett, ezért Lengyel Bélát 1872-ben egyetemi rendkívüli, majd 1877-ben rendes tanárrá nevezték ki. Heti 10 órában tartott összességében kb. 250 hallgatónak előadást és laboratóriumi gyakorlatot. A teremhiány is nagy gondot okozott, amely az új kémiai épület 1872-es megnyitásával sem oldódott



meg; csak akkor rendeződött, amikor a Műegyetem elköltözött Budára, és átadta az Eszterházy (ma Puskin) utcai F épületet. A két professzor között a viszony sem volt felhőtlen, mert Than diszponált a helyiségek felett, Lengyel viszont igen népszerű előadó volt, és hamarabb jelentette meg a tankönyvét, mint Than, ami komoly összetűzést váltott ki. Ez idővel rendeződött, és szép jelenet lehetett, amikor Lengyel rektorként 1896-ban átnyújtotta Thannak a tiszteletbeli doktori oklevelet [7].

Tanárségéde, volt tanítványa, Berkó József többek között az alábbi gondolatokkal búcsúztatta összefoglalva tudományos és tanári tevékenységét, méltatva emberségét is [1]: „Lengyel Béla dr. olyan intézetet szervezett, mely díszére válik bármely egyetemnek s amely minden tekintetben megfelel a kor követelményeinek. Tanár volt testetül-lelkestül a szó legteljesebb és legnemesebb értelmében. Előadásait ragyogóan szép s a legzamatosabb magyarsággal tartotta, közvetlenséggel és didaktikai ügyességgel, hogy a hallgatóra varázsként hatott.” Berkó részletesen felsorolja és elemzi legidősebb Lengyel tudományos munkásságát. Csak néhány a hosszú listából: vizanaltikai munkák, bronzrégiségek vegyelemzése, gázok színképének és hasznosításának vizsgálata, a „tricarbondisulfid” előállítása és szerkezetének meghatározása, tiszta kalcium és stroncium előállítása, a Geissler-csővekben fellépő utóvilágítás, a katódsugár-csővek és a röntgensugárzás, a radioaktivitás tanulmányozás. Számos munkához maga készítette az üvegeszközöket, ami jelentős üvegtechnikai ügyességét bizonyítja. A radioaktivitás vizsgálatának korai megkezdése – nem sokkal a jelenség felfedezése után – tanúskodik a legjobban arról, hogy Lengyel még idősebb korában is vonzódott az újhoz, és szükségesnek látta a sugárzás hazai kutatását (2. ábra). Tanítványait is bevonta a munkába, és neki köszönhető, hogy a radioaktivitás kutatásának egyik jelentős bázisa a budapesti egyetemen alakult ki [8, 9].

Ilosvay így írt egykori tanáráról [2]: „De minden kitüntetésnek és elismerésnek, a melyeket különben Lengyel Béla férfias becs-

vággyal megérdemelni törekedett, reá nézve csak annyiban volt értéke, a mennyiben egyenletesen szép családi életében kellemsen ható változatosságot idézett elő. 1871-ben vette feleségül pilisi Ney Arankát, kivel 41 évet töltött el boldog házasságban. Együttérző lelkük vonzalmát még erősebbé tette két fiúknak: Lorándnak (1872) és Bélának (1876) születése. Fiainak testi és lelki fejlődése, pályaválasztása, családalapítása sok tiszta örömmel, csöndes meglepetésnek, erős munkakedvnek, kitartó munkabírásnak volt kiapadhatatlan forrása.”

Béla fia nem lett kémikus, hanem ügyvédi pályára ment. Annyi köze volt a természettudományokhoz, hogy a Természettudományi Társaság pénztárnoki tisztségét is ellátta. A másik fiú, Loránd, bár orvos lett, komoly kémiai kutatómunkát végzett. Számos cikket publikált kémiai folyóiratokban is (3. ábra): a Lengyel családból tulajdonképpen nem maradt ki a második generáció sem.

ADAT A PEPSINEMÉSZTÉS THERMODYNAMIKÁJÁHOZ.¹

(Elsőleges közlemény.)

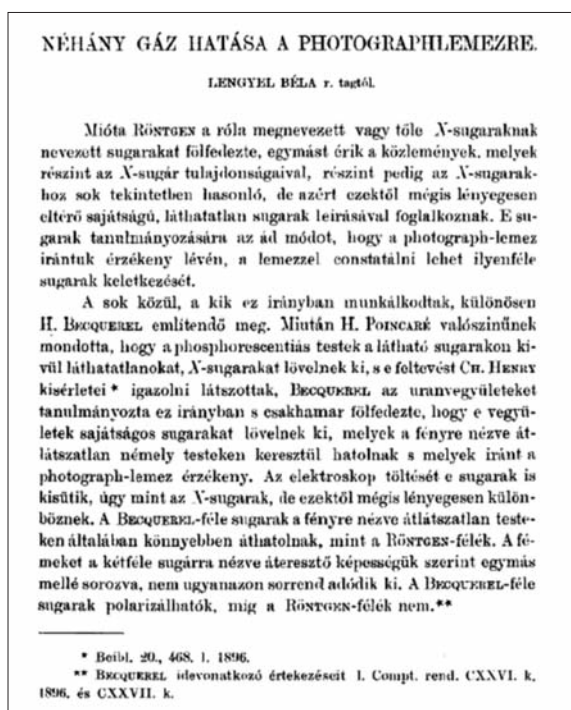
LENGYEL LORÁND-VAL.

Mióta OSTWALD és tanítványai, különösen pedig BÄRDIG a kémiai kinetika törvényeit a fermentfolyamatokra is teljes sikerrel alkalmazták, bebizonyítván, hogy a fermentfolyamatok is ugyanazon törvényszerűségeket követik, mint a melyek a katalízisre is érvényesek, azóta a fermentfolyamatok kémiai mechanikájának alapos feltárására teljes kiáltásunk lévén, oly jelenség-csoport lényege megismerésének lehetőségére nyílt hatalmas perspektíva, mely az életjelenségekkel, a protoplasmában lefolyó kémiai változásokkal a lehető legszorosabb kapcsolatban áll.

Szinte csodálatos ezek után, hogy a fermentfolyamatok thermochemiai szempontból kísérleti feldolgozása tárgyát eddig alig képezték. Pedig az egyes fermentfolyamatok reakcióhőjének ismerete a folyamat lényegének megismeréséhez szintén értékes támpontul szolgálhatna és bizonyos esetekben a valódi reakcióhő ismeretéből már előre is a folyamat kémiai statikáját illetőleg bizonyos következtetést vonhatunk. A kémiai egyensúly eltolódásának elve (Van't Hoff) szerint exothermikus folyamatoknál a hőmérsék emelkedésével az egyensúly a megfordított, vagyis endothermikus reakció javára eltolódik és ebből következik, hogy magas hőfokon az endothermikus, alacsony hőfokon az exothermikus reakciók dominálnak. Ha a valódi reakcióhő nullával,

¹ A budapesti kir. m. tud. egyetem élet- és körvegyszerintézetében készült dolgozat.

2. ábra. Lengyel Béla a radioaktivitásról szóló első cikkének első oldala [MTA Matematikai és Természettudományi Értesítő (1898) 16, 365]



3. ábra. Lengyel Loránd cikke a Matematikai és Természettudományi Közlönyben (1905) 23, 255–273

A pepszinémésztés termodinamikáján kívül foglalkozott a kénsav meghatározásával a vizeletben alkoholos stroncium-klorid-oldatot használva [Magyar Kémiai Folyóirat (1905) 11(1), 6–9]. Az sem véletlen, hogy Lengyel Loránd az édesapja által kutattott stronciumot alkalmazta.

Legidősebb Lengyel Béla budapesti emléktáblájának (4. ábra) kalandos sors jutott. 1944 márciusában volt intézetében emléktá-



4. ábra. Lengyel Béla emléktáblája az Eötvös Loránd Tudományegyetemen (A Kis Akadémiát az egyetem fiatal oktatói alapították Eötvös Loránd, Lengyel Béla és más tekintélyes professzorok mentorálása mellett 1900-ban. 1944-ben megszűnt.)



táblát kívántak avatni születésének 100. évfordulóján, de az avatási ünnepségre az ország német megszállása miatt a már nem került sor. Az emléktábla azonban átvészelte a nehéz időket, és közel fél évszázadig az egykori, Trefort kerti intézetében volt látható. 1990-ben a vegyészek elhagyták Trefort kerti épületeiket, és a jelenlegi helyre, a Lágymányosra költöztek. Az emléktáblákat azonban vittük magunkkal, és jelenleg az ELTE Kémiai épület aulájában láthatók.

Lengyel Béla még megérte azt, hogy unokájának boldogan mutassa meg a laboratóriumát. Erről idősebb Lengyel Béla így emlékezik [10]: „1872-ben nyílt meg az egyetem – és talán az ország – első [erre a célra épült] kémiai intézete (ma Múzeum körút 4/b). Az egyemeletes, sárga épület déli szárnyán a professzorok laktak, mert abban az időben ez volt a szokás. Így az emeleten Than Károly professzor, a földszinten a nála tíz évvel fiatalabb unokaöccse, tanítványa, majd professzortársa, nagyapám, akit a tudománytörténet idősebb Lengyel Béla néven tart számon. Itt született 1876-ban apám, aki – miután megnősült – a Múzeum krt. 2. sz. alatti bérházban, ami a Nemzeti Színház bérháza volt, vett ki lakást. Itt születtem én. 8-9 éves lehettem, amikor nagyapám bevitt intézetébe, ekkor már az Eszterházy utcai épületbe, amelyet a Műegyetemnek a kiköltözése után ő kapott meg. Az egyik laboratóriumban elsötétítés után csodálatos gázkislüles fényeket láttam, Geissler-csőveket, amelyekkel ő foglalkozott. Egy nagy láncon, gyerekkar-vastagságú csövet elővéve, csodálatos üvegremekeket fújt. Mély benyomást tett rám ez, de még inkább az, amikor kb. ebben az időben – mikor a cseppfolyós levegő újdonság volt Magyarországon és az első Linde-gépet az ő intézetében szerelték föl – a cseppfolyós levegővel mutatott be számos kísérletet népszerű előadás keretében. Már ekkor megérlelődött bennem az, hogy én is kémikus leszek. Akkor nem is álmodtam volna, hogy 40 év múltán, mint késői utóda, magam is ezekben a helyiségekben fogok dolgozni.”

Ezzel már el is kezdtük következő hősünk életét.



5. ábra. Idősebb Lengyel Béla

(fotó: G. Fábi Zsuzsa; MTA Könyvtár és Információs Központ)

Lengyel Béla (Budapest, 1903. július 16. – 1990. március 11.) (5. ábra), a budapesti Tudományegyetem egyetemi tanára, a Magyar Tudományos Akadémia tagja (levelező: 1961. április 14., rendes: 1967. május 05.), a Kémiai Tudományok Osztálya titkára (1964. május 25. – 1970. február 04.), elnöke (1970. február – 1976. május) volt. Tevékenységét Kossuth-díjjal (1955), Akadémiai Aranyéremmel (1974) és az ELTE tiszteletbeli doktora címmel (1981) ismerték el [4, 10, 11].

Érettségi után a budapesti Műegyetemre iratkozott be. Harmadéves korában, 1923-ban elnyerte az akkor alakult Collegium Hungaricum bécsi ösztöndíját. A bécsi Műegyetemen szerezte meg vegyészmérnöki diplomáját (1927). 1928-ban a budapesti egyetemen bölcsészdoktorrá avatták. 1927 szeptemberében Buchböck Gusztáv professzor tanársegéde lett. Erdey-Grúz Tiborral ugyanazon a napon tartották magántanári próbaelőadásukat, és 1934-ben magántanárok lettek. Kettőjük barátsága Lengyel Béla egész későbbi egyetemi és akadémiai pályáján nagy szerepet játszott. A fiatal tanársegédeknek nem volt állandó státuszuk, két-

éves megbízásokat kaptak. 1936-ban Lengyel Béla megvált egyetemi állásától, és az iparjogvédelem területén szabadalmi bíróként, majd szabadalmi ügyvivőként dolgozott. Közben egyetemi tevékenységét sem adta fel, megtartotta magántanári előadásait és diplomamunkákat irányított. 1944-ben azonban megszakadt egyetemi tevékenysége az egyre nehezebbé váló egyetemi viszonyok miatt, két disszertánsát deportálták [10]. 1945 után családjával együtt nagyon nehéz helyzetbe került, lakóházukat bombatalálat érte, irodáját kirabolták, a létminimum fenntartása is nagy erőfeszítést igényelt. Aztán lassan visszatértek az ügyfelek, Szent-Györgyi Albert szabadalmait is ő intézte. 1949-ben Erdey-Grúz visszahívta az egyetemre. Gróh Gyulát, akit nyugdíjaztak, ő váltotta az Általános Kémia Tanszék élén. A hallgatói és az oktatói létszám a kémia területén is jelentős mértékben megnövekedett, ezért a tanszék az F épületből átköltözött a Múzeum körút 6–8. alatti épületbe. Lengyel mind a tananyagot, mind a kutatási területet korszerűsítette. A tanszék neve Általános és Szervetlen Kémiai Tanszékké változott. 1952-ben nevezték ki professzornak, megkapta a tudományok doktora fokozatot, és rektorhelyettségé is kinevezték. Ez utóbbi tisztséget azután négy rektor alatt is betöltötte, aktívan közreműködve az egyetemi oktatás és kutatás reformjában, az egyetemi doktori cím visszaállításában. 1964-ben Erdey-Grúz, aki akkor a Kémiai Tudományok Osztályának titkára



6. ábra. Legidősebb és idősebb Lengyel Béla portréi a várpalotai Vegyészeti Múzeumban (Asztalos Gyula és Dobos Lajos festményei).

A második fotó az avatási ünnepségen készült, amelyen részt vett többek között idősebb Lengyel Béla fia, Lengyel Béla (jobbról a harmadik); tanszékvezető-utódja, Csákvári Béla (jobbról az első); valamint Márta Ferenc akadémikus (balról az első)



volt, az MTA főtitkára (később elnöke) lett, és Lengyelt javasolta maga helyett. Ezt a posztot, illetve az osztályelnökséget Lengyel Béla 12 évig látta el (6. ábra).

Az egyetemről nyugdíjba ment, de a tanszéki kutatócsoportban, majd annak jogutódjában, a Szervetlen Kémiai Kutatólaboratóriumban, amely 1976-ban átköltözött a Budaörsi útra, sokáig tevékenykedett tudományos tanácsadóként.

A mi évfolyamunkat még tanította. Ma is emlékszem elegáns alakjára. Általános kémiai előadásai, amelyet kísérletekkel színesített, nagyon népszerűek voltak. Tankönyvét – Lengyel Béla, Proszt János, Szarvas Pál: *Általános és Szervetlen Kémia*, Tankönyvkiadó, Budapest –, amely először 1954-ben, azután pedig számos kiadásban jelent meg, valamint laborgyakorlat-könyvét – Lengyel Béla, Hartmann Hildegárd, Nyilasi János, Székely Tamás *Általános és Szervetlen Kémiai Praktikumát* – vegyészhallgatók nemzedékei forgatták haszonnal.

Tanszéke kutatási irányai között először régi témája jelent meg, amelynek eredményeit akadémiai székfoglalójában adta elő [12]. Lengyel indította el a szilíciumvegyületekkel és a szilikonokkal kapcsolatos kutatást, valamint a gázkromatográfiás vizsgálatokat is.

A család harmadik kémikus tagja Lengyel Béla (Budapest, 1940. december 25. – Budapest, 2025. május 25.) (7. ábra).



7. ábra. Lengyel Béla

1963-ban szerzett vegyész oklevelet az oklevelet az ELTE Természettudományi Karán. A Veszprémi Vegyipari Egyetemen kezdett dolgozni Benedek Pál, majd Dévay József csoportjában. Veszprém-ben a Fizikai Kémiai Tanszéken a gyakornoki idő után tanársegéd, aztán adjunktusi kinevezést kapott. 1965-ben lett egyetemi doktor. 1974-ben szerezte meg a kandidátusi fokozatot. 1977 és 1979 között az MTA Elektro-

kémiai Tanszéki Kutatócsoportjának főmunkatársa volt. 1979-ben Kiváló feltaláló kitüntetést kapott. A csoport 1979-ben Budapestre költözött, és az akkor alakult MTA Szervetlen Kémiai Kutatólaboratórium része lett Elektrokémiai és Korróziós Osztály néven: az osztály vezetésével Lengyel Bélát bízták meg. 1994-ben nyújtotta be az „Elektrodfolyamatok perturbációja váltoárammal” című disszertációját, és a sikeres védést követően megkapta a kémiai tudomány doktora címet. 1998-ban az MTA Kémiai Kutatóközpont Anyag- és Környezatkémiai Kutatólaboratóriumának tudományos tanácsadója lett.

Lengyel Béla végigcsinálta az összes átalakítást és költözést: csoportja 2010-től része lett a Kutatóközpont Anyag- és Környezatkémiai Intézetének, majd a Pusztaszeri útról költözött a Lágymányosra, miután az MTA KKKI az MTA Természettudományi Kutatóközpont-hoz került, és használatba vette az újonnan épült telephelyet. 2019. szeptember 1-én az MTA kutatóhálózata az Eötvös Loránd Kutatási Hálózatba (ELKH) került át; 2023-ban az ELKH helyébe a Magyar Kutatási Hálózat (HUN-REN) lépett. Lengyel Béla munkahelyének változó neve és helye ellenére folyamatosan dolgozott fő témáján, ami mindvégig a váltoáramú elektrokémiai módszerek alkalmazása és a fémkorrózió vizsgálata, illetve és a korrózióvédelem volt. A mindvégig kifejezést szó szerint kell érteni, mert még a legutóbbi időkben is bejárta, mint

önkéntes tudományos tanácsadó. A hazai korróziós kutatások vezető kutatója volt. Széles körű ipari kapcsolatokkal rendelkezett, az ő vizsgálatai alapján döntöttek például hidak, közlekedési eszközök korrózióvédelméről. Tagja volt a Magyar Kémikusok Egyesülete Korroziós Szakosztályának, vezetőségi tagja a Magyar Korroziós Szövetségnek, az MTA Elektrokémiai Munkabizottságának titkára (1990–1996), a Nemzetközi Korroziós Tanács magyarországi képviselője (1987–1993) volt.

Lengyel Béla nemcsak folytatta, hanem ápolta is a családi hagyományokat. Ő készítette édesapjával a [10] interjút, örömmel fogadta el a meghívásokat, amikor dédapjáról vagy apjáról tartottak megemlékezést. Nagyon büszke volt, amikor az ELTE Lágymányosi kampuszán dédapjának szobrot állítottak, és arra is, hogy Körösladányban szintén tisztelettel ápolják az emlékét (8. ábra).



8. ábra. Lengyel Béla a körösladányi helytörténeti múzeumban, a legidősebb Lengyel Béla munkásságát bemutató kiállításon

Béla azon kivételes emberek közé tartozott, akiket mindenki szeret. Kedves, nyugodt, jóindulatú egyéniséggel megnyert mindenkit az elektrokémikusok közösségében, szakértelmét pedig tiszteltük.



IRODALOM

- [1] Dr. Berkó J., Dr. Lengyel Béla. *Uránia Magyar Tudományos Egyesület Közlönye* (1913) 14, 186–189.
- [2] Ilosvay L., Lengyel Béla rendes tag emlékezete. *MTA emlékbeszédek*, (1917) 17(13), 261–289. A közlemények és tanítványok teljes jegyzékével.
- [3] Szőkefalvi-Nagy Z., Lengyel Béla. *Akadémiai Kiadó*, 1983.
- [4] Ijjas Gáborné, Emlékezés egy vegyész dinasztíára. Lengyel Bélák a kémia fejlődésért. In: *Mérnök, természettudós és orvos dinasztíák, melyek befolyásolták Magyarország szellemi életét. Tanulmányok a természettudományok, a technika és az orvoslás történetéből*. Országos Műszaki Múzeum – Áron Kiadó, Budapest, 2005, 231–235.
- [5] Kempler K., Lengyel Béla, *Orvosi Hetilap* (1973) 225–235.
- [6] Kata M., Gyéresi Á., *Jeles magyar vegyészek és gyógyszerészek a modern kémiai tudományok megalapozásában. II. rész. Vegyészek II. 1: Lengyel Béla professzor (1844–1913)*. *Orvostudományi Értesítő* (2017) 90(2), 101–105.
- [7] Lengyel Béla, *Rektori búcsúbeszéd*. *Budapesti Királyi Tudományegyetem, Egyetemi Beszédek*, 1896, 22–36.
- [8] Palló G., *A radioaktivitás és a kémiai atomelmélet*. *Akadémiai Kiadó, Budapest*, 1992, 38–42.
- [9] Radnóti K., Inzelt Gy., „Bámulattal szemléljük a testek önsugárzását...” *Szemelvények a nukleáris tudomány történetéből* (szerk. Vértess Attila). *Akadémiai Kiadó, Budapest*, 2009, 69–106.
- [10] Lengyel Béla visszaemlékezése, 1989. <http://chemonet.hu/hun/olvaso/histchem/legenda/lengyel/lidx.html>
- [11] Beck M., Blázsó M., Boksay Z., Csákvári B., Székely T., *Emlékbeszéd Lengyel Béla, az MTA r. tagja születésének 100. évfordulója alkalmából* (szerk. Vizi, E. Sz.). *Emlékbeszédek*, 2002–2005. *MTA, Budapest*, 2006. <https://www.kfki.hu/~cheminfo/osztaly/kemia/beck.html>; <https://real-eod.mtak.hu/3489/>
- [12] Lengyel B., *Az elektromosság transzportjáról szervetlen üvegekben* (székfoglaló előadás). *MTA Kémiai Tudományok Osztályának Közleményei* (1963) 19, 445–458.

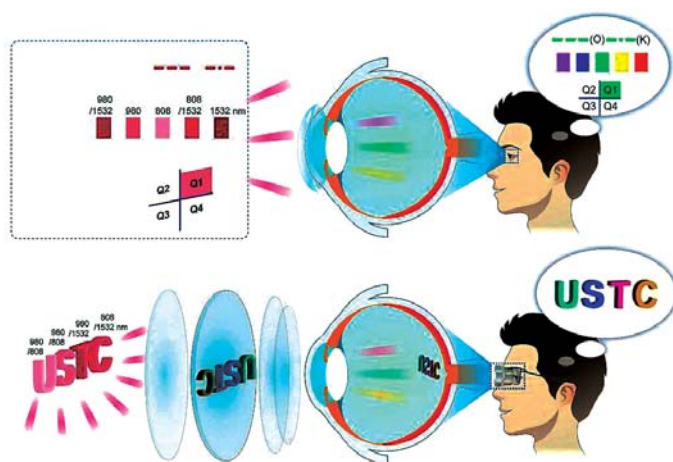


TÚL A KÉMIAŊ

Infrakontaktlencse

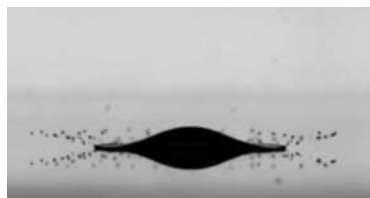
Az éjjellátó szemüvegek gyártóinak üzleti érdekeit komolyan sérteti az első infrakontaktlencsék elkészítése. Ezek működésének kulcsát azok a ritkaföldfém-tartalmú nanorészecskék jelentik, amelyek a 800 és 1600 nm közötti hullámhossztartományban beérkező elektromágneses sugárzás hatására látható, 400 és 700 nm közötti fényt bocsátanak ki. Ráadásul a közeli infravörösben a szempillák nem átlátszatlanok, így a kontaktlencsék viselője behunyt szemmel is lát. A kép kevésbé éles és halványabb, mint más eszközökben; ennek oka egyrészt a fénytörés, másrészt az, hogy a lencse nem tudja erősíteni a beérkező sugárzást. Egyelőre nem világos, hogy a jövőbeli fejlesztések mennyit tudnak majd javítani ezeken a korlátokon. Egy pár lencse jelenlegi előállításának költsége 200 dollár körül lehet.

Cell 188, 3375. (2025)



Töltött cseppek

A folyadékcseppek felületekre ütközve gyakran szétloccsanak. Egy új tanulmány szerint ez a jelenség megelőzhető, ha a cseppeknek elektromos töltésük van. A vizsgálatok során nagy sebességű kamerával tanulmányozták a szétloccsanási folyamatot, tesztfolyadék-ként etanolt használtak.



Amikor egy csepp a fel-színhez ér, tartalma egy lamellának nevezett vékony rétegben terül szét, amelyre többféle erő hat

egyidejűleg, és ezek eredője bizonyos körülmények között majdnem felfelé mutat. Az elektromos töltés jelenléte csökkenti a lamellák szétterülését, így a loccsanási hajlamot is. A védőhatás jelentősen függ a felület permittivitásától: vezető felületeken például nem is észlelhető, mert ott a csepp töltése az érintkezéskor szinte azonnal megszűnik.

Phys. Rev. Lett. 134, 134001. (2025)

CENTENÁRIUM



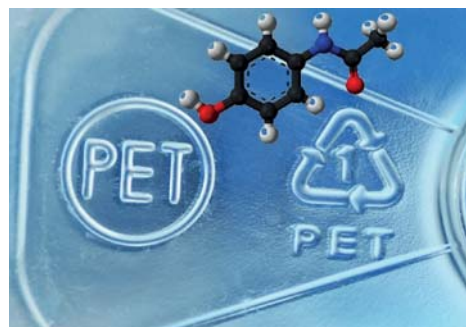
Richard Kuhn, Friedrich Ebel: Einwirkung von Hefe auf Glycidsäuren
Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft Vol. 58, pp. 1447–1449. (1925. szeptember 16.)

Richard Kuhn (1900–1967) osztrák–német biokémikus volt. Karotinoidokkal és vitaminokkal kapcsolatos munkáját 1938-ban kémiai Nobel-díjjal ismerték el. Iskola-társa volt a későbbi fizikai Nobel-díjas Wolfgang Pauli. Kuhn Bécsben szerzett diplomát, Münchenben doktorált, dolgozott Zürichben és Heidelbergben. A Justus Liebig's Annalen der Chemie folyóiratot is szerkesztette.

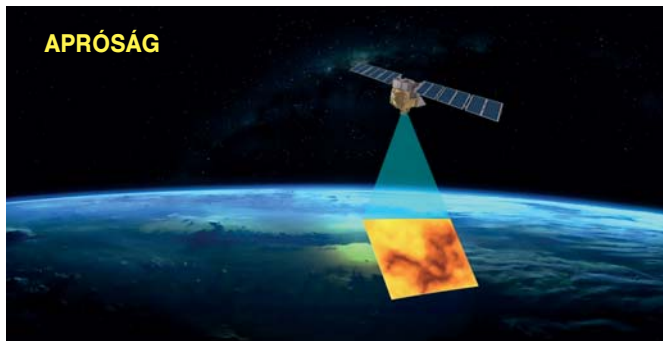
Műanyagból paracetamol

A University of Edinburgh tudósai az *Escherichia coli* baktérium-faj olyan új törzsét állították elő, amely a műanyag palackok leggyakoribb anyagából, a polietilén-tereftalátból (PET) képződő hulladékokat is képes feldolgozni és paracetamol nevű gyógyszerre átalakítani. A kulcs lépés az volt, hogy a 19. századi német kémikusról, Wilhelm Lossenről elnevezett átrendezési reakciót, amelyben O-acil-szubsztituált hidroxamátészterekből *p*-aminobenzoészavak állíthatók elő, sikerült beépíteni a mikroorganizmus metabolikus folyamataiba. A reakcióban az eddigi megfigyelések szerint az eredetileg csak pufferként használt foszfáttartalomnak is nagy jelentősége van.

Nat. Chem. 17, 1020. (2025)



APRÓSÁG



A Föld eddig ismeretlen eredetű metánkibocsátási forrásait tanulmányozó, eredetileg legalább 5 évre tervezett MethaneSat nevű műhold 2025. június 20-án, mintegy 15 hónappal pályára állítása után működésképtelenné vált.

Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: lenteg1206@gmail.com.

A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető

a következő internet-oldalon: http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index_magyar.html



A HÓNAP MOLEKULÁJA

A hatatomos nitrogénmolekula (N_6) előállításához klórgázt kell kis nyomáson ezüst-azid kristályokon átáramoltatni. Az első lépésben ezüst-klorid és klór-azid keletkezik, ez utóbbi ezüst-aziddal továbbreagálva képezi a hexanitrogént. Ennek felezési ideje szobahőmérsékleten 36 milliszekundum, de folyékony nitrogénben hűtve akár egy évszázad is lehet a kísérleti eredmények alapján. Habár az N_6 három molekula dinitrogénre bomlása termodinamikailag nagyon kedvezményezett, az ábrán látható határszerkezet is mutatja, hogy benne a leggyengébb kötés középen van, s e mentén a homolitikus hasadás két azidgyököt adna.



Nature 642, 356. (2025)



Rossz hír a kozmikus benzolról

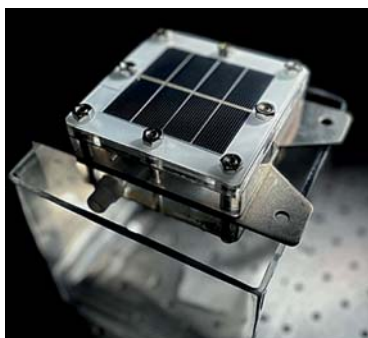
Nagyjából 10^{-8} Pa nyomáson végzett kísérletek révén megcáfolták azokat a korábbi, kizárólag elméleti munkákon alapuló elgondolásokat, amelyek szerint az űrben benzolgyűrűs anyagok keletkezhetnek ion-molekula ütközések sorozatában. Ez a reakció a policiklusos aromás szénhidrogének széles körben elfogadott keletkezési mechanizmusának alapköve volt. A kiépített kísérleti technika egymolekulás események detektálására is képes. Az eredmények szerint nagyon alacsony hőmérsékleten a rendezett szerkezetet alkotó ionokból álló, Coulomb-kristályoknak nevezett struktúrákban acetilénmolekulák részvételével keletkezik ugyan a fenilgyökből származtatható kation ($C_6H_5^+$), de ez semmilyen módon nem tud C_6H_6 -struktúrává alakulni. A kozmikus benzolnak így olyan úton kell keletkeznie, amelyben valószínűleg csak töltés nélküli részecskék játszhatnak lényeges szerepet.

Nat. Astron. 9, 685. (2025)

Napfény, tenger és hidrogén

A fenntartható technológiák kifejlesztése szempontjából fontos újdonság annak a rendszernek a kifejlesztése, amely napenergiával, tengervíz elektrolízise révén képes hidrogént előállítani csekély költséggel, és közben még ivóvizet is termel melléktermékként. A kutatócsoport által készített hibrid napenergiás desztilláció-vízelektrolízis (hibrid solar distillation-water electrolysis, HSD-WE) rendszer hidrogén-előállítási energiahatékonysága a tesztüzemben 13% volt. A desztillációt olyan hő felhasználásával végzi a készülék, amely más eszközökben hulladéknak számít. A prototípus 10×10 centiméter felületű, ezen a hidrogén $36 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, a desztillált víz $1,2 \text{ dm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ fajlagos sebességgel keletkezik.

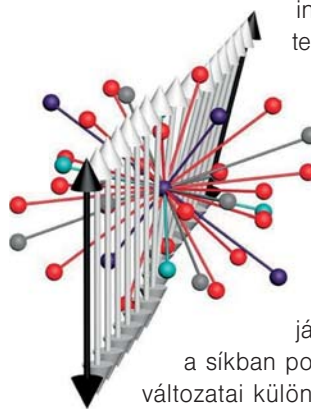
Energy Environ. Sci. 18, 5264. (2025)



Kikristályosodott szimmetriafejelemezetlenség

A $\text{Li}_2\text{Co}_3(\text{SeO}_3)_4$ összetételű lítium-kobalt-szenenit kristály a jelek szerint nemigen tiszteli a törvényeket: noha szerkezete tartalmaz inverziós centrum szimmetriaelemet, tehát nem királis (vagyis megkülönböztethetetlen a saját tükörképétől), mégis mutat optikai aktivitást. A mérések szerint ugyanis a cirkulárisan poláris fény két változata közül az egyiket nagyobb mértékben nyeli el, mint a másikat. A hatás a lineáris dikroizmus és a kettőtörés kombinációjával jöhet létre, vagyis a kristályban a síkban polarizált fény egymásra merőleges változatai különböző mértékben nyelődnek el, s egyúttal a törésmutató is eltérő ezekre. Mindkét jelenséget nagyon régóta ismerik már, de ilyen jellegű együttes hatásukra ez az első megismert példa.

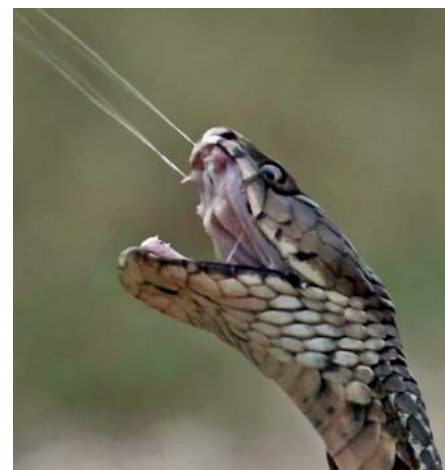
Science 388, 1194. (2025)



Immunalapú, széles spektrumú kígyóméreg-ellenszer

A világon 600-nál is több mérgeskígyófajt ismernek, ezek harapása évente mintegy 130 000 halálesetet okoz főként Afrikában és Ázsiában. Az ellenszerkészítés egyik fő problémája, hogy gyakorlatilag minden fajban saját méreganyag található, ezért az ellenszereknek is specifikusnak kell lenniük. A közelmúltban olyan ellenanyagoktól sikerült készíteni, amely a mérges-siklófélek (*Elapidae*) családba tartozó 19 faj ellen hatásos. A kutatás alapja Timothy Friede herpetológus szervezete volt: ő mintegy két évtizeden át szándékosan és tervezetten tette ki immunrendszerét számos különböző kígyóméregnek. A kórtelt a vérében található antitestek elemzése segítségével készítették el. A cikket összesen 19 társszerző jegyzi, Timothy Friede nincs közöttük, noha hozzájárulása láthatóan meghatározó volt.

Cell 188, 3117. (2025)





Kémiai diákolimpia dubaji stílusban

Az 57. Nemzetközi Kémiai Diákolimpia rendezését 7 évvel ezelőtt nyerte el az Egyesült Arab Emírségek. Az azóta eltelt időben sok minden változott a világban és a rendező országban egyaránt. A rendezvény sokféle újtással próbálkozott, változó sikerrel, de a 2025. július 5. és 14. között megrendezett esemény végül jól illeszkedett a rangos sorozatba, amelynek egyik elindítója Magyarország volt.

Az évről évre ismétlődő versenyek lebonyolítását általában az jellemzi, hogy egy kisebb-nagyobb csapat, amelynek diákként vagy tanárként köze volt már diákolimpiához, fellelkesülve nekiáll. Az esemény mérete miatt ehhez rengeteg pénz és például a turisztika és logisztika lebonyolításához profik és rengeteg önkéntes közreműködése szükséges. Idén Dubajban pénz és lelkes önkéntes bőven állt rendelkezésre, de az olimpiát ismerő helyi tapasztalt csoport hiányzott. Az Emírségek csapatának felkészítését egy oktatási magáncég koordinálja. Az ő néhány fős szervező csapatuk mellé hívtak meg egy igencsak nemzetközi tudományos bizottságot (orosz, brit, svájci, holland, francia–ukrán, szingapúri, különféle arab országok).

Az olimpia szerkezete nem enged sok változtatást. A megnyitó napján a tanárok már megvizsgálják az előkészített laborokat és megvitatják a gyakorlati feladatsort. Másnap történik ennek lefordítása a 90 ország nyelvére. A következő napon a diákok a laborban dolgoznak, miközben a tanárok már az elméleti feladatsort szedik ízekre. A fordítás napja ismét pihenő a versenyzőknek a második versenynap előtt. A tanárok fél nap pihenő után már a gyakorlatok statisztikáit ellenőrzik, és rendre egy-egy napjuk jut a feladatok javítására, a pontozás késélre menő egyeztetésére, és már jön is a díjkiosztó.

Az idén tudományosan vitathatatlan, sok izgalmas kihívást rejtő feladatok kerültek a versenyre. Az alapvető gond az volt, hogy rengeteg. A diákoknak esélyük sem volt arra, hogy a laborban egy kis hibát vétsenek és úgy is végezzenek, mert az öt órára három soklépéses munkamenet, és az ezeket kísérő fejtörés várta. Az elméleti forduló kilenc feladatán csak gépiesen gyors munkával lehetett volna végigérni, de ezek a feladatok zömükben nem rutinmunkát, hanem gondolkodást vártak volna el. A legjobb versenyző Kínából jött, de most nem a szokásos tökéletes közeli pontszámmal, hanem 90%-ot épp elérve végzett. A 354 versenyző csupán 7%-a jutott 75% fölé, több mint felük 50%-os eredmény alatt maradt.

Bár a magyarok sem élvezték a kíméletlen időnyomást, az ő eredményük szokás szerint a mezőny elején volt. Ezüstérmes (a rangsor 41–113. helye között): **Erdélyi Kata**, a Fővárosi Fazekas Mihály Gimnázium 12. osztályos diákja, tanára: Albert Attila, 43. helyezés; **Viczko Csaba Péter**, az ELTE Apáczai Csere János Gimnázium 12. osztályos diákja, tanárai: Sebő Péter és Villányi Attila, 59. helyezés; **Bíró Artúr**, az ELTE Apáczai Csere János Gimnázium 11. osztályos diákja, tanárai: Varga Bence és Villányi Attila, 98. helyezés.

Bronzérmes (a 131. helyen): **Elek János**, a Szegedi Radnóti Miklós Gimnázium 10. osztályos diákja, tanára: Csúri Péter.

Csapatversenyt szigorúan ellenez a versenyszabályzat, de a statisztikák könnyen összerakhatók. A magyar csapat a 17. hely körül van az átlagpontszámok tekintetében. Európából csak a csehek, németek és ukránok vannak néhány százalékkal előrébb a mi 63 százalékunknál. A győzhetetlen kínaiak, akiknek már a tartományi válogatójuk is nehezebb bármilyen más versenynél, 86%



Az olimpikonok: **Viczko Csaba**, **Erdélyi Kata**, **Bíró Artúr**, **Elek János**

felett voltak, az országmegnevezés nélkül induló oroszok 80% felett. Az összes további csapat előttünk ázsiai: Vietnám, Tajvan, India, Korea, Szingapúr...

A magyar csapatot Magyarfalvi Gábor (ELTE Kémiai Intézet) és Varga Szilárd (HUN-REN) kísérte mentorként, saját költségen utazó hivatalos megfigyelőként fontos volt Villányi Attila munkája.

A magyar kémiai tanulmányi versenyekre jól bevált módon épül a diákolimpia. A Kémia OKTV legeredményesebb döntősei és a Középiskolai Kémiai Lapokban versenyző legjobb diákok kapnak meghívást az ELTE Kémiai Intézete által szervezett tavaszi felkészítőkre. Ezek időtartama a versenyszabályok szerint két hét lehet. A KIM által az ELTE költségvetésén át támogatott táborok első hete az érettségik előtt, a második az írásbeli és szóbeli érettségi közti időszakban megy le. Reggeltől estig zajlik a labor munka, a középiskolai anyagot jócskán meghaladó elmélet elsajátítása. Mindkét héten két elméleti és egy laboratóriumi ötórás versenyvizsga eredménye alapján alakul ki a csapat a Nemzetközi Kémiai Diákolimpiára és a következő évi Mengyelejev Diákolimpiára.

2025-ben a közreműködő oktatók: Bánóczy Zoltán, Kóczán György, Láng Emma, Magyarfalvi Gábor, Tarczay György (ELTE), Boczán Boldizsár, Dudás Ádám, Varga Szilárd (HUN-REN), Bosits Miklós, Hoffmanné Szalay Zsófia (Richter Gedeon Nyrt.), Frigyes Dávid (Egis Zrt.), Najbauer Eszter (Semilab Zrt.), Zihné Perényi Katalin (NSZKK), Szabó András.

A verseny lebonyolítására visszatérve: dubaji specialitásként a tanárokat és a diákokat egy óriási bevásárlóközpont két végén elhelyezkedő két elegáns és költséges hotelben szállásolták el, kifogástalan ellátással. Ennélfogva a diákprogramok között is gyakorta felbukkant a shopping, ami nem volt meglepő a kinti hőségre tekintettel. Más kérdés, hogy így a diákok verseny alatti teljes izolációja végképp naiv próbálkozás volt, és nem csak a digitális kor miatt. A közelség könnyíthette volna a logisztikát, de persze a 10 perces séta helyett általában órás várakozások következtek be a buszokon vagy a buszokra várva.

Sok más tennivaló valóban nem jött számításba. Mindannyian eljutottunk Abu-Dzabiba, ahol az ottani Louvre-lerakatot, a főemír monstruózus díszpalotáját (ezt a diákok ugyan lekésték) és mecsetjét nézhettük meg. A másik nagyobb program a Jövő Múzeuma volt, ami inkább kicsiknek vagy a tudományban járatlan publikumnak szólt úrkutatásról, robotikáról vagy a modern (részben ezotériába hajló) orvoslásról, a tudományban tényleg



járatos nézőkben inkább félmosolyokat keltett. Akármilyen volt végül is a program, akármennyit kellett is várni valahol, semmi sem tudta a diákjaink jó hangulatát visszavetni.

A szervezés fő hátulütője végül az lett, hogy egyértelmű döntéshozók nélkül sokszor nem volt senki, aki a téves döntéseket felülbírálhatta volna. Hiába érkeztek jó szervezési ötletek, izgalmas feladatok, olimpián tapasztalt döntéshozó, szerkesztő nélkül néha még a jó ötletek is a visszájukra fordultak.

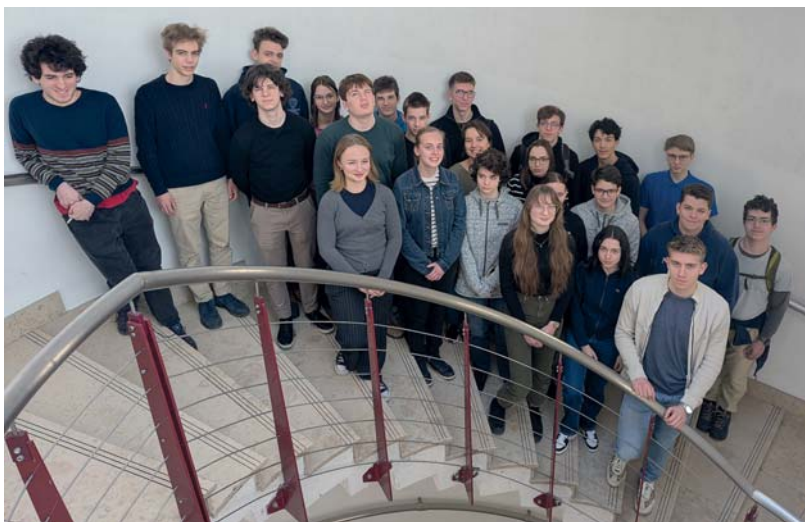
Régóta várt újítás volt, hogy a kísérleti forduló végre ne egyetemi laborban legyen, hisz sok országot az rémít el a rendezéstől, hogy nincs 400 előírt laborfőhelye. Most a munka egy csarnokban zajlott, és kiviláglott, hogy ez teljesen megfelel a célra, sőt a logisztika jelentősen egyszerűbb, hisz iskolásoknak egyébként sem lehetne veszélyes vegyszerekkel dolgozniuk, így nem kritikus a folyóvíz, a vegyi fülke, elég kihívás a gondolkodtató feladat. A helyszínnel nem is lett volna baj, de a laborforduló mégsem lett teljes siker, egy másik újítás miatt.

A szervezők vesszőparipája ugyanis az volt, hogy a feladatokat nem papíron, hanem számítógépeken át juttatják el a diákoknak. Ezáltal valóban megtakarítják a soknyelvű, sokoldali nyomtatást, ami időigényes lehet, de jól ellenőrizhető és kordában tartható. Ráadásul még a mostani diákok is szeretnek a kérdés mellett firkálni, vázolni, levezetni, és az anyagok hálózati szétosztásának is van bőven buktatója. No hát ez a hálózat és vele együtt a feladatokat megjelenítő gépek természetesen a verseny kezdetén álltak fejre. A diákok a hajnali kelés, sorakoztatás, buszra és buszon várás 4 órája után ott ragadtak, és több mint másfél óra csúszás után kezdhettek neki az öt óra munkának. Mindezek tejebe a végén az anyagok, minták összeszedése, az aláírások is közel két órába teltek.

Szerencsére az elméleti forduló ugyanott, ugyanazokon a gépeken már fennakadás nélkül ment, de a papíron készülő válaszok beszkennelése ismét okozott nehézségeket. A helybeliek ugyanis nem a számos olimpia által használt keretrendszert, hanem ennek a saját fejlesztésű klónját használták. Ez támogatja a feladatok véleményezését, fordítását, a szkennelt anyagok elosztását, a pontozás egyeztetését. Nagy vonalakban ez is megfelelt, de valahogy a tanárok összejövetelei is extrém módon elhúzódtak, amiben kisebb része volt talán az eszközöknek és nagyobb a hosszú feladatsoroknak, a leterhelt szerzőknek. Mindenesetre a feladatsorok vitája mindkét esetben reggel 4 óra után végződött az esti kezdés után, és a javítások is jóval éjfél utánra maradtak.

A gyakorlaton három feladat várt a versenyzőkre. Az első egy vaskomplex előállítás és elkülönítése volt, ami hosszas melegítést igényelt, de egyszerű szintézis lévén a többségnek kiválóan sikerült. A vaskomplex összetételét spektrofotometriás úton meg is határozták – ehhez sok tucat oldatot kellett pontosan összekeverniük, de a műszert már nem maguk kezelték. A másik két feladat egyaránt ötletes volt, de ugyanazt az eszközt, a vékonyréteg-kromatográfiát használták. Ez technikailag nagyon egyszerű elválasztási módszer, amit gyorsan el tud bárki sajátítani, de ebből is sokat kellett csinálniuk. Az egyik feladatban aminosav-keverékeket azonosítottak így és különféle reakciókkal, ami 30 kémcsőkísérletet jelentett. A másik feladatban a kromatográfiás módszer részleteit hangolták és négy anyag egymás közti reakcióit derítették fel.

Az olimpia szabályai szerint a verseny előtt próbavizsgán próbálja ki néhány tapasztalt mentor a versenyfeladatokat. Egyrészt



A felkészítő résztvevői az ELTE Kémiai Intézetében

így a plenáris vita előtt kiszűrhető sok hiba, másrészt a vizsgák tényleges terjedelme is kiderül. Mindkét dolgozatnál egyértelmű volt, hogy az öt óra nem elegendő. A gyakorlat esetében sikerült kis lefaragást elérni, de az elmélet gyakorlatilag megmaradt az eredeti terjedelménél, hiába jutott a legerősebb túlkoros próbálkozó is csak 70% megfontolásáig. A szerzők sem a próbavizsgálók, sem a plenáris ülés kérésének sem tettek eleget, és nem vágtak vissza a feladatokból.

Az elméleti feladatok esetében érződött leginkább a szerkesztői kéz hiánya. A feladatok ugyan kiegyensúlyozottak voltak a kémia témaköreit illetően, szinte mind igyekeztek kiemelkedő kihívást is tartalmazni. De ha a feladatok zöme rázós rejtvényeket tartalmaz, akkor nem juthat mindegyikre idő. A hossz és a nehézség látszott a ponteloszlásokon is. A többség kudarcot vallott vagy nem is próbálkozott azzal a szerves kémiai mechanizmussal, amit a Harvard doktori kurzusán szoktak kihívásnak feladni, de így járt az a szerves kémiai rejtvény is, amihez hasonló szokott felbukkanni az olimpiákon. Erre a sorsra jutott az a kivételes térlátást igénylő feladat is, amihez egy összetett váz szerkezetének 16 variánsát kellett volna átlátni, de az utolsó feladattal is alig próbálkoztak meg a versenyzők. Remélhetőleg otthon lesz még idejük átgondolni ezeket az egyenként is szép és gondolkodtató problémákat.

Az 58. Nemzetközi Kémiai Diákolimpiát Üzbegisztán fogja rendezni Taskentben 2026 júliusának közepén. Az üzbégek idén is kiválóan, két arany- és két ezüstérmével szerepeltek, és a szervezői csapatuk tele van volt olimpikonokkal. Kormányzatuk lelkes a tehetséggondozás terén, egy egész iskolahálózatot, hazai és nemzetközi versenyeket működtetnek, úgyhogy pénzük is lesz. Viszatarternek a papíros vizsgához, de minden jó fejlesztést át kívánnak venni az utóbbi évekből, remélhetően a hosszú feladatsorokat azért nem. Várjuk is tőlük a télen érkező gyakorló feladatokat.

Az olimpia intézőbizottságába a 90 résztvevő ország beavasztotta a magyar csapat vezetőjét, aki a diákolimbia alapítványi kuratóriumának elnöke is marad még két évig. Ezzel jár, hogy januárban el kell látogatnia Taskentbe, megvizsgálja az előkészületeket és véleményezni a gyakorló feladatokat.

Magyarfalvi Gábor



16th Young Investigator Workshop

A *EuChemS Division of Organic Chemistry* 2025-ben is megrendezte a szokásos, fiatal kutatókat felvonultató workshopját. A 16th *Young Investigator Workshopot* (YIW) a világ legélhetőbb városában,¹ Koppenhágában, a Koppenhágai Egyetem Maersk Toronyában (1. ábra) tartották meg 2025. június 27–28. között. Erre a workshopra minden évben az *EuChemS* tagszervezetei egy-egy kiválasztott 40 éven aluli kutatót küldhetnek. A workshopot mindig közvetlenül a szokásos *European Symposium on Organic Chemistry* (ESOC) előtt rendezik meg, hogy az YIW résztvevői ott tudjanak maradni az ESOC-on is.



1. ábra. A 15 emeletes Maersk Torony Koppenhágában

Idén az a megtiszteltetés ért, hogy a 2022-es lisszaboni részvétel után újra én képviselhettem Magyarországot a workshopon. Huszonegy európai ország fiatal kutatói adtak elő, továbbá egy amerikai és egy kanadai vendégelőadó is bemutatthatta a kutatási eredményeit (2. ábra). A portugál résztvevő online tartotta meg az előadását. A *EuChemS* nagyobb európai tagszervezetei mind képviseltették magukat, kivéve a brit, a görög, a lengyel, a román, a szlovák, a szlovén és a bolgár szervezetet.

A fiatal kutatókon kívül a workshop támogatói, az *Elsevier*, a *Thieme* és az *AbbVie* is előadtak. Az előadásokon kívül a szerve-

zők workshopot is tartottak, melynek során kis csoportokra osztották a résztvevőket, és rövid időn belül szakmai együttműködésekkel kellett létrehozni. Emellett összegyűjtötték, hogy ki milyen speciális tudással rendelkezik, milyen szakmai segítségre lenne szüksége, hogy további potenciális kooperációkat lehessen létrehozni.

A workshop előadói a szerves kémia széles tárházát mutatták be. A leggyakoribb téma a fotoredox-katalízis volt, de az organokatalízis és az elektrokatalízis is több kutatási témában megjelent mint fő alkalmazott módszer. Emellett új szerves kémiai reakciók kidolgozása adta a konferencia fő témáját. De olyan érdekes témák is elhangzottak, mint a mesterséges intelligencia a kémiában, C–H aktiválós módszerek, a purinvázis robbanószerek gyártása, bioortogonális kémiai kutatások, 3D-nyomtatott polimer filmek gyártása fénybesugárzással, egy cinkion detektálására alkalmas fluoreszcens módszer vagy az élősejtes fluoreszcens mikroszkópia alkalmazása.

Előadásomban a metilszezamol – mint lehetséges új, biomassza-alapú alternatív oldószer – hatékony előállítását,² fizikai tulajdonságait és alkalmazásait³ mutattam be. Sikertelenül elnyernem a közönség érdeklődését, számos érdekes kérdést és hasznos tanácsot kaptam.

A huszonegy fiatal kutató mindegyikét díjazta saját országának *EuChemS*-szervezete, de az egyik kutatót még külön is díjazták a szervezők. Idén a fődíjat a német előadó, *Johannes M. Wahl* (a mainzi *Johannes Gutenberg Egyetemről*) nyerte el „Molekulamódosítások nitrogénbeékeléssel” című előadásával. Az egyik legjelentősebb eredménye az volt, hogy sikerült nitrogénatomot enantioszelektíven beékelnie gyűrűs oxovegyületek vázába.⁴

Összességében számos érdekes, motiváló előadást hallhattam a konferencián és hasznos szakmai beszélgetéseket folytattam a többi fiatal kutató kollégával, ami a további kutatómunkámhoz is hozzájárulhat. Ezúton szeretném köszönetem kifejezni a *Magyar Kémikusok Egyesületének*, amely anyagilag hozzájárult a konferencián való részvételemhez.

Kupai József

BME VBK, Szerves Kémia és Technológia Tanszék

JEGYZETEK

¹ <https://www.eiu.com/n/copenhagen-replaces-vienna-as-worlds-most-liveable-city/>

² Dargó, G.; Kis, D.; Gede, M.; Kumar, S.; Kupai, J.; Szekely, G. *Chem. Eng. J.* **2023**, *471*, 144365.

³ Dargó, G.; Kis, D.; Ráduly, A.; Farkas, V.; Kupai, J. *ChemSusChem* **2025**, *18*, e202401190.

⁴ Arnold, M.; Hammes, J.; Ong, M.; Mück-Lichtenfeld, C.; Wahl, J. M. *Angew. Chem. Int. Ed.* **2025**, *64*, e202503056.

TargetEx-hírek



A TargetEx Kft. 2023-ban 110 millió forint vissza nem térítendő támogatást nyert el a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal által meghirdetett GYORSÍTÓSAV pályázati program keretében. A 150 millió forintos összköltségvetésből elnyert támogatással „A jövő PCR reagensei: új innovatív termékek fejlesztése” című kutatás-fejlesztési projekt valósult meg és fejeződött be sikeresen.

„A projekt keretében cégünk 5 fehérje fejlesztését tűzte ki célul a polimeráz-láncreakciók (PCR, qPCR és RT-PCR) hatékonyságának növelésére, valamint a hosszú DNS-szakaszok amplifikálására. Három fehérje esetében értünk el olyan eredményt,

2. ábra. A 16th Young Investigator Workshop résztvevői





amely piacképes terméket eredményezett, melyek a TargetEx Kft. diagnosztikai termék-portfóliójának bővítéséhez járultak hozzá” – mondta Lőrincz Zsolt, a magyar biotechnológiai kisvállalat ügyvezetője és tudományos igazgatója.

„A projektben magas színvonalú, a klinikai diagnosztikában, a személyre szabott gyógyászatban használható termékeket fejlesztettünk ki: koncentrált, liofilizálásra alkalmas, megnövelt stabilitású Taq DNS-polimeráz enzimet, inhibitorokra és oxidációra kevésbé érzékeny reverz transzkriptáz enzimet és hőstabil dUT-Páz enzimet, amely hozzájárul a PCR-reakciók másolási pontosságának és hosszának a növeléséhez” – magyarázta Dormán György, a TargetEx gyógyszerkémiai vezetője.

A kifejlesztett reagensek a patogén kórokozók számára az eddigieknél megbízhatóbb diagnózist teszik lehetővé, valamint lerövidítik az ellátási láncot, és egyszerűsítik a szállítást, ami versenyelőnyt jelent a diagnosztika piacon. Ezeket a fehérjéket egyrészt az *in vitro* diagnosztikai kitekét készítő cégeknek fogják értékesíteni, másrészt felhasználják saját készítésű állatdiagnosztikai eljárások fejlesztéséhez.

A TargetEx Kft. a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal által meghirdetett ERA-NET COFUND, EJP COFUND és egyéb multilaterális programok közös nemzetközi pályázati felhívásaiban sikeresen szereplő magyar szervezetek támogatására meghirdetett pályázati program (2024-1.2.2-ERA-NET) keretében elnyert támogatással nemzetközi kutató konzorcium munkájában vesz részt. A SynOD projekt címe: „Alfa-szinuklein aggregáció ál-

tal kiváltott neurodegeneratív betegségekben szerepet játszó potenciális új fehérje-célpontok azonosítása.” A projekt összköltsége a magyar oldalon várhatóan 115 millió forint lesz, melyhez 114 millió forint vissza nem térítendő támogatást kap a vállalkozás.

Az alfa-szinuklein fehérje aggregációja az idegsejtekben és az agy oligodendrocitáiban neurodegeneratív betegségek egy jelentős csoportját alkotja – ide tartozik többek között a Parkinson-kór, a Lewy-tesztikkel járó demencia és a multisztémás atrófia – amelyeket összefoglalóan szinukleinpátiáknak nevezünk.

„Mivel a vizsgált gyógyszerekkel végzett randomizált, ellenőrzött klinikai vizsgálatok eddig nem mutatták ki a szinukleinpátiák progressziójának jelentős lassulását a placebohoz képest, ezért elengedhetetlen az alfa-szinuklein-patológia molekuláris okaival és következményeivel kapcsolatos ismereteink bővítése az új terápiás célpontok azonosítása és a hatékonyabb terápiás beavatkozások kidolgozása érdekében – magyarázta Dormán György, a TargetEx gyógyszerkémiai vezetője és a kisvállalat konzorciumi képviselője. – Az alapkutatást megvalósító projekt keretében partnereink egy egyedülálló OMICS adatkészletet hoznak létre, amely alapján megalkotják a szinukleinpátiákban részt vevő molekuláris mechanizmusok integrált térképét. Ennek segítségével potenciális fehérje-célpontokat javasolnak gyógyszerjelölt kismolekulák azonosítása céljából.”

A TargetEx potenciális fehérje-célpontok expresszióját és vizsgálatát végzi sejt- és fehérjealapú kísérletek segítségével, illetve a célpontokon azonosított kismolekulákat validálja. Ezeknek a feladatoknak az elvégzése elengedhetetlen a nagy adatkészleten gyűjtött eredmények megerősítéséhez.

Az ABB befektet a megújuló energiatárolásra specializálódott HESStecbe

Az ABB kisebbségi részesedést szerez a hibrid energiatároló rendszerekre (HESS) és akkumulátoros energiatároló rendszerekre (BESS) szakosodott HESStec vállalatban. A HESStec energiatárolással kapcsolatos tervezési, mérnöki és optimalizálási képességeinek integrálása lehetővé teszi az ABB számára az energiatárolási megoldások optimalizálását, az innovatív üzleti modellek kidolgozását és az üzleti növekedés fokozását a kulcsfontosságú globális piacokon. A partnerség kibővíti az ABB kompetenciáit az energiatároló rendszerek hálózati integrációja és az energiaoptimalizálási szoftverek terén, amelyek jelentős segítséget nyújtanak az ügyfelek számára a nettó nulla kibocsátási cél elérésében.

A HESStec innovatív hardvermegoldásokat, szoftvertermékeket és szolgáltatásokat kínál az akkumulátoros energiatároló rendszerek (BESS) és a hibrid energiatároló rendszerek (HESS) tervezéséhez, gyártásához, szállításához és üzemeltetéséhez. A 2018-ban, Spanyolországban alapított vállalat kulcsrakész energiatárolási és hálózati eszköz-optimalizálási megoldásokra specializálódott. A megoldásaiban szabadalmaztatott algoritmusokon és működési modelleken alapul, innovatív hibrid megközelítést alkalmaz. A HESStec megoldásai lehetővé teszik az energiatárolás hatékony integrációját a folyamatban lévő energetikai átállásban, így támogatva a megújuló energiaforrások integrációját, az energiahálózati alkalmazásokat, az elektromos járművek infrastruktúráját és a mikrogridet. A vállalat célja, hogy olyan tárolórendszerek biztosításával tegye lehetővé a környezettudatos és fenntartható energetikai modellt, amelyek rugalmasságot és kezelhetőséget biztosítanak a villamosenergia-hálózatok számára, miközben maximalizálják a működési és gazdasági jövedelmezőséget.

Szeretettel várjuk olvasóinkat őszi rendezvényeinken!



Vegyipari digitalizáció: K+F vagy ipari realitás?



30. ŐSZI RADIOKÉMIAI NAPOK 2025
Balatonszárszó, SDG Családi és Konferencia Központ
2025. október 13-15.



XVI. Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Konferencia - KAT2025
2025. november 5-7.



64. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés
2025. november 5-7.



KOZMETIKAI SZIMPÓZIUM 2025
Budapest - 2025. november 11.
ISTE Hódoltság Terasz
Várják előadók és poszter bemutatású jelentkezők.
Kialakuló jelentkezőknek is szeretünk.



MKE-HÍREK

Varázslatos Kémia Nyári Táborok 2025-ben

Ebben az évben – a nagy érdeklődésre való tekintettel – két tábort is szervezett az MKE Titkárság, melyen összesen 75 diák vett részt. A táborok szervezését, lebonyolítását és a diákok felügyeletét dr. Szabóné Petrik Krisztina és férje, dr. Szabó János, az MKE ügyvezetője vállalta. A következő évre várjuk további potenciális együttműködő egyetemek és középiskolák jelentkezését, amelyek szeretnének bekapcsolódni a Varázslatos Kémia Tábor-sorozatba és fontosnak tartják a kémikus utánpótlás biztosítását, a kémiai pályaaorientációt. Várjuk továbbá azoknak a támogatóknak a jelentkezését, akik fontosnak tartják ezeket a szakmai célokat és a fiatalok kémiai táboroztatását!

16. Varázslatos Kémia Nyári Tábor – Miskolci Egyetem, 2025. július 7–11.

Hűvös nyári időben rendeztük meg a miskolci tábort, ahová 37 tanuló jelentkezett, betegség miatt egy diák sajnálatos módon nem tudott eljönni, de így is meg kellett emelnünk a 30 fős keretlétszámot 36 főre, amit örömmel vállalt mind a Miskolci Egyetem, mind az MKE Titkársága. A Kémiai Intézet igazgatója, prof. dr. Viskolcz Béla és dr. Mentés Dóra adjunktus asszony szakmai irányításával megvalósított programban laborkísérletek, előadások, campus-túra is volt, szabadidős programként a miskolctapolcai Ellipszum Élmeny- és Strandfürdőt látogatta meg a csoport.

Gyárlátogatás keretében a BorsodChem kazincbarcikai központját látogattuk meg, ami nagy sikert aratott! Ezúton is köszönjük Kovács Gabriella és Pogonyi Mihály József szakmai oktatók segítségét, Fiál Eszter HR-munkatárs és Szoboszlai Alexandra, az Izocianát Laboratórium megbízott vezetőjének előadását, valamint dr. Magyar Miklós senior laborfőmérnök és munkatársai; Táboriné Sikur Anett junior labormérnök, Molnárné Szögedi Zsanett mérnökasszisztens, Szatmári Mónika Edit labormérnök csoportvezetést, továbbá köszönjük Papp Tibor blokkvezetőnek és Nagy Máté junior blokkmérnöknek a TDI- (toluoldiizocianát) gyártás bemutatását.

A gyárlátogatás buszos bejárással végződött, melyet köszönünk dr. Magyar Miklósnak, aki egyben az MKE BorsodChem Munkahelyi Csoport vezetője is (lásd a képen).



A tábor végén a diákok értékelő kérdőívet töltöttek ki, mely alapján a tábor értékelése ötös skálán nagyon magas (4,6) lett, a részletes elemzést a következő számunkban ismertetjük. A tábor megvalósítását támogatta a Belügyminisztérium, köszönjük!





17. Varázslatos Kémia Nyári Tábor – Pannon Egyetem, 2025. július 28. – augusztus 1.

A második, a múlt év után immár hagyományos táborra a Veszprémi Egyetemen került sor 39 diák részvételével, akik közül egynek családi okok miatt idő előtt el kellett mennie, de így is meg kellett emelnünk a 30 fős keretlétszámot a túljelentkezés miatt, s végül a Veszprémi Egyetem Mérnöki Karának köszönhetően minden időben jelentkezett diák eljöhett a táborba.

Az első táborhoz hasonlóan ismét hűvösebbre forduló időben rendeztük meg a veszprémi táborot. A Szabóné dr. Bárdos Erzsébet docens asszony irányításával megvalósított szakmai programban a szerves, szervetlen és analitikai laborkísérletek, előadások mellett városismereti túra is szerepelt. A diákok az egyetemi élettel a fiatal kémikusokkal folytatott pódiumbeszélgetés során ismerkedhettek meg. Szabadidős programként a pápai Várfürdőt látogatta meg a csoport, illetve a kémiai activity társasjáték izgalmas feladatai is hozzájárultak a jó hangulathoz.

Idén a fő szakmai téma az agyag és a kerámia volt, ennek megfelelően a gyárlátogatás során a Herendi Porcelánmanufaktúrát és a devecseri téglagyárat látogattuk meg. A Herendi Porcelánmanufaktúra lenyűgözte a társaságot, a kerámiakészítés folyamatát végigkövethettük a megformázástól a mázréteg felviteléig, a tervezésen át a kézi festésig. A látogatás a Herendi Porcelánművészeti Múzeumban végződött.



A Leier Hungária Kft. devecseri téglagyárában szintén megismerhettük a teljes gyártási folyamatot – az agyagbányászatól és a keveréstől a préselésig, az előszáritástól a végleges égetésig. Különösen érdekes volt a robotizált munkafolyamat.

A tábor végén kitöltött kérdőív alapján a veszprémi tábor is 4,6-es eredményt ért el az ötös skálán.

Örömmel tölti el a táborok szervezőit, hogy mindkét program elnyerte a diákok tetszését.

A tábor megvalósítását támogatta a Richter Gedeon Nyrt., köszönjük!



RICHTER GEDEON



HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL LXXX. No. 9. September

CONTENTS

<i>Metathesis catalysts: from Nobel Prize to industrial applications.</i>	
<i>Interview with Richard Schrock</i>	254
GÁBOR LENTE	
<i>Foundation stone laying ceremony for XiMo catalyst plant in Hungary</i>	256
GÁBOR LENTE	
<i>Academies, science and science evaluation in our world – a discussion with new chemist academicians. Part II</i>	257
GÁBOR LENTE	
<i>On the formation of geological hydrogen</i>	262
GÁBOR LENTE	
<i>Pharmaforte: Products of natural origin – especially to promote conception</i>	264
GEORGE OSAPAY	
<i>But why? A study of students' argumentation skills in a longitudinal project for teaching experimental design</i>	265
RÉKA BORBÁS and LUCA SZALAY	
<i>Buckminsterfullerene – what is behind the name?</i>	269
ISTVÁN HARGITTAI	
<i>Production of C₆₀ – its history in pictures</i>	273
BALÁZS HARGITTAI and ISTVÁN HARGITTAI	
<i>A low-key Ig Nobel ceremony in 2024</i>	276
GÁBOR LENTE	
Obituaries	
<i>Gabor A. Somorjai</i>	277
ANDRÁS SÁPI	
<i>Béla Lengyel</i>	278
GÁBOR MÉSZÁROS	
<i>Remembering a chemist family. The three Lengyels</i>	278
GYÖRGY INZELT	
<i>Chembits</i>	282
GÁBOR LENTE	
<i>News of the month</i>	284



Megbízható Mennyiségi Meghatározás

Minden komponens, mátrix és felhasználó esetében

A tudományos és üzleti célok elérése csak megbízható eredmények birtokában lehetséges.

A felhasználási területtől függetlenül a Thermo Scientific™ TSQ hármass kvadrupól tömegspektrometriás rendszerei kiemelkedő precizitást biztosítanak a mennyiségi meghatározási feladatokra. Nagy felbontású SRM üzemmód, robusztusság, megbízhatóság és érzékenység egy készülékben, mely segítségével minden felhasználó a mérendő komponenstől vagy a mátrixtól függetlenül megbízható mérési eredményekhez juthat.



Thermo Scientific™ TSQ Altis™
hármass kvadrupól tömegspektrométer



Thermo Scientific™ TSQ Quantis™
hármass kvadrupól tömegspektrométer



Thermo Scientific™ TSQ Fortis™
hármass kvadrupól tömegspektrométer

További információk:

thermofisher.com/confidentquantitation

Kizárólagos képviselő:

UNICAM Magyarország Kft.
1144 Budapest, Kőszeg utca 25.
Telefon: +36 1 221 5536
E-mail: unicam@unicam.hu
Web: www.unicam.hu

UNICAM