

#### A TARTALOMBÓL:

- Bővülő geológiai hidrogénkészletek
- Lihi Norbert: a kutatómunka mindig új motivációt ad
- A Grignard-reagensről, Kajtár Márton-osan
- Impakt és impaktfaktor
- Torinói lepel



# MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

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

## Szén nanopöttyök



A kiadvány  
a Magyar Tudományos Akadémia  
támogatásával készült

# Alkyl 4-Alkoxyvalerates: Characterization and Application in Pd-Catalyzed Aminocarbonylation of Iodo(hetero)arene Compounds

Nuray Uzunlu Ince,<sup>[a]</sup> Péter Pongrácz,<sup>[a]</sup> László Kollár,<sup>[a, b, c]</sup> András Szilágyi,<sup>[d]</sup> Attila Takács,<sup>\*,[b, c]</sup> and László T. Mika<sup>\*,[e]</sup>

The palladium-catalyzed aminocarbonylation is one of the most effective methods for the synthesis of carboxamides having great importance. Replacing fossil-based organic solvents in this routinely used catalytic protocol with biomass-derived media is crucial for developing environmentally safe alternatives and towards sustainability considerations. In this study, the open-chain derivatives of bio-originated substance  $\gamma$ -valerolactone i. e. alkyl 4-alkoxyvalerates (alkyl: methyl, ethyl, and propyl) were characterized and tested as potential polar aprotic alternatives of fossil-based common *N,N*-dimethylformamide (DMF) in aminocarbonylation protocols. First, the temperature-dependent physicochemical properties of alkyl 4-alkoxyvalerates were determined. Based on their characteristics, methyl 4-methoxyvalerate (Me-4MeOV) was selected and introduced in the Pd-

catalyzed aminocarbonylation of iodobenzene and morpholine as a model reaction, and an optimization study was carried out. Using the optimized conditions, several substituted iodobenzenes, as well as heteroaryl iodides, were successfully applied resulting in the target carboxamides selectively in short reaction time. Furthermore, the aminocarbonylation of iodobenzene in the presence of various amines was also accomplished extending the scope of the carboxamides produced in this alternative medium. Considering our observations, such as high conversions (up to 95%) in short reaction time and selective amide formation, it has been justified that Me-4MeOV could be an appropriate alternative medium in aminocarbonylation protocols.

**A Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium létrehozását a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal támogatta az RRF-2.3.1-21-2022-00009 azonosító számú projekt keretében.**

Received: 15 July 2024

Revised: 12 September 2024

Accepted: 23 September 2024

Carbon Energy. 2025;e674.

<https://doi.org/10.1002/cey2.674>

## RESEARCH ARTICLE

**CARBON ENERGY** WILEY

## High performance CO reduction at electrolyzer stack level through system optimization

Mohd Monis Avvub<sup>1</sup> | Tamás Földi<sup>2</sup> | Balázs Endrődi<sup>1</sup> | Csaba Janákv<sup>1,2</sup>

### Correspondence

Csaba Janáky, Department of Physical Chemistry and Materials Science, University of Szeged, Rerrich Sq 1, Szeged H-6720, Hungary.  
Email: [janaky@chem.u-szeged.hu](mailto:janaky@chem.u-szeged.hu)

### Abstract

**A Megújuló Energiák Nemzeti Laboratóriumot létrehozó intézmények: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Debreceni Egyetem, HUN-REN Energiatudományi Kutatóközpont, Miskolci Egyetem, Neumann János Egyetem, Pannon Egyetem, Pécsi Tudományegyetem, Széchenyi István Egyetem, Szegedi Tudományegyetem, HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont.**



# MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

## HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXX. évf., 4. szám, 2025. április



A Magyar Kémikusok Egyesületének tudományos ismeretterjesztő folyóirata és hivatalos lapja

### SZERKESZTŐSÉG:

Felölős 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  
(mkl.mke.org.hu) olvashatók

Index: 25 541  
HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)  
HU ISSN 1588-1199 (online)  
DOI: 10.24364/MKL.2025.04

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



A hidrogéntárolás, a napenergia, a szén nanopöttyök és a torinói lepel egy-mástól távol eső fogalmaknak tűnnek, amelyek között elsőre nem látszik közvetlen kapcsolat. Ezek a távoli területek azonban mélyebb, rejtett kapcsolódást mutatnak: a technológia, a természettudomány és a kultúra metszéspontjában mindegyik a maga módján betekintés nyújt világunk összetett működésébe. Ezek a jelenségek olyan mozaikot alkotnak együtt, amelyben a kémiai folyamatok, a fenntartható energia, az anyagtudomány és a történelem közösen formálják a fejlődésről és az innovációról alkotott képünket.

A hidrogén tárolása nem csupán technológiai kihívás, hanem a jövő fenntartható energiagazdálkodásának kulcsa. A hidrogén mint energiahordozó tárolása és szállítása komplex kémiai, anyagtudományi és mérnöki megoldásokat igényel, amelyeket az anyagok fejlesztése nyomán folyamatosan újra kell gondolni. Ráadásul a napelemek alkalmazása nem csupán az energiatermelés egy lehetséges formája. A napelemek elektrolizálócellákkal való kombinálásával a napenergia – az energiamegőrzés és -tárolás dinamikus rendszerének hajtóerejeként – fenntartható hidrogéntermelést tesz lehetővé. Utóbbi nemcsak a megújuló energiaforrások időszakossága okozta korlátokat mérsékeli, de új utakat is nyithat a „zöld” energiatermelésben és a karbonlábnyom csökkentésében.

A szén nanopöttyök – a szénelapú nanostruktúrák egy csoportja – az anyagtudomány és a nanotechnológia egyik legígéretesebb területének képviselői. Különleges fényelnyelő képességük révén növelik a fotokatalitikus folyamatok hatékonyságát, ezáltal javítva a napenergia-alapú hidrogéntermelés és a fejlett fotovoltai eszközök teljesítményét. Ezek az egyedülálló optikai és fotolumineszcens tulajdonságokkal rendelkező részecskék nemcsak a napenergia-hasznosításban játszanak kulcsszerepet, hanem biokompatibilitásukból és alacsony toxicitásukból fakadóan az orvosi biológiai képalkotástól kezdve a környezeti érzékelésen át számtalan területen alkalmazhatók. A tudomány folyamatos fejlődésével ezek a nanoszerkezetek újabb és újabb lehetőségeket tárnak fel, bizonyítva, hogy a természet legapróbb építőköveiben hatalmas potenciál rejlik.

Egészen más aspektusból, de ugyanilyen izgalmas interdiszciplináris kihívást kínál a torinói lepel. Ez a középkori katolikus ereklye a történelem, a vallás és a természettudomány egy különleges metszéspontjának tekinthető. A radiokarbon-kormeghatározás, az anyagszerkezeti vizsgálatok és a fejlett képalkotási technikák mind egyetlen célt szolgálnak, hogy feltárják a lepel eredetét, és felmérjék annak hitelességét. Bár a lepel hitelessége továbbra is vita tárgya, a széles körű vizsgálatok teret engednek az anyagtudomány, a teológia és a történelem keveredésének, ezzel kvázi hidat teremtve hit és tudomány között.

A négy, külsőre eltérő, mégis valamilyen módon összekapcsolódó terület közös nevezője a tudományos tudás és a technológia szükségszerű fejlődése, azaz az innováció. Mindegyik terület a maga lehetőségeivel és kihívásaival szemlélteti a fenntartható energetikai megoldások felé tett folyamatos előrehaladást és azokat az összetett narratívákat, amelyek formálják a történelemtől és a spiritualitásról alkotott felfogásunkat. A tudományterületek látszólag éles határainak elmosódása és a tudományos együttműködés fontossága mára már alapvetés: az interdiszciplináris szemlélet nem csupán lehetőség, hanem elengedhetetlen egy olyan korban, ahol az innováció hatása nem csupán a tudás, hanem a társadalom és a környezet jövőjét is meghatározza.

És akkor mi a közös nevezője a hidrogéntárolásnak, a napenergiának, a szén nanopöttyöknek és a torinói lepelnek? Az MKL áprilisi számából megtudhatja a tisztelt Olvasó!

2025. április

16p21

Kónya Zoltán egyetemi tanár,  
a Szegedi Tudományegyetem  
tudományos és innovációs rektorhelyettese

### TARTALOM

#### HONNAN LESZ ENERGIÁNK?

**Lente Gábor:** Elméletileg és gyakorlatilag is bővülő geológiai hidrogénkészletek **102**

#### VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

A kutatómunka mindig új motivációt ad. Beszélgetés **Lihi Norbert**  
Junior Prima-díjas kutatóval **104**

**Bélafiné Bakó Katalin:** Szén nanopöttyök **107**

**Róka András:** A Grignard-reagensről, Kajtár Márton-osan **110**

#### OKTATÁS

**Lente Gábor:** Így megy ez **113**

#### KITEKINTÉS

**Hargittai István:** Impakt és impaktfaktor **114**

**Lente Gábor:** Mit mond Umberto Eco a torinói lepelről, ha nem arról ír? **116**

**Kutasi Csaba:** A torinói lepel és az arckendők – textiles szemmel is **116**

#### VEGYÉSZLELETEK

**Lente Gábor** rovata **122**

**A HÓNAP KÉMIAI PUBLIKÁCIÓJA** **124**

**A HÓNAP HÍREI** **126**



**Címlapunkon:**  
Szén nanopöttyök  
(Horváth Imre grafikája;  
Cui, L. et al.: Carbon Dots:  
Synthesis, Properties  
and Applications. Nano-  
materials, 2021, 11, 3419;  
<https://doi.org/10.3390/nano11123419> nyomán)

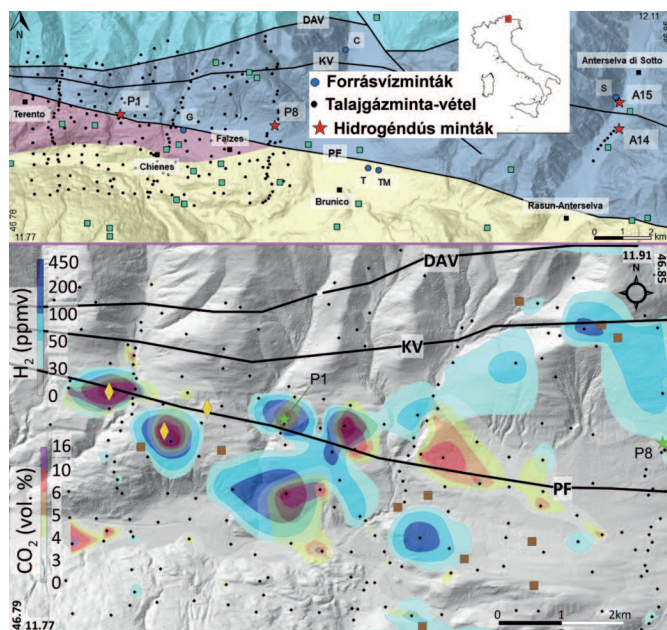
A cikk megjelenését a Megújuló Energiák Nemzeti Laboratórium támogatta a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal RRF-2.3.1-21-2022-00009 azonosító számú projektjének keretében. A Megújuló Energiák Nemzeti Laboratóriumot létrehozó intézmények: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,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

Lente Gábor

# Elméletileg és gyakorlatilag is bővülő geológiai hidrogénkészletek

**A** Magyar Kémikusok Lapja az utóbbi években beszámolt arról, hogy egyre több helyen találunk a világban nagy hidrogéntartalmú földgázt. Az első ilyen, kereskedelmi jelentőségű készletet Maliban találták (MKL, 2023, 78. kötet, 254–255. oldal), s egy éve egy albániai krómbányában végzett mérések mutatták azt, hogy ott emberi beavatkozás nélkül is évi több száz tonna  $H_2$ -gáz kerül a légkörbe (MKL, 2024, 79. kötet, 102. oldal).

Habár 2024-ben nem történt jelentős előrelépés a hidrogén-infrastruktúra kiépítésében és a geológiai készletek felkutatására



sem indult tömeges erőfeszítés, az év utolsó hónapjaiban mégis megjelent két olyan tanulmány, amelyek akár még a korábbi előzmények nélkül is részletesebb vizsgálatokat indokolhatnak.

Az első lényeges közlemény olyan talajgázelemzés-sorozatról számol be, amely az északkelet-olaszországi Alpokban, a Puste-

ria- és az Anterselva-völgyben vett mintákban talált helyenként akár 1 térfogatszázaléknyit is elérő mennyiségű hidrogént (Sci. Total Environ. 948, 174890, 2024). Elsőre ez talán nem tűnik soknak, de valójában a levegő szokásos  $H_2$ -tartalmának húszeszeresére. Míg az ilyen talajgázokban a metán és a szén-dioxid nagy mennyisége senkit nem lep meg, hiszen az ebben a környezetben zajló kémiai reakciók ismert termékeiről van szó, a váratlanul nagy mennyiségű hidrogén eredete egyáltalán nem világos. A jelenleg legvalószínűbb hipotézis szerint a mélyebb földrétegekben keletkező geológiai hidrogén felszivárgásáról lehet szó, vagyis a megfigyelés akár igen jelentős  $H_2$ -készletek jelenlétéről árulkodhat a talaj alatti kőzetretegekben. A mérések előzményeihez érdekes adalék, hogy ugyanezen a területen ugyanezek a szerzők 2021-ben végeztek nagyon hasonló talajgáz-elemzéseket (Sci. Rep. 12, 21586, 2022), de akkor a fő cél a radon mérése és a sugárzásterhelési kockázatok felmérése volt. A hidrogén jelenlétét észlelték ugyan, de nem tulajdonítottak neki jelentőséget, az adatokat nem is közzétették a tudományos cikkben. A korábbi eredmények alapján 2023-ban néhány helyen új mintát is vettek és elemeztek. Ekkor tapasztaltak esetenként akkora hidrogén-koncentrációt, amely a 2021-ben használt elemzési módszer felső mérési határát többszörösen meghaladta. A metán és a szén-dioxid jelenléte olyan szempontból is fontos tényezőnek bizonyult, hogy így radiokarbon-mérésekkel lehetett bizonyítani, hogy ezek a gázok a közelmúltban keletkeztek a talajban mikrobiális folyamatok révén, vagyis – a hidrogéntől eltérően – jelenlétük a talajban nem jelez mélyebb rétegekben lévő készleteket.

A másik jelentős tanulmány, amely 2024 végén jelent meg, a geológiai hidrogénképződés elméleti modellezésének eredményeiről számol be (Sci. Adv. 10, eado0955, 2024). Nem az egyedi lelőhelyek működési mechanizmusának feltárása volt a fő cél, hanem a Föld teljes felhasználható készletének megbecslése. A sztochasztikus szimulációk eredményei természetesen nagy szórást mutattak, végeredményként a teljes geológiai hidrogénkészlet várható értékére  $5 \times 10^{12}$  tonnát adtak. Annak nagy része valószínűleg nem nyerhető ki gazdaságosan, de ha igen pesszimistán csak a 2%-át becsüljük hasznosíthatónak, a teljes mennyiség akkor is  $10^{11}$  tonna, amely a jelenlegi előrejelzések szerint mintegy 200 évig tudná fedezni a világ szén-dioxid-kibocsátástól mentes teljes energiaellátásának hidrogénigényét.



## Szabályozói támogatással lendületet vehet a hidrogéngazdaság

A Magyar Hidrogéntechnológiai Szövetség által szervezett Hydrogen Open 2025 konferencián az Európai Unió hidrogéniparának meghatározó szereplői – EU-s és hazai döntéshozók, hidrogéntechnológiai szolgáltatók, innovációra törekvő vállalatok – vitatták meg a hidrogéngazdaság aktuális szabályozási és technológiai kérdéseit. Az iparági szereplők egyetértettek abban: a hidrogéngazdaság fellendítésével egyszerre lehet támogatni az európai versenyképesség és a zöld átmenet ügyét.

A hidrogén a jövő jelentős energiahordozója lehet, és kulcs szerepet játszhat a zöld átmenetben, az európai versenyképességben – az iparági szereplők egységesen kiálltak a hidrogéngazdaság fellendítéséhez szükséges ösztönző jogszabályi környezet mellett. Áldott Zoltán, a MOL Felügyelőbizottságának elnöke szerint „a hidrogéngazdaság fellendítésével egyszerre lehet támogatni a zöld átmenet és az európai versenyképesség ügyét. Kiemelt cél, hogy mindkét területen eredményesek legyünk. A MOL-csoport teszi a dolgát: tavaly áprilisban átadtuk első zöldhidrogén-üzemünket Százhalombattán, előkészítjük a rijekai és pozsonyi elektrolizáló egységek megépítését, és keressük az együttműködési lehetőségeket mind az ipari szereplőkkel, mind a döntéshozókkal. Az előttünk álló út ugyanakkor még nincs kikövezve: a technológia egyelőre gyerekcipőben jár, a gazdasági, geopolitikai és szabályozási kihívások pedig tovább nehezítik a zöld átmenethez kapcsolódó beruházásokat. Eljött az ideje, hogy szembenézzünk a realitásokkal: ahhoz, hogy áttörést érjünk el, tervgazdálkodás helyett iparági ösztönzőkre, rugalmasságra és egyszerűsített, a regionális sajátosságokat figyelembe vevő szabályozásra van szükség.”



A MOL-csoport még tavaly márciusban frissítette hosszú távú Shape Tomorrow stratégiáját, amelyben elkötelezte magát az *okos energiaátmenet* mellett. A vállalat szerint csak fokozatosan lehet kiváltani a fosszilis energiahordozókat, hiszen a fenntarthatósági célok mellett a versenyképességi és ellátásbiztonsági szempontokat is figyelembe kell venni. A MOL stratégiájában kiemelt szerepet tölt be a hidrogén is: a cég 2024 áprilisában átadta Kelet-Közép-Európa eddigi legnagyobb, 10 megawatt kapacitású elektrolizáló üzemét, és folyamatosan vizsgálja a zöld hidrogén közlekedési célú felhasználását is. A százhalombattai létesítmény évente 1600 tonna tiszta, karbonsemleges zöld hidrogént állít elő, és ezzel évi 25 000 tonnával csökkenti a Dunai Finomító szén-dioxid-kibocsátását.

## Több mint duplájára növeli napenergia-termelését a MOL

A MOL megvásárolta a ballószögi naperőművet építő Naperőmű Farm Kft.-t, így 66 megawattal bővül és több mint duplájára növekszik a vállalat megújulóenergia-termelési kapacitása. A ballószögi felvásárlással és más beruházásokkal a MOL megújulóáram-termelése megközelíti a 200 MW-ot 2026 végére. Ezek a beruházások hozzásegítik a vállalatot, hogy csökkentse ipari tevékenysége karbonlábnyomát, de a saját felhasználáson túl – a közcélú hálózatra táplálással – üzleti vagy akár lakossági fogyasztókat is el akar látni zöld árammal.



A 100 hektáros ballószögi napelempark 113 000 napelemből áll, és 20 000 átlagos magyarországi családi ház fogyasztásával meg egyező áramot termel. A létesítményben a legmodernebb megoldásokat alkalmazzák: a panelek követik a nap mozgását, hogy biztosítsák a maximális termelést azokban az időszakokban is, amikor a hagyományos napelemes technológiák még vagy már nem hatékonyak. Az erőmű által termelt zöldáramot az ALTEO Energiaszolgáltató Nyrt.-n keresztül értékesítik. A MOL és partnerei 73,8%-os részesedést birtokolnak az ALTEO Energiaszolgáltató Nyrt.-ben, amely ~110 MW megújulóenergia-alapú erőművi (szél, nap, víz, biogáz) kapacitással rendelkezik.

A MOL-csoportnak jelenleg 6 magyarországi napelemparkja van, ezek együttes kapacitása 31,5 MW, a horvátországi naperőműkapacitás pedig 13,6 MW. A cég további naperőmű-beruházásokon dolgozik mindkét országban: 2026 végéig összesen 200 MW-ra akarja növelni a megújulótermelő-kapacitását. Ennek részeként a MOL Petrolkémia Tiszaújvárosban egy 48 MW kapacitású napelempark építésével bővíti zöldáramtermelését, amely várhatóan 2026 második negyedévére készül el.

A százhalombattai 10 megawatt kapacitású zöldhidrogén-üzem emellett évente 1600 tonna tiszta, karbonsemleges zöld hidrogént állít elő, amelyet az üzemanyaggyártás során használnak fel. A társaság Százhalombatta után Rijekában és Pozsonyban is tervez zöldhidrogén-üzemet.





# A kutatómunka mindig új motivációt ad

Beszélgetés Lihi Norbert Junior Prima-díjas kutatóval

*2024. december elején az MTA épületében tíz fiatal vehette át a Junior Prima „Magyar tudomány” kategóriában a szakmai kuratórium által odaítélt díjakat. A Magyar Fejlesztési Bank már 18. alkalommal támogatta 3–3 millió forinttal az értéktanteremtő tudományos tevékenységet felmutató, 33 évnél fiatalabb tehetségeket. Ebből az alkalomból készült a beszélgetés a tíz fiatal egyikével, Lihi Norbert egyetemi docenssel, a Debreceni Egyetem TTK Kémiai Intézetének oktatójával – eddigi pályájáról, munkájáról, a kutatásban szerzett tapasztalatairól. Minthogy a díjazottat személyesen is jól ismerem, a beszélgetés során engedtessek meg a közvetlenebb hangnem.*

*Az öröm mellett milyen érzések töltötték el, amikor megtudta, hogy te vagy az egyik díjazott 2024-ben?*

Éppen Budapesten tartózkodtam munkával kapcsolatos ügyek miatt, mikor e-mailben értesítettek a díj odaítéléséről. Az embernek mindig jólesik, ha egy független bizottság szakmailag érdemesnek találja egy ilyen jelentős díj elnyerésére. Hálás voltam azért, hogy a tíz díjazott egyike lehettem.

*Mikor és milyen hatások révén köteleződött el a természettudományok mellett és fordult érdeklődésed a kémia felé?*

Fiatalkoromban inkább a humán területek érdekelték, sokat olvastam és szerettem a történelmet. Ez azonban megváltozott, mikor a természettudományi tanulmányok is megjelentek az általános iskola éveiben. A természet olyan változása, hogy elemek, vegyületek alakulnak egymásba és ezáltal új anyag képződik, fiatalkori énemben egyfajta rajongást idézett elő a kémia iránt. Ezért is rendkívül szerencsésnek mondhatom magam, hogy mind általános, mind pedig középiskolában olyan kémia tanáraim voltak, akik időt és energiát nem sajnálva, teljes mértékben támogatták a kémia iránti szeretetemet. Általános iskolában ez a szeretet inkább a látványos kémiai reakciók reprodukálását, megértését jelentette, középiskolában pedig társult hozzá az a tudásanyag, kémiai, fizikai és matematikai téren is, ami megfelelő elméleti felkészültséget adott az egyetem első évéhez.

*Miért a Debreceni Egyetemet választottad?*

Ebben a kérdésben is a középiskolai kémia tanárnőmet tudom említeni, akivel sokat beszélünk arról, hogy milyen szak, vegyész vagy vegyészmérnök, lenne számomra a legjobb, és ő egyértelműen a vegyész szakot javasolta. Mivel akkor még nem igazán volt fix jövőképem arról, hogy mi lenne a legmegfelelőbb, hallgattam rá, és a Debreceni Egyetem kémia BSc-szakán kezdtem meg tanulmányaimat. Miskolci születésű vagyok, így Debrecen földrajzilag is közel volt, és a beiskolázási program miatt elég sokat hallottunk a Debreceni Egyetem képzéseiről. Szóval, erre esett a választás, amit nagyon jó döntésnek érzek. Elsőéves koromban már bekapcsolódhattam a kutatásba, másodéves koromtól pedig az oktatásban is részt vettem demonstrátor hallgatóként. Emel-



lett már az egyetemi évek alatt eljuthattam hazai és nemzetközi konferenciákra. Ezek az ingerek megalapozták annak a gondolatát, hogy a kutatói szférában gondoljam el a jövőmet.

*Nem gyakori, hogy valaki az MSc-fokozat megszerzése után az oldatkémia több területén, az oldategyensúlyok, az oldatszerkezet és az oldatfázisú reakciókinetika területén is eredményes kutatómunkát folytat. Mennyire összefüggő kutatások ezek, hogyan épülnek egymásra a megszerzett ismeretek?*

Ezek a kutatások részben összefüggenek, részben nem. Nem nagyképcsűségből mondom, hogy igen jó koordinációs kémiai, ol-



dategyensúlyi alapokkal rendelkezem, hiszen a DE Bioszervetlen Kémiai Kutatócsoportjából indultam. Itt megismertem az oldategyensúlyi kémia törvényszerűségeit, a fémkomplexek termodinamikai stabilitásának meghatározását és az oldatfázisban képződő komplexek szerkezetére vonatkozó vizsgálómódszereket. Ezután kapcsolódtam be az oldatfázisú kinetikai kutatások nemzetközi szinten is elismert kutatócsoportjába a DE Redoxi Reakciómechanizmusok Kutatócsoportban. Itt erőteljes szemléletváltáson kellett átesni, hiszen élen uralkodott bennem a termodinamikai szemlélet. Ezt jól példázza, hogy az általunk tanulmányozott rendszerekben gyakran előfordul, hogy egy oldatfázisú reakció katalitikusan aktív részecskéje nem az, amit mi oldategyensúlyi módszerekkel feltételezünk, hanem egy kisebb mennyiségben előforduló reaktív részecske. Mindazonáltal elengedhetetlen a rendszer teljes oldategyensúlyi ismerete ahhoz, hogy utána a reaktív részecskékre is javaslatot tudjunk tenni.

*Elmondanád, milyen kémiai problémák foglalkoztatnak most leginkább?*

Kutatócsoportunkban antioxidáns tulajdonságú átmenetifémkomplexek előállításával és vizsgálatával foglalkozunk. A szervezetben számos olyan káros részecske található, amelyek mennyiségének megemelkedése negatív élettani elváltozásokat eredményezhet. Ezek ártalmatlanításához nem mindig elegendő a szervezetben termelődő antioxidánsok mennyisége, további antioxidánsokra van szükség. A mi munkánk két káros anyag, a szuperoxid-gyökion és a peroxinitrit-anion lebontására fókuszál. Ezeknek a részecskéknél az élettartama nagyon rövid, így gyorskinetikai módszerekkel vizsgáljuk bomlásukat. Jelenleg intenzíven foglalkozunk olyan „kétfunkciós” antioxidánsok fejlesztésével, amelyek mindkét részecske egyidejű bomlását képesek katalizálni. Ezen túlmenően szeretnénk a vegyületeinket való biológiai rendszerekben is tesztelni, hiszen amit a kémikus a lombikban lát, közel sem biztos, hogy egy biológiai rendszerben is ugyanúgy valósul meg. Itt válik nagyon fontossá, hogy a vegyületeinket nemcsak termodinamikai, hanem kinetikai módszerekkel is széleskörűen tudjuk jellemezni.

*Mindkét lebontandó részecske rendkívül reaktív. A szervezet hasznos biomolekuláinak nagy részét roncsolni fogja. Hogyan próbáljátok elérni azt, hogy a ti antioxidáns molekuláitok kitüntetett affinitást mutassanak az elbontani kívánt reaktív részecskékhöz, így hatásosak legyenek a biológiai rendszerekben?*

Az általunk vizsgált reaktív részecskék bomlásának katalízise valószínűleg redoxifolyamathoz köthető. Ezért ezeket a részecskéket olyan módon kell lebontani, ami ezt a redoxibomlást segíti. Célzerűen ehhez könnyen vegyérték-változó fémionokra (réz, vas, mangán vagy éppen nikkel) van szükség. Az a feladat, hogy ezeket a fémionokat úgy csomagoljuk be, hogy megfelelő koordinációs környezetet alakítsunk ki nekik, amelyek a katalitikus hatásukat erősítik, de közben elég stabilak maradnak ahhoz, hogy megakadályozzák a fémionok felszabadulását.

*Bizonyára érdekeled, hogy tapasztalható némi elbizonytalanodás a kutatói pályán, az utánpótlás biztosítása terén. Csökkent az érdeklődés a doktori fokozat megszerzése vagy a posztdoktori pályázatok elnyerése iránt. Az OTKA megszűnésével, a kutatástámogatás reményének csökkenésével, a „megélhetési kutatók” degradáló kifejezés meghonosodásával, újabban a HUN–REN alapítványi kiszervezésével nőtt a bizonytalanság a kezdő kutatójelöltek körében. Te hogy látod ezt a kérdést és a jövődet, mint jobb sorsra érdemes fiatal kutató?*

A helyzet röviden megfogalmazva több mint elkeserítő. A kutatói, oktatói életpálya nem kecsegtető, hiszen könnyen be lehet látni, hogy egy megélhetésért dolgozó fiatal nem fog PhD-képzést folytatni, ha az anyagi körülményei nem engedik meg. A PhD-képzés alapösztöndíja jelen formájában nem elég a megfelelő életminőség biztosítására, számos hallgató máshol folyó munkája mellett végzi a képzést, ami a minőség romlását is eredményezi. Nem feltétlenül a hallgató/témavezető hibájából, hanem pusztán azért, mert nincs kellő idő a megfelelő minőségű és mennyiségű kutatás elvégzéséhez. A „megélhetési kutatók” kifejezést nem kívánom kommentálni, ez a fajta médiában is megjelenő szóhasználat csak tovább erősíti azt a negatív benyomást, amit a társadalom vizionál a felsőoktatásban, akadémiai szférában dolgozó kutató és oktató kollégák munkájáról. Bár ilyenkor érdemes feltenni azt a kérdést, hogy nem a „megélhetési kutató(k)”-nak köszönhetjük-e azt, hogy egy adott személy szakmailag sikeres, munkájában jól teljesítő diplomássá vált.

A kutatásfinanszírozási rendszer bizonytalansága egyre jobban érezteti hatását a mindennapi munkában. Habár a modellváltás eredményeképpen van törekvés a kutatás finanszírozásának növelésére (publikációs támogatás, áthidaló pályázatok), ezek értelem szerűen nem olyan mértékűek, mint a korábbi OTKA-pályázatok anyagi támogatásai. Ez igazából azt eredményezi, hogy egy nagyobb összegű pályázat hiányában ma a kutatók jó, ha egy-



A kutatócsoport az MTA székházban a Polányi Mihály Fiatal Kutatói Díj átadása után, 2023-ban



### Sikeres kari TDK-konferencián

kétéves időtartamra látják előre munkájuk finanszírozását, és ez a fajta bizonytalanság, kiszámíthatatlanság feszültséget teremt. Ezen a helyzeten mindenképpen változtatni kellene, amire véleményem szerint az idén megreformált, korábban OTKA-nak nevezett pályázatok nem alkalmasak. Egy jól átgondolt, kiszámítható kutatói életpályamodell és megfelelő kutatástámogatás talán vonzóbbá tenné a fiatalok számára ezt a pályát. A jövőmet illetően a fent elmondott bizonytalanság szintén igaz. Nem szeretek pesszimistán tekinteni előre, de a racionalitás sajnos ezt mondja velem.

*Egyetemen dolgozók esetén a kutatás mellett a tudományos ismeretek átadása is alapvető feladat. Mennyire veszel részt az oktatásban és tudod a két tevékenység egyensúlyát biztosítani?*

Véleményem szerint jelentős mértékben részt veszek a tanszékünk oktatási feladataiban, a szervetlenkémia- és koordinációs-kémia-előadások, szemináriumok és laboratóriumi gyakorlatok jelentik az oktatási profilom fő vonalát. Emellett aktívan dolgozunk kollégáimmal a 37. OTDK Kémiai és Vegyipari Szekciójának előkészítésén, ami most sok időmet elveszi. Természetesen a kutatásnak is mennie kell. Szerencsés vagyok, mivel rendkívül jó csoportban dolgozom, és közvetlen kollégáim a munka „kétkezi” részét nagyon aktívan végzik, így hatékonyan tudunk egy csapatként haladni.

*Rendkívül sokat jelent egy jó munkahelyi csapatban dolgozni. Magam is megtapasztaltam ezt: az említett Bioszervetlen Kémiai Kutatócsoportban nőttem fel, ott „szocializálódtam”, és amikor Szegedre kerültem, azt hiszem, többé-kevésbé sikerült valami hasonlót megvalósítanom – persze volt mire építenem – ott is (de erről az ottani kollégáimat kellene megkérdezni). A lényeg, a jó munkahelyi környezet meghatározza az ember mindennapjait.*

Egyetértek ezzel. Habár a mi kutatócsoportunk több típusú kutatást is végez párhuzamosan, sok szakmai egyeztetést folytatunk, és többször is előfordult, hogy egy szakmai kérdésben egy más témán dolgozó kolléga által felvetett nézőpont nyitott új perspektívát és oldotta meg az adott problémát.

*Sokan gondolják, hogy a vezető oktatói kinevezéshez indokolt lehet hosszabb idejű külföldi tanulmányút, hogy legyen az illetőnek tapasztalata egy külföldi intézmény életével kapcsolatban is. Mi erről a véleményed?*

Korábban ezt az állítást igaznak gondolták. Ugyanakkor tisztában kell lenni azzal, hogy akkor ezek a tanulmányutak azt a

célt is szolgálták, hogy egy kutató egy, a hazájában nem elérhető technikát, módszert tanuljon meg. A mai világban ezek a fajta infrastruktúrák már hazai szinten is elérhetővé váltak, így véleményem szerint a többszöri, de rövidebb tanulmányutak már elegendők arra, hogy a hazai kutatók megszerezzék azt a tudást, amelyet a külföldi utak nyújtanak, a többi szakmai jellegű egyeztetés pedig gördülékenyen működik az online térben.

*Megszaporodtak a szakmai konferenciák, a költségeik viszont irreálisan megnöttek. Ennek ellensúlyozására egyre több az online vagy hibrid konferencia. Ezek nélkülözik a személyes jelenlétet és a személyes kapcsolatok kialakításának lehetőségét. Ez nagyon nagy hiányosság. (Én minden szakmai kapcsolatomat konferenciákon indítottam.) Hogy látod ezt a kérdést?*

Az online konferenciák egy olyan világban váltak fontossá, ahol a járványhelyzet nem engedhette meg a személyes jelenlétet, ami érthető is volt. Én úgy gondolom, hogy egy kutató megítélése esetén fontos, hogy ki tudjon állni a szakmájában jártas közönség elé és megfelelő színvonalon tudja bemutatni az eredményeit, képes legyen válaszolni a szakmai vitában elhangzó kérdésekre. Ehhez gyakorlás kell, amelyre az online/hibrid konferenciák nem feltétlenül alkalmasak. A szakmai kapcsolatok kiépítésén túl kiemelném még a szakmai kapcsolatok ápolását is, hiszen ezeken a konferenciákon azokkal a kutatótársakkal is tartalmasabb beszélgetést folytathatunk, akikkel addig elektronikus formában tartottuk a kapcsolatot. Egy ilyen pezsgő szakmai légkör hangulatát nem tudja visszaadni az online/hibrid konferencia.

*Mivel töltöd szabadidődet, amit nem az egyetem, a kémia köt le?*

Jelenleg nem túl sok a szabadidőm, megszaporodtak a teendők az egyetemen. A sport ugyanakkor szerves részét tölti ki a szabadidőmnek, heti 5–6 alkalommal igyekszem eljárni edzésekre, tipikusan kora hajnalban. Ez amiatt is fontos, hogy a mentális egészséget meg tudjam őrizni. Emellett szívesen olvasok, bár erre nem túl sok időm jut manapság, néha egyszerűbbnek érzem, ha egy hosszabb nap után hazamegyek és nem csinálok semmit.

*Azért remélem, néha marad időd arra is, hogy egy kicsit a fiatalok felszabadultabb, könnyedebb életét éljed. Alapvetően vidám, társaságkedvelő fiatalnak ismertelek meg.*

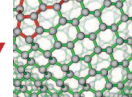
Igen, azért erre is jut egy kis idő.

*Megtudhatunk néhány részletet egy, a pályája elején álló fiatal életkezdetének sikereiről, problémáiról?*

Általánosságban a siker kevés, probléma pedig mindig van. A kutatói, oktatói pálya nemcsak a szakma művelését és a tudás átadását jelenti, hanem más társadalmi feladatokat is ró az emberre (konferenciaszervezés, középiskolai versenyben való részvétel, Kutatók Éjszakája rendezvénysorozat). Ezeket tanulni kell, tapasztalatot szerezni bennük, ami sok időt vesz igénybe. Mindazonáltal egy szakmai elismerés, egy hosszú kutatómunka eredményeit bemutató kézirat, előadás mindig új motivációt ad, ami miatt érdemes ezt folytatni.

*Kívánom, hogy pályádat további sikerek kísérjék, és a fiatal kutatók szakmai előrehaladását ma beárnyékolni látszó nehézségek oldódjanak, az értéktérítő kutatások a jövőben is támogatásra leljenek.*

Kiss Tamás

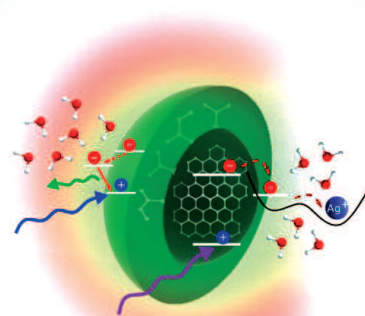


Bélafiné Bakó Katalin

■ Pannon Egyetem, Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutató Csoport

belafine.bako.katalin@mk.uni-pannon.hu

# Szén nanopöttyök



## Bevezetés

A szénelapú anyagok fontos szerepet játszanak az iparban: a tradicionális, ipari szenektől (aktív szén, grafitok) a szénszálakon és szénszál kompozitokon át az újabb szén nanoanyagokig (grafén, egy- és többretegű nanocsövek). Más, tudományos nézőpontból és szigorúan a szerkezeti felépítést tekintve négy különféle csoportba oszthatók ezek az anyagok: gyémánt, fullerén, grafén és nanocsövek [1]. E csoportokhoz csatlakozik a szén nanopöttyök családja.

A szén nanopöttyök (*carbon nano dots*) vagy kvantumpontok (*quantum dots*) olyan szén nanoanyagok, amelyek mérete kisebb, mint 10 nm. (Sokszor a CD (*carbon dots*) rövidítést használják a publikációkban, ami nem összekeverendő a *compact disc* (CD) fogalmával...)

Xu és társai véletlenül fedezték fel a szén nanopöttyöket 2004-ben, amikor egyrétegű nanocsövecskék tisztításával foglalkoztak [2], és fluoreszkáló nanorészecskéknak nevezték őket. A szén (kvantum- vagy nano-) pöttyök (*carbon quantum/nano dots*) elnevezést csak később, 2006-ban Sun és munkatársai kezdték használni [3], hogy meg lehessen különböztetni ezeket az anyagokat más, szintén szénelapú, de alapvetően eltérő felépítésű szén (nano)szerkezetektől.

A nanopöttyök „kvázinulla” kiterjedésű anyagoknak tekinthetők [4, 5], s kedvező tulajdonságaiknak köszönhetően nagy figyelmet keltettek az utóbbi időszakban. A szén nanopöttyöket a fluoreszkáló anyagok családjának vadonatúj, kvantumméretű tagjaként tartják számon.

## A szén nanopöttyök előállítása

A szén nanopöttyök alapvetően kétféle módon állíthatók elő: ún. „top-down” vagy „bottom-up” módszerrel. Ezek a nanotechnológiában sokszor használt terminusok arra a stratégiára utalnak, amelynek segítségével nanoanyagokat lehet előállítani. A terminusokat először a Foresight Institute, egy San Franciscóban működő nonprofit kutatóintézet kezdte használni 1989-ben [6]. Míg a „top-down” eljárásnál nagyobb strukturákból kiindulva fokozatosan csökkentik az anyag méretét (széttörik), addig a „bottom-up” technikánál éppen fordítva: apró prekursorokból kiindulva építik fel a szerkezetet.

A „top-down” eljárásnál grafitból, grafénből, szénszálakból, szén nanocsövekből indulnak ki, s a fragmentálást lézeres technikával, illetve elektrokémiai módszerekkel viszik véghez. Zhao és munkatársai [7] például többfalú szén nanocsöveket növesztettek egy indigószerű papíron, amelyeket elektrolitot tartalmazó elektrokémiai cellába helyeztek. Ennek eredményeként a nanocsövek feldarabolódtak.

A „bottom-up” eljárásokat először 2008-ban alkalmazták szén nanopöttyök előállítására [8] Bourlinos és munkatársai, akik a

kémiai szintézis útját követték. Ennél az eljárásnál kisméretű prekursorok: szénhidrátok, polimerek, savak stb. használhatók a szintézishez a legkülönbözőbb technikák segítségével, ahol oligomerek és keresztkötések kialakulásán át vezet az út a szén nanopöttyök eléréséig. Zhu és kollégái [9] például polietilén-glikolból indultak ki, és mikrohullámú besugárzást használtak. Stachowska és csapata [10] citromsav és karbamid elegyét alkalmazta, és pirólízissel dolgozott. De lézerekkel kiváltott hősokk- és hidrotémális eljárások is szóba jöhetnek... [4, 5]. Fawaz és munkatársai [11] folsavoldatból, lúggal és termális kezeléssel állítottak elő nanopöttyöket, és dialízissel tisztították őket.

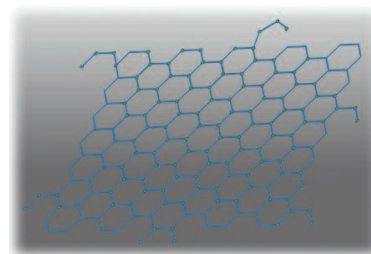
A szén nanopöttyök előállításánál sokszor a felületet is módosítják [12] (pl. funkciós csoportok bevitelével), így az adott anyag tulajdonságait is változtatni, „hangolni” lehet.

## Csoportosítás

A szén nanopöttyök felépítésük szerint három csoportba oszthatók [4, 13]:

- grafén kvantumpontok (*graphene quantum dots*, GQDs)
- szén kvantumpontok (*carbon quantum dots*, CODs)
- szenesített polimer pontok (*carbonized polymer dots*, CPDs)

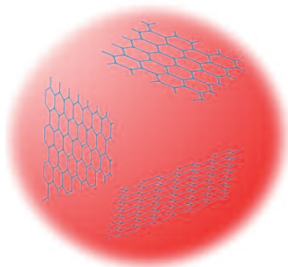
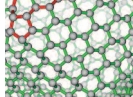
Ezek a szerkezetek képződésük módjában, mikro/nanostruktúrájukban és tulajdonságaikban is különböznek. A grafén kvantumpontok (**1. ábra**) egy- vagy néhány rétegű grafit szerkezettel rendelkeznek, s általában „top-down” eljárással állítják őket elő grafitporból, szénszálakból, szénrudakból, szén nanocsövekből darabolással. Szerkezetük így anizotróp, egyik dimenziójuk (hossz) nagyobb, mint a másik kettő (szélesség, magasság), s felszínükhöz vagy a rétegek közé funkciós csoportok köthetők, amelyek módosíthatják tulajdonságaikat.



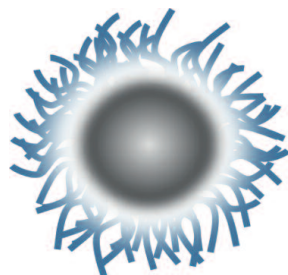
**1. ábra.**  
Grafén kvantumpont  
szerkezete

Egyes szakirodalmak szerint a grafén kvantumpontok mellett megkülönböztethetők az ún. grafit szén-nitrid kvantumpontok (*graphitic carbon nitride quantum dots*, g-CNQD) [13], amelyek a grafén kvantumpontok analógjainak tekinthetők, de nitrogént tartalmaznak.

A szén kvantumpontok (**2. ábra**) és a szenesített polimer pontok (**3. ábra**) gömb alakúak, és főként a „bottom-up” módszerrel lehet előállítani őket [13], kisebb molekulákból, polimerekből, sőt akár biomasszából is. A szén kvantumpontok belsejében



2. ábra. Szén kvantumpont felépítése



3. ábra. Szénestített polimer pont szerkezete

többrétegű, nagy széntartalmú, egymáshoz kapcsolódó kristályos réteg, rács található.

A szénestített polimer pontok polimer-hibrid nanoszerkezetet mutatnak. Előállításuk során a prekursorok kezelésénél először polimerizáció játszódik le, keresztkötések alakulnak ki [13], és a szerkezet kissé merevebbé válik. Közben egy szimultán szenesedési folyamat is érzékelhető, s ahogy a reakcióidő és -hőfok növekszik, a polimer struktúrák fokozatosan gyengülnek, a szenesedési folyamat erősödik, ami együtt jár egy mag megjelenésével (s növekedésével) a szén nanopötty közepén.

## Tulajdonságok

A szén nanopöttyök általános jellemzője, hogy erős abszorpciót mutatnak [4] az ultraibolya tartományban (200–400 nm) és erősen, fényesen fluoreszkálnak. A legtöbb esetben kék, illetve zöld fényt bocsátanak ki, de a legújabb kutatások már vörös, sőt közeli infravörös emissziót is demonstráltak. Az egyik fontos kutatási irány, hogy minél keskenyebb sávú emissziót lehessen megvalósítani, s ebben valószínűleg kulcsszerepe van a szén nanopöttyök alaptulajdonságainak, amilyen például a tisztasági fok vagy az egységes méreteloszlás.

A szobahőmérsékleten érzékelhető foszforeszkálás [4] egyes szén nanopöttyök másik vonzó tulajdonsága. Ehhez természetesen megfelelő alapanyagokból (pl. polivinil-alkohol) kiinduló szintézismódszert kell alkalmazni.

Ezeket a lumineszcenciás tulajdonságok igen sok helyen felhasználhatók, ráadásul anyagaink további kedvező tulajdonságokkal is rendelkeznek: jó stabilitás és konduktivitás, biokompatibilitás, alacsony toxicitás, környezetbarát karakter. A fotolumineszcencia mellett kemi- és elektrolumineszcencia jelensége is előfordul a szén nanopöttyöknél [13], amelyek tovább bővíthetik az alkalmazások körét.

## Alkalmazások

A szén nanopöttyök alkalmazási lehetősége meglehetősen széles körű már most is, felfedezésük után két évtizeddel. Fluoreszcens és biokompatibilis tulajdonságuknak köszönhetően a nagy felbontású biológiai képalkotásban (bioimaging) játszhatnak fontos szerepet [14]. Szén nanopöttyöket tartalmazó oldatot injektálva

egy élő testbe in vivo képet kaphatunk a belső folyamatokról, például detektálási, diagnosztikai célokból.

Szintén jelentős felhasználási lehetőség a szenzorika. Jin és munkatársai számoltak be először arról, hogy  $\text{Fe}^{3+}$ -ionokat detektáltak szén nanopöttyök segítségével már 2012-ben, majd később további fémionok, hidrogénion, anionok és más molekulák meghatározására is alkalmazták őket [15].

Az említett felhasználási területeken rendkívül fontos, hogy a szén nanopöttyök diszperziós tulajdonságaival is tisztában legyünk. Sok beszámolóban „vízoldható”, illetve „olajban oldható” szén nanopöttyökről számolnak be [4], de ez így nem pontos terminológia. Igazából ezek az anyagok kolloid formában léteznek, ezért inkább hidrofíli, hidrofób, illetve amfifil tulajdonságúnak nevezhetjük őket attól függően, hogy (főként) milyen funkcionális csoportok találhatók a felületükön. Amennyiben ezek például  $-\text{OH}$  vagy  $-\text{COOH}$  csoportok, akkor egyértelműen hidrofíli részecskéről van szó. A diszperziós tulajdonságokat természetesen az előállítási körülmények is erősen befolyásolják.

A szén nanopöttyök gyógyszerek, hatóanyagok kontrollált célba juttatásánál (controlled release) is használhatók [16]. A hatóanyagok mellett a hatóanyagok fluoreszcens nyomkövetése is megoldható a segítségükkel. A mikrobiális üzemanyagcelláknál az elektrodok szén nanopöttyökkel történő módosításával jelentős hatékonyságnövekedés érhető el [21].

Sokféle szén nanopötty képes különböző hullámhosszúságú fényt elnyelésére, s így alkalmazhatóak fotokatalitikus [17] technológiákban, ahol például különféle szennyezők lebontásánál lehet szerepük. De vizsgálatok folynak napelemek, szuperkondenzátorok, tölthető elemek és egyéb energetikai célú alkalmazási esetekben is.

## Összefoglaló értékelés

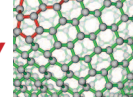
A fluoreszkáló szén nanopöttyök felfedezésük óta amolyan „hot-spot” kutatási területté váltak világszerte, s igen széles kutatói érdeklődést váltottak ki [18, 19, 20]. Rendkívül széles és ígéretes felhasználási területük anyagmérnöki forradalmat ígér. Összeállítasomat egy idézettel zárom – a szénelapú anyagoknál maradván –, ami talán pontosan jelzi ezeknek az anyagoknak a fontosságát [13]: „Végül, de nem utolsósorban úgy hisszük, hogy a szén nanopöttyök fejlődése jelentős hatással lesz az anyagtudomány evolúciójára éppúgy, mint a graféné!”

### Köszönetnyilvánítás

Készült az RRF-2.3.1-21-2022-00014 azonosítószámú „Éghajlatváltozás Multidiszciplináris Nemzeti Laboratórium létrehozása” elnevezésű projektben a Magyarország Helyreállítási és Ellenállóképességi Tervének keretében, az Európai Unió Helyreállítási és Ellenállóképességi Eszközének támogatásával.

### IRODALOM

- [1] Maduraiveeran, G., Jin, W.: Carbon nanomaterials: Synthesis, properties and applications in electrochemical sensors and energy conversion systems. *Materials Science and Engineering: B* (2021) 272, 115341.
- [2] Xu, X., Ray, R., Gu, Y., Ploehn, H.J., Gearheart, L., Raker, K., Scrivens, W.A.: Electrophoretic Analysis and Purification of Fluorescent Single-Walled Carbon Nano-tube Fragments. *J. Am. Chem. Soc.* (2004) 126(40), 12736–7.
- [3] Sun, Y.P., Zhou, B., Lin, Y., Wang, W., Shiral Fernando, K.A., Pathak, P., Meziani, M.J., Harruff, B.A., Wang, X., Wang, H., Luo, P.G., Yang, H., Kose, M.E., Chen, B., Veca, L.M., Xie, S.Y.: Quantum-Sized Carbon Dots for Bright and Colorful Photoluminescence. *J. Am. Chem. Soc.* (2006) 128, 7756–7757.
- [4] Liu, J., Li, R., Yang, B.: Carbon dots: a new type of carbon-based nanomaterial with wide applications. *ACS Cent. Sci.* (2020) 6, 2179–2195.
- [5] Wang, Y., Hu, A.: Carbon quantum dots: Synthesis, properties and applications. *J. Mat. Chem. C.* (2014) 2(34), 6921–39.
- [6] Drexler, K.E., Peterson, C.: Nanotechnology and Enabling Technologies. *Foresight Briefing No. 2*, 1989.



- [7] Zhou, J., Booker, C., Li, R., Zhou, X., Sham, T.K., Sun, X., Ding, Z.: An Electrochemical Avenue to Blue Luminescent Nanocrystals from Multiwalled Carbon Nanotubes (MWCNTs). *J. Am. Chem. Soc.* (2007) 129(4), 744–5.
- [8] Bourlino, A. B., Stassinopoulos, A., Anglos, D., Zboril, R., Karakassides, D., Gianelis, E.P.: Surface functionalized carbogenic quantum dots. *Small* (2008) 4, 455–458.
- [9] Zhu, H., Wang, X., Li, Y., Wang, Z., Yang, F., Yang, X.: Microwave synthesis of fluorescent carbon nanoparticles with electrochemiluminescence properties. *Chem. Comm.* (2009) 34, 5118–20.
- [10] Stachowska, J.D., Murphy, A., Mellor, C., Fernandes, D., Gibbons, E.N., Krysmann, M.J., Kellarakis, A., Burgaz, E., Moore, J., Yeates, S.G.: A rich gallery of carbon dots based photoluminescent suspensions and powders derived by citric acid/urea. *Sci. Reports*, (2021) 11(1). doi:10.1038/s41598-021-89984-w. PMC 8131706
- [11] Fawaz, W., Hasian, J., Alghoraibi, I.: Synthesis and physicochemical characterization of carbon quantum dots produced from folic acid. *Scientific Reports* (2023) 13, 18641.
- [12] Zeng, Q., Feng, T., Tao, S., Zhu, S., Yang, B.: Precursor-dependent structural diversity in luminescent carbonized polymer dots (CPDs): the nomenclature. *Light: Science & Applications* (2021) 10, 142.
- [13] Li, S., Li, L., Tu, H., Zhang, H., Silvester, D.S., Banks, C.E., Zo, G., Hou, H., Ji, X.: The development of carbon dots: From the perspective of materials chemistry. *Materials Today* (2021) 51, 188–207.
- [14] Wang, B., Cai, H., Waterhouse, G.I.N., Qu, X., Yang, B., Lu, S.: Carbon Dots in Bioimaging, Biosensing and Therapeutics: A Comprehensive Review. *Small Sci.* (2022) 2, 2200012.
- [15] Wang, D., Wang, L., Dong, X., Shi, Z., Jin, J.: Chemically tailoring graphene oxides into fluorescent nanosheets for Fe<sup>3+</sup> ion detection. *Carbon* (2012) 50(6), 2147–2154.
- [16] Kaurav, H., Verma, D., Vermal, D., Bansal, A., Kapoor, D.N., Sheth, S.: Progress in drug delivery and diagnostic applications of carbon dots: a systematic review. *Front. Chem.* (2023) 11, 1227843.
- [17] Fernando, K. A., Shiral, B., Sahu, S., Liu, Y., Lewis, W.K., Gulians, E.A., Jafariyan, A., Wang, P., Bunker, C.E., Sun, Y.P.: Carbon Quantum Dots and Applications in Photocatalytic Energy Conversion. *ACS Applied Materials & Interfaces* (2015) 7(16), 8363–76.
- [18] Kottam, N., Smrithi, S. P.: Luminescent carbon nanodots: Current prospects on synthesis, properties and sensing applications. *Methods Appl. Fluoresc.* (2021) 9, 012001.
- [19] Mintz, K.J., Bartoli, M., Rovere, M., Zhou, Y., Hettiarachchi, S.D., Paudyal, S., Chen, J., Domena, J.B., Liyanage, P.Y., Sampson, R., Khadka, D., Pandey, R.R., Huang, S., Chusuei, C.C., Tagliaferro, A., Leblanc, R.M.: A deep investigation into the structure of carbon dots. *Carbon* (2021) 173, 433–447.
- [20] Sivasankarapillai, V.S., Kirthi, A.V., Akksadha, M., Indu, S., Dharshini, U.D., Pushpamalar, J., Karthik, L.: Recent advancements in the applications of carbon nanodots: exploring the rising star of nanotechnology. *Nanoscale Adv.* (2020) (2) 760.
- [21] Loukanov, A., Angelov, A., Takahashi, Y., Nikolov, I., Nakabayashi, S.: Carbon nanodots chelated with metal ions as efficient electrocatalysts for enhancing performance of microbial fuel cell based on sulfate reducing bacteria. *Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects* (2019) 574, 52–61.

Az irodalomgyűjtés lezárva: 2025. január 2.

## Az ABB mexikói gyártóüzeme két év alatt 80 százalékkal csökkentette a teljes károsanyag-kibocsátást

Az ABB technológiai vezető szerepet tölt be az energetika és az automatizálás területén. Mérnöki és digitalizációs szakértelmének összekapcsolásával segít az iparágaknak abban, hogy nagy teljesítményt érjenek el, miközben hatékonyabbá, termelékenyebbé és fenntarthatóbbá válnak, és így túlszárnyalják korábbi termelési eredményeiket. A vállalat több mint 140 éves múltra tekint vissza, világszerte több mint 105 000 alkalmazottat foglalkoztat. Magyarországi vállalata, az ABB Kft. 1991-ben alakult, azóta az egyik vezető szállítóként van jelen a hazai közmű-, valamint energetikai szektorban.

Az ABB a mexikói Saltillóban található, terhelési központokat és biztonsági kapcsolókat gyártó üzeme az elmúlt két évben 80 százalékkal csökkentette a károsanyag-kibocsátást. A legfrissebb adatok azt mutatják, hogy a telephely szén-dioxid-egyenértékben számítva több mint 5200 tonnával csökkentette a károsanyag-kibocsátást a 2022-es bázisidőszakhoz képest.

Az okosépület-technológia és a fotovoltaikus (PV) rendszer bevezetése jelentősen hozzájárult a szén-dioxid-kibocsátás mintegy 80 százalékos csökkentéséhez, köszönhetően a helyszínen napenergiából előállított villamos energiának, a zöldenergia-beszerzések integrálásának és az energia-termelékenység optimalizálásának.

Az üzem az ABB Ability Energy Manager intelligens energiagazdálkodási rendszerrel elemzi az energiafogyasztási mintákat, és valós időben azonosítja az energiafelhasználás optimalizálásának és a hatékonyság javításának módjait, az ener-



giaigény ingadozásának függvényében. Az adatok elemzésén túl a rendszer több mint 1000 napelempanelt integrál a létesítmény energiarendszerébe. A panelek évente 980 MWh-t szolgáltatnak, ami az üzem energiaszükségletének körülbelül 10%-át fedezi, míg a fennmaradó áramigényt mexikói megújuló projektekből szerzik be nemzetközi megújulóenergia-tanúsítványokon (I-REC tanúsítványokon) keresztül. Az elektromos járművek (EV) töltésére szolgáló ABB Terra AC fali gyorsítótelepítések tovább erősítik a telephely fenntartható közlekedés iránti elkötelezettségét.

Az ABB saltillói üzeme 2019-ben kezdte meg fenntarthatósági programját a „Clean Industry” tanúsítvány megszerzésével, amit 2020-ban mozgásérzékelők, LED-es világítás és külső napelembes világítás telepítése követett. Emellett a létesítmény tetőszerkezetébe tetőablakokat építettek be, amelyek kihasználják a napfényt, és a nappali

műszakok alatt szükségtelenné teszik a világítást. A mesterséges megvilágítástól való függőség csökkentése mellett ez jelentős, évi közel 1800 MWh energiamegtakarítást eredményezett.

A víztakarékosság iránti elkötelezettség jegyében a felhasznált víz több mint 60 százalékát (3760 m<sup>3</sup>) egy helyszíni szennyvíztisztító telepre vezetik. Az üzem a kezelt vizet kertészeti célra hasznosítja. Ezek az intézkedések hozzájárulnak a térség vízhiányának csökkentéséhez.

Az ABB szigorú, tudományosan megalapozott, nettó nulla kibocsátási céljai összhangban állnak a Tudományos Alapú Célok kezdeményezés (Science Based Targets initiative/SBTi) Net-Zero szabvánnyal. A vállalat skálázható programja, a Mission to Zero, magában foglalja az energiatermelést, az energiagazdálkodást, valamint az ipari és kereskedelmi tevékenységekben alkalmazható épületautomatizálását is.



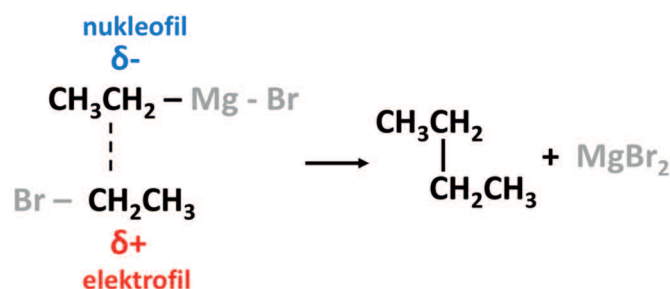
Róka András

# A Grignard-reagensről, Kajtár Márton-osan

**H**a elkészülhetett volna a „Bruckner-sorozat” I–I. kötetének 7. kiadása, akkor Kajtár Márton már biztosan Oláh György eredményeivel egészítette volna ki a Grignard-reagens tárgyalását. Úgy képezem, hogy hasonlóképpen:

A magnézium Grignard által alkalmazott reakciója alkil- vagy aril-halogenidekkel egyáltalán nem látványos. Még pislákoló fény sem jelenik meg, nincs süvítés, robbanás vagy bármi más hanghatás, ráadásul lassú is. Aki egy kicsit járatos a kémia terén, az mégis rácsodálkozik arra, hogy a fémes magnézium – az alacsony hőmérséklet ellenére – „feloldódik” a szerves vegyületben, mi több, a reakcióelegy még fel is melegszik.

A fémeket és a nemfémes elemeket, mint a szóban forgó magnéziumot és szén, a szerves kémia terén elkülönítjük. Egy „fémből” és egy szerves komponensből álló „fémorganikus” vegyület a századfordulóig – még a nagy Berzelius számára is – legalább annyira elképzelhetetlen volt, mint Wöhler előtt a szervesből szerves vegyületet előállítás. A vis vitalis elmélet bukása után a szerves kémia ugyan rohamos fejlődésnek indult, de azt, amit a növények a környezet hőmérsékletén játszi könnyedséggel oldanak meg, a kémikusoknak sokáig nem sikerült megvalósítaniuk: Szén-szén kötés kialakításával a szénláncot meghosszabbítani vagy molekulákat összekapcsolni (1. ábra).

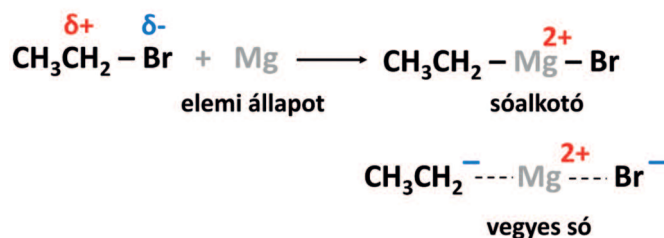


1. ábra. A szénlánc meghosszabbításához vezető szén-szén kötés kialakítása alacsony hőmérsékleten, a Grignard-reagens segítségével

Ebben rejlik Grignard munkásságának jelentősége, amiért 1912-ben Nobel-díjat kapott. Az általa felfedezett reagens segítségével új, korábban elképzelhetetlen lehetőségek nyíltak meg a szerves vegyületek szintézisében. A Nobel-díj indoklása is így szólt: „for the discovery of the so-called Grignard reagent, which in recent years has greatly advanced the progress of organic chemistry” – az úgynevezett Grignard-reagens felfedezéséért, amely az elmúlt években nagymértékben előmozdította a szerves kémia fejlődését.

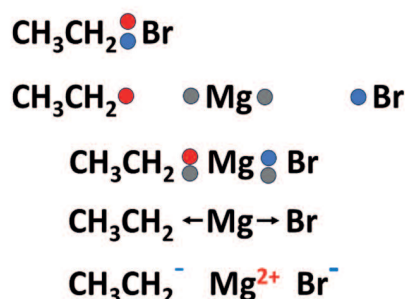
A Grignard-reagens sószerű vegyület, pontosabban vegyes só, amelyben a „magnézium” beépül a szén- és a halogénatom közé

(2. ábra). Ez első közelítésben elgondolkodtatónak tűnik, hiszen a halogénatom nagyobb elektronegativitása miatt a hozzá kapcsolódó szénatom elektronhiányos, elektrofil centrum. Miért és hogyan képes beékelődni a kezdetben még részlegesen pozitív szénatom mellé a kétszeresen pozitív töltésű magnéziumion? Miért nem taszítják egymást?



2. ábra. Az elemi állapotú „magnézium” vegyes sót alkotva beépül a szerves és a szerves anion közé

Az elektronok száma szerint persze megengedhető az elektromosan semleges megoldás: egy magnéziumatom beékelődése kovalens jellegű kötéssel, egy-egy elektronjával a szén-klor kötés egy-egy elektronja közé (3. ábra). Majd a kötések az új elektronegativitás-különbségeknek megfelelően polarizálódnak, és szélsőségesen fogalmazva a karbéniumion és a halogénion kompenzálja a magnéziumion kétszeres pozitív töltését.



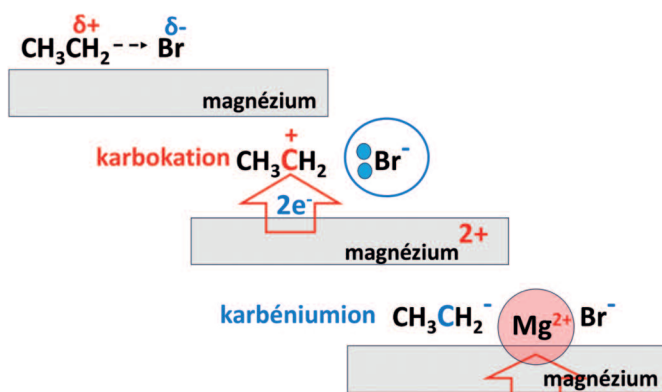
3. ábra. A magnéziumatom beékelődése kovalens jellegű kötés kialakulásával. A magnéziumatom egy-egy elektronja kötésként alakít ki a szén-brom kötés szétválasztott kötő elektronpárjának egy-egy elektronjával, majd a kötések az elektronegativitás-különbségnek megfelelően polarizálódnak

Csak hogy a magnéziumatomok nem mobilisak (a magnézium szobahőmérsékleten nem párolog), mert a fémes kötés fogva tartja azokat. A felületen lejátszódó – heterogén fázisú – reakció eredményeképpen a magnézium elemi állapotból mégis +2-es oxidációs számú állapotba kerül. Elektronátadásával – az egyébként is redukálószerként alkalmazható magnézium – oxidálódik.



Vagyis a Grignard-só képződése éppúgy redoxireakció, mint a konyhasó elemeiből történő keletkezése. De mi az „oxidálószer”, ami egyúttal redukálódik, ha az étermolekulák nem vesznek részt a redoxireakcióban?

Az atomokkal szemben a fémes – delokalizált – elektronok mozgékonyak, és „érzik” az alkil-halogenid elektrofil széncentrumának vonzását. Két elektron átjutásával a „magnézium” már mobilissá válik, mert a fémes szerkezet egy magnéziumion formájában egyenesen „ledobja” magáról a töltésfelesleget (4. ábra). Mivel a sóban a halogén ionos formában jelenik meg, a halogénatom nemkötő elektronpár formájában magával viszi a szén-halogén kötés elektronpárját (4. ábra). Ezáltal a korábban csak elektrofil szénatom egyenesen karbokationná válik. A fémről távozó két elektron átvételével pedig karbéniumionná alakul. Az oxidációt kiváltó karbokation karbéniumionná redukálódik.

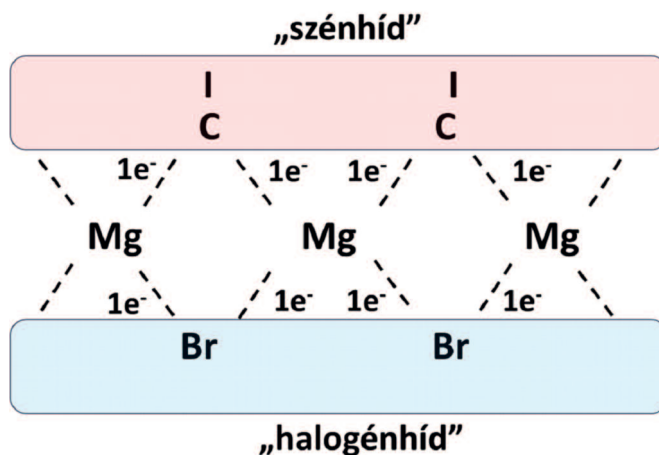


4. ábra. A magnézium felületén megkötődő etil-bromid elektrofil centruma vonzza a fém delokalizált elektronjait. A letaszított „bróm” a kötő elektronpárral együtt bromidion formájában távozik. Az elektronhiány következtében az elektrofil szénatom – rövid élettartamú – karbokationná alakul. Az oxidációt előidéző centrum a két elektron átvétele által redukálódik, és karbénium-ionként a magnéziumion másik ellenionjává válik

A hidrogénhez hasonlóan a szén közepes elektronegativitása mindkét „ion” kialakulását – rövid élettartamú közbenső termékként történő megjelenését – lehetővé teszi. Észbontó, hogy a Grignard-reagens képződése során mindkettő meg is jelenik! A keletkező karbéniumion azonnal a magnéziumion másik ellenionjává válik. Mindez feltételezhetően nem elemi lépésként, hanem egyszerre, a kötések egyidejű kialakulásával és bomlásával, szinkron átrendeződésével játszódik le.

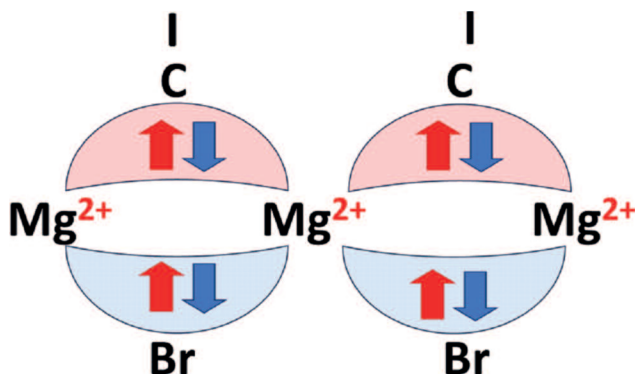
A Grignard-reagens további érdekessége, hogy az éteres közegben rosszul oldódó polimer lánc formájában jelenik meg. A szomszédos „monomereket” a magnéziumionoknak a szomszédos egység kísérőionjaival is alkotott kötése tarja össze. Ezt a különleges kölcsönhatást elektronhiányos vagy fél kötésnek nevezték el (electron deficient bond). Az elnevezés arra utal, hogy a kötést nem egy elektronpár hozza létre, hanem a szén- és a halogénatomok kötő elektronpárjai megoszlanak, és az egyik elektron a szomszédos magnéziumionhoz kötődik. Ezáltal egyelektronosnak képzel kovalens kötések – „szénhidak” és „halogénhidak” – alakulnak ki (5. ábra).

Oláh György Nobel-díjas felfedezése alapján ezt a különleges kölcsönhatást másképpen is megközelíthetjük: ez a három centrumra kiterjedő „fél kötés” a metóniumion kételektronos-háromcentrumos kötésére emlékeztet. Ez alapján az összetartó kölcsönhatás „magnéziumhíd” is lehetne, mert a zárt (neon-) elekt-



5. ábra. A Grignard-monomerek az éteres közegben polimer láncot alkotnak. Az egységek a kötő elektronpárok megosztásával kovalens jellegű, egyelektronos „fél kötésekkel” kapcsolódnak egymáshoz

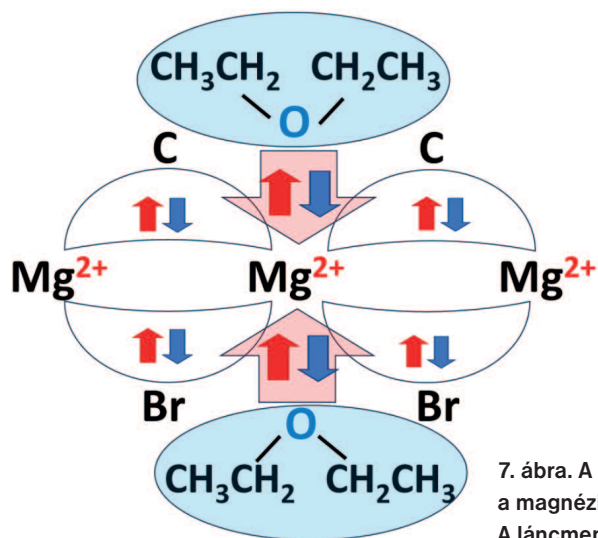
rönszerkezetű, kis méretű, kétszeresen pozitív töltésű magnézium erőcentrum teszi lehetővé az elektronpár delokalizációját a kedvező helyzeti energiát biztosító három centrumra. Vagyis nem egy-egy „klasszikus” elektron köt össze félkötésként két-két centrumot, hanem egy delokalizálódó elektronpár köti össze a három centrumot (6. ábra).



6. ábra. A kételektronos-háromcentrumos kötés felfedezése nyomán nem egy-egy „klasszikus” elektron köt össze fél kötésként két-két centrumot, hanem egy-egy delokalizálódó elektronpár három centrumot

A diborán, az alumínium-klorid-dimer, az alumínium-alkilek, a metóniumion és a Grignard-polimer háromcentrumos kötésében egyszerre jelennek meg az elektron szokatlan (kvantummechanikai) tulajdonságai: az egymást el nem hagyó – párt alkotó – képesség és a hullámsajátságra visszavezethető delokalizációs hajlam.

Annak ellenére, hogy az ugyanazon héjhoz tartozó vas-, kobalt-, nikkelt- vagy rézionokhoz képest a magnéziumion nem igazán komplexképző (létfontosságú kivétel a klorofill), a só-polimerlánc stabilizációjában az étermolekuláknak is szerepe van. Hiszen a monomereket összetartó kötés mégiscsak „fél kötés”. A kételektronos-háromcentrumos kötésben az elektronpár delokalizációja miatt lecsökken az elektronsűrűség. A magnéziumionok kompenzálatlan résztöltései ezért vonzzák az étermolekulákat, melyek nemkötő elektronpárjukkal datív kötetést létesítenek, és árnyékolják az elektrosztatikus erőket (7. ábra). A láncmenti komplexképződés egy reakciópartner megjelenéséig stabilizálja a polimer láncot.



7. ábra. A datív kötéssel kapcsolódó étermolekulák árnyékolják a magnéziumionok kompenzálatlan résztöltéseit. A láncmenti komplexképződés ezáltal stabilizálja a polimer láncot

A „fél kötések” persze éppúgy érzékeltették a kötés és a kialakult szerkezet különlegességét, mint a kételektronos-háromcentrumos kötés. Csak a reakciómechanizmusokat tanulmányozó néhány kutató számára fontos, hogy párosítatlan elektronokkal vagy az elektronok „hűségéből” fakadó elektronpár átrendeződésével játszódnak le a folyamatok. A Grignard-reagens képződése azonban talán mindenki számára jól érzékelteti a „szén” sokoldalú különlegességét, ami megmagyarázza, hogy miért szén-alapú az élet.

#### IRODALOM

Kajtár M.: Változatok négy elemre, Gondolat, Budapest, 1984, 2. kötet  
Bruckner Gy.: Szerves kémia, Tankönyvkiadó, Budapest, 1980, I–II. kötet, hatodik kiadás (Kucsman Árpád és Kajtár Márton közreműködésével)

## Generációs különbségek, avagy a Z generáció az egyetemen

Ezzel a címmel tartott előadást Bereczki Enikő generációkutató a BME „Oktatói Klub – több mint oktatás” sorozatának első előadásán, február elején.

Egy nagy teremnyi oktató várt feltehetően választ a kérdéseire, a válasz kulcseleme pedig, az előadás szerint az, hogy ismerjük meg jobban a fiatalokat.

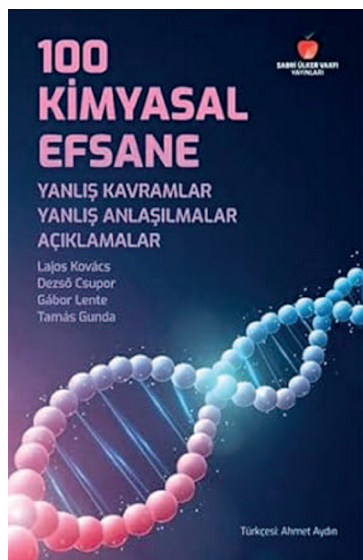
A Z generáció tagjai az ezredforduló táján születtek, a generációs jellegzetességek megállapításához azonban a kor mellett tisztában kell lennünk a „korszellemmel” is. A szó hallatán szinte kapásból beugrik az online tartalomfogyasztás; a Covid; a kis, csonka vagy mozaik családban, sokszor apahiánnyal töltött gyerekkor; a közelben zajló háború; az éghajlatváltozás felgyorsulása; a szükséges ismeretek nagyon gyors változása. Több tényező is a jövő kiszámíthatatlanságát vetíti előre – ami komoly szorongást kelt a fiatalokban.

Az online tartalomfogyasztás, a megfigyelések szerint, rontja a fókuszálóképességet, a digitális térbeli hangsúlyos jelenlét a kudarcélményt. A figyelemkoncentráció, a kritikus gondolkodás, a problémamegoldás, a megküzdési stratégiák azonban taníthatók/tanulhatók. Ahogyan a munkahelyeken (és az élet más területein) szintén elvárt további soft skilliek is.

A hatékony tanításhoz nélkülözhetetlennek mutatkozik a személyes tanár-diák kapcsolat, és hogy elmagyarázzák a hallgatóknak, miért fontos az a tárgy, amit tanulnak. A motiváció fenntartása, a gyengébb kudarcélmény miatt felértékelődik a gyakoribb – és támogató – visszajelzés szerepe. A középiskolában bevezethetők olyan feladatok is, mint Tik-Tok-videó készítése vagy Instagram-napló írása egy adott témában. (Vannak népszerű tanár tiktokerek is, érdemes például belenézni Molnár Janka Sára fizikus csak\_azert\_is videóiba).

Az előadó könyvét, honlapját, podcastját ajánlotta az érdeklődőknek, mert: „Az ismeretlentől [a Z generáció világától] – való félelmünket oldjuk fel ismeretszerzéssel. ... Talán így könnyebben behelyezkedhetünk gondolatban a világukba, és empátiával tudjuk kezelni őket. Erre van szükségük. Vagyis ránk, boomerekre, ikszekre, ipszilonokra. És nekünk is rájuk.” Ehhez illeszkedik, hogy az idén jelent meg Steigervald Krisztián második könyve, a *Generációk harca a figyelemért. Hogyan tanuljunk egymástól, egymásért?*, amely a következő kérdéseket is igyekszik megválaszolni: Kinek mit jelent a figyelem? Milyen szokások, családi szabályok és hagyományok alapján döntjük el, mire figyelünk és mire nem? Milyen mértékben rendezte át az életünket, hogyan tereli a figyelmünket a digitális tér? Miért van annyi figyelemzavaros gyerek és felnőtt a társadalmunkban? Egyáltalán képesek vagyunk még ebben a zajban figyelni egymásra? Úgy tűnik, emellett egyetemi környezetben hatékony megoldást kínálhat az ELTE Informatikai Karán bevezetett modell: itt olyan szakembercsoport is támogatja a munkát, amely a szakmai ismereteken túli tudás megszerzésében (pl. a tanulásmódszertan, az időmenedzsment elsajátításában, a motiváció fenntartásában) segíti a hallgatókat és „generációs” tanácsokkal látja el az oktatókat; erről például márciusi számunk Takács Ritával készült interjújában olvashatnak. És nem elég a Z generációval törődnünk: az alfa-generáció már a középiskolában van.

SV



2011-ben jelent meg a *Száz kémiai mítosz* c. könyv [szerzői: Kovács Lajos (Szegedi Tudományegyetem SZAOK Orvosi Vegytani Intézet), Csopor Dezső (Szegedi Tudományegyetem GyTK Klinikai Gyógyszerészeti Intézet), Lente Gábor (Pécsi Tudományegyetem TTK Kémia Intézet), Gunda Tamás (Debreceni Egyetem GYTK Gyógyszerkémiai Intézet)]. Ezt követte a mű *Outstanding Academic Title* (Kiemelkedő Akadémiai Mű) címmel kitüntetett angol fordítása (*100 Chemical Myths*, Springer, 2014). Ez utóbbi kiadás az alapja a nemrég megjelent török fordításnak (*100 Kimyasal Efsane. Yanlıs kavramlar, yanlıs anlaşımlar, açıklamalar*: Sabri Ülker Vakfı Yayınları, Üsküdar/Istanbul, 2023).



**From:** Oktatási Hivatal <[uzenet@oh.gov.hu](mailto:uzenet@oh.gov.hu)>

**Sent:** Monday, February 10, 2025 9:35 PM

**To:** [REDACTED]

**Subject:** Köznevelési adatokra vonatkozó adatigény (Dr. Lente Gábor)

Tisztelt Oktatási Hivatal!

Új, köznevelési adatokra vonatkozó adatigény érkezett az Oktatási Hivatalhoz. Az adatigény részletei a következők:

Adatkérés azonosítója: 2538

Adatkérés beérkezésének időpontja: 2025-02-10 21:35:19

Igénylő neve: Dr. Lente Gábor

Igénylő e-mail címe: [lenteg.@gamma.ttk.pte.hu](mailto:lenteg.@gamma.ttk.pte.hu)

Igényelt közérdekű adat pontos megjelölése:

A közoktatásban a kémia tantárgyat oktató tanárok milyen hányadának van kémia tanári képzettsége (a legutóbbi elérhető adatok szerint?)

Igénylő telefonszáma: 30-412-3916

Igényelt adatok formátuma: Excel

Adatátadás formája: e-mail

Adatátadás módja: elektronikusan

Adatkérés típusa: közérdekű adatigény

Feladó: [REDACTED]

Címzett: [lenteg.@gamma.ttk.pte.hu](mailto:lenteg.@gamma.ttk.pte.hu)

Másolat: [REDACTED]

Elküldött levelek: 2025. február 12. 13:22

Tárgy: Köznevelési adatokra vonatkozó adatigény (Dr. Lente Gábor) (KIR/00517-2/2025)

Tárgy: Tájékoztatás

Ügyiratszám: KIR/00517-2/2025

Tisztelt Dr. Lente Gábor!

Az Oktatási Hivatalhoz (a továbbiakban: Hivatal) 2025.02.10. napon érkezett megkeresésére hivatkozva tájékoztatom, hogy az Alkotmánybíróság 13/2019. (IV.8.) AB határozatának értelmében az adatkezelő – kizárólag a közérdekű adatigénylés teljesítése érdekében – nem köteles adatgyűjtésre, illetve az általa kezelt adatok összevetése útján új, minőségileg más adat, adatsor előállítására.

Tájékoztatom, hogy megvizsgáltuk az Ön által benyújtott adatigénylést. Az Ön által megkért adatok elemzői tevékenységet igényelnek, ilyen formában nem állnak rendelkezésünkre. Az AB határozat értelmében Hivatalunk nem végezhet elemzői tevékenységet, mivel erőforrásaink a hivatali működéshez szükségesek. Fentiekre tekintettel tájékoztatom, hogy adatigénylését Hivatalunk nem tudja teljesíteni.

Tisztelettel:

## Így megy ez

Eredetileg nem terveztem, hogy ezt a képernyőképekből összeállított, gyorsan átolvasható e-mail-váltást bármi módon saját gondolatokkal egészítem ki. Hiszen a szöveg magáért beszél, bár társadalmunk sokszínűségét ismerve biztos vagyok abban, hogy nem mindenki jut majd ugyanarra a következtetésre belőle.

Aztán a könyvespolcomon a kezembe akadt egy könyv, amelynek címe *Így megy ez*, a szerzője pedig a számomra egyébként teljességgel ismeretlen Charles J. Shields. A mű egyik kedven amerikai író, Kurt Vonnegut életrajza. Maga a cím is jellegzetes Vonnegut-idézet: *Az ötös számú vágóhíd* című regényben általában az életről és halálról szóló sztorikat zárja le ez a három szó.

Kurt Vonnegutot gyakran nevezik a legfeketebb fekete humor írójának. Szerintem ez elég igazságtalan, ha csak ennyi lenne a dolog, akkor nem olvasnám annyira szívesen a műveit. Valójában a sötét humor mögül, úgy érzem, mérhetetlen és magától értetődő emberszeretet világít át. Ez a humor egyfajta fájdalomcsillapító, ilyen gondolatokat maga Vonnegut is megfogalmazott egy interjúbán:

„... már Freud írt az akasztófahumorról, ami jellegzetesen közép-európai humor. Az emberek a politikai tehetetlenségükön nevetnek. Az akasztófahumor az Osztrák–Magyar Monarchia népeivel kapcsolódik ... ez a humor a reménytelen helyzetben élő, gyenge és intelligens emberekről szól.” (Révbiro Tamás fordítása)

Nagyon remélem, lesz olyan olvasó, aki meglátja az itt látható üzenetváltás humoros oldalát. Nekem sajnos még nem sikerült.

**Lente Gábor**

Hargittai István

■ Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

# Impakt és impaktfaktor

*Baráti tisztelettel ajánlom a 90 éves Venetianer Pál biokémikusnak, a molekuláris biológia hazai úttörőjének.*

*Ezzel az írással a száz évvel ezelőtt született Eugene Garfield, az információs technológia és a modern bibliográfiai termékek úttörője emlékének adózom. Garfield a tudományos teljesítmény számokkal történő értékelésére dolgozott ki módszereket, amelyek széles körű alkalmazása jelentősen befolyásolta a tudósok, folyóiratok és intézmények rangsorolását. Információs forradalmat indított el a tudományos kutatásban.<sup>1,2</sup>*

Feleségemmel együtt 1999. március 7-én látogattuk meg Eugene Garfieldet (1925–2017) otthonában, a pennsylvaniai Bryn Mawr városkában. Hosszú beszélgetésünk a mostani írás egyik forrása. Garfield New Yorkban született Eugene Garfinkle néven, kelet-európai zsidó származású, bevándorló családban. A híres dél-manhattani Stuyvesant Gimnáziumba járt, amely több későbbi Nobel-díjas tanulóval büszkélkedhet, köztük a kémikus Roald Hoffmann-nal. A magyar matematikus Lax Péter is itt fejezte be Budapesten elkezdett gimnáziumi tanulmányait. Garfield a bronxi DeWitt Clinton Gimnáziumban fejezte be a középiskolát, mert Bronxban laktak, és a napi ingázás Dél-Manhattanbe órákat vett igénybe. A DeWitt Clintonból is került ki későbbi Nobel-díjas és más tudós híresség.

Garfield jó volt matematikában, de semmi másban nem volt kiemelkedő. Érdekeltek a természettudományok, de sem a Stuyvesantban, sem a DeWitt Clintonban nem találkozott olyan tanárral, aki különösebben hatással lett volna rá. Tizenhét évesen a Coloradói Egyetemen kezdte el vegyészmérnöki tanulmányait, amit hamarosan abbahagyott, és egy San Francisco-i hajógyárban dolgozott. Tombolt a második világháború, és behívták katonának. A háború után a Kaliforniai Egyetemen (Berkeley) folytatta orvosi előkészítő szakon. Később visszaváltott a kémiára, és a New York-i Columbia Egyetemen kémiában szerzett diplomát. Ezekből és a következő évek adataiból is az látszik, hogy kereste a helyét, és különböző állásokban dolgozott. 1954-ben a baltimorei Johns Hopkins Egyetemen találkozott az akkori Smith Kline and French gyógyszervállalat munkatársaival, akik tanácsadói állást ajánlottak neki Philadelphiában. Munkája során lyuk-kártyás rendszert működtetett, és ezzel került közel a számítástechnikához.

Barátai közül többen a híres Zelig Harris (1909–1992) nyelvészprofesszornál tanultak strukturális nyelvészetet. Garfield vezette be Harrist az információkeresés módszereibe. Garfield a Columbia Egyetemen kezdte meg doktori tanulmányait, de projektjét interdiszciplináris jellege miatt nem tudta elfogadtatni.

<sup>1</sup> Hosszabb változatban: I. Hargittai, Eugene Garfield (1925–2017) – a high-impact information scientist. Struct Chem 2025, 36, doi.org/10.1007/s11224-024-02410-5

<sup>2</sup> A címben szereplő fogalmak magyar elnevezése természetesen hatás és hatástényező, de ebben az esetben kifejezőbbnek és ezért megengedhetőnek találok a magyarul-tott angol szavakat.



**Eugene Garfield 1999-ben otthonában**  
(Bryn Mawr, Pennsylvania). Hargittai István felvétele

Visszatért Philadelphiába, ahol most már ő tanult Harris professzornál, és kémiai nyelvészetből készítette el a disszertációját. Algoritmust készített a kémiai nomenklatura molekulaképletekre történő számítógépes lefordítására. 1961-ben végzett, PhD-fokozatát nyelvészetből kapta, de munkája legalább annyira volt kémia, mint strukturális nyelvészet. Később a Pennsylvaniai Egyetemen információkeresést tanított a számítógép- és informatikatudomány végzős hallgatóinak.

Garfieldnek eredeti ötletei voltak az információkereséshez és -felhasználáshoz a tudomány területén. Ebben J. Desmond Bernal (1901–1971) brit kristallográfust gondolhatjuk elődjének, aki sokat foglalkozott a tudományos publikálás módjaival. Bernal a cikket tekintette a tudományos publikáció egységének, nem a folyóiratot. Garfield 1939-ben, 14 éves korában olvasta el Bernal *A tudomány társadalmi funkciója* című könyvét, és ez hatással volt későbbi érdeklődésére. Már az 1950-es évek elején felismerte Bernal szerepét a „tudomány tudománya” mozgalomban, amely a szcientometria és a tudománypolitikai tanulmányok előfutára volt. Garfield a Royal Society által 1947-ben összehívott „Tudományos információ” című konferencia jegyzőkönyvét tartotta a „bibliájának”, és az esemény megszervezésében Bernal kulcsszerepet játszott.



Garfield 1960 és 1992 között az Institute for Scientific Information (ISI) intézményt vezette. A *Current Contents* (CC) és a *Science Citation Index* (SCI) volt a legismertebb kiadványa. Látogatásunk idején a kéthetente megjelenő *The Scientist* magazin alapító főszerkesztőjeként dolgozott. Számos könyvet és cikket publikált a tudományos információkeresésről és a kapcsolódó témákról. Tisztában volt azzal, hogy az SCI-t széles körben alkalmazzák tudósok és intézmények teljesítményének értékelésére, de ezt sehol sem verték nagydobra. Az egyetemi oktatók teljesítményének értékelésében különösen kétségesnek találta az ilyen módszerek alkalmazását. Sok frusztrációt okozott számára a folyóiratok impaktfaktorának túlértékelése, de nem tudott reagálni minden félreértésre és hibás alkalmazásra. Nem tetszett neki, ahogy különösen az újonnan létrehozott folyóiratokat a gyorsan elért magas impaktfaktorokkal reklámozták. Az impaktfaktorok ilyen felhasználásával még a nagy múltú és valóban nagy hatású folyóiratok tulajdonosai és főszerkesztői is éltek.

Garfield nemcsak abban volt különleges, hogy eredeti ötletei voltak, de abban is, hogy képes volt megvalósítani őket. Voltak azonban nem megvalósított, ugyancsak érdekes ötletei is, amelyek valóra váltását vagy elindította, de nem talált megfelelő támogatást a folytatáshoz, vagy el sem indíthatta. Amikor eladta az ISI-t, az új tulajdonos szinte azonnal megszüntetett bizonyos projekteket. Garfield már korábban létrehozta a *The Atlas of Science*-t, amelyet idővel átneveztek *Research Reviews*-ra. A globális idézettségi adatokból következtettek a várható kutatási frontvonalakra, de az új tulajdonosok ezt is abbahagyták, mert rövid távon nem látták biztosítva a nyereséget. Garfield szerint a szakirodalom rendszerszerű vizsgálatára van szükség annak kiderítésére, hogy mi az, ami esetleg kimarad a tudományos trendek áttekintéséből. Hangsúlyozta a *review*-cikkek fontosságát.

Ahhoz képest, hogy mennyi mindent megvalósított, még így is elképesztően sok ötlete maradt megvalósítatlanul. Természetesen az idő múlásával és az információs technológia fejlődésével, sokuk ma már elavultnak látszik, de ezek a maguk idejében forradalminak számítottak. Szeretett volna egy folyamatosan megújuló tudományos szótárt kiadni, amely naprakészen követte volna az új elnevezések megjelenését. Algoritmust tervezett historiográfiák létrehozására, amihez az idézési index ideális forrás lett volna. Egy adott téma összes kulcshivatkozásának feltérképezésével grafikusán ábrázolni lehetett egy terület fejlődését, és készült is néhány tanulmány az idézettségi hálózatok vizualizálásáról. Frusztrálta, hogy sok tudós nem tudja, mire használhatná az információkereső rendszereket. Az irodalomtudatosság mellett szeretete volna fejleszteni az idézettségi tudatosságot is.

Szeretett volna egy tudományos életrajzokat tartalmazó sorozatot is megvalósítani, ami a *Citation Classics* sorozatának kiterjesztése lett volna. A *Citation Classics* sorozatban nagy idézettségű szerzőkről írt rövid tanulmányokat és ezekből 4000(!) jelent meg. A gyűjtemény mintegy fele bekerült a *Contemporary Classics in Science* című könyvsorozatba, de az általa elképzelt életrajzsorozat már nem valósult meg. Ez nemcsak a legtöbbet idézett szerzőket, hanem például az akadémiai tagjait is tartalmazta volna. Vannak nemzeti tudományos akadémiák, amelyek kiadnak emlékezéseket, de ezek csak a tagok halála után jelennek meg. Elképzelései között szerepelt egy tudományos életrajzi folyóirat is.

Ne gondoljuk azonban, hogy Garfield ne lett volna elég sikeres, hiszen több más alkotó életművét kitevő mennyiségű ötletét sikerült megvalósítania. Hatalmas impaktú közreműködője volt az elmúlt évtizedek tudományos fejlődésének, és ez a hatás napjainkig tart. Vajon lenne-e olyan módszer, amellyel Garfield *hatását* számszerűsíthetnénk? Mekkora lehetne az idézettségén alapuló impaktfaktora? Az ő példáján is érzékelhetjük, hogy a kettő nem ugyanaz.

## Global Women's Breakfast 2025 – MKE Női Reggeli 2025

A kémikusok világszervezete, az IUPAC 100. évfordulója alkalmával, 2019-ben indította útjára a „Global Women's Breakfast” rendezvénysorozatát, aminek fő célja, hogy elősegítse a női kémikusok kapcsolati hálózatának bővítését, helyi és nemzetközi szinten egyaránt. A világ minden részén február második hetének keddi napján tartják a rendezvényt, és erről hírt adnak a világhálón is.

A Magyar Kémikusok Egyesülete kezdettől fogva csatlakozott a kezdeményezéshez. Az idei meghirdetett nemzetközi téma #GWB2025 „**Accelerating Equity in Science**” egyben kapcsolódott az „International Year of Quantum Science and Technology” nemzetközi évhez. Az MKE–GWB2025 rendezvény időpontja február 11., helyszíne az ELTE Gömb Aula volt. Az azonos helyszín adta lehetőséget kihasználva idei rendezvényünkkel csatlakoztunk a 2025-ös Analitikai Ankét és a Labortechnika Kiállítás programjához.

A magyar rendezvény nemzetközi honlapon való láthatóságának/elérhetőségünk címe:

<https://iupac.org/gwb/2025/accelerating-equity-in-science-international-year-of-quantum-science-and-technology/>

A nemzetközi témakörben két elismert kutatót hívtunk meg előadónak. **Prof. Dr. Szabados Ágnes**, az ELTE Kémiai Intézetének egyetemi tanára „Száz év kvantumkémia, magyar vonatkozásokkal” címmel tartott összefoglaló előadást megismer-

tetve a hallgatóságot a szakterület prominens képviselőivel és főbb eredményeikkel. A másik előadást **Prof. Dr. Bodor Andrea**, az ELTE Kémiai Intézetének egyetemi tanára tartotta saját kutatási területéről „Rendezetlen fehérjék az NMR-spektroszkópiában: az atomi jellemzéstől a biológiai funkció megértéséig” címmel.

A rendezvényen nagyszámú, sokfelől érkező közönséget láthattunk vendégül talán a párhuzamos rendezvénynek köszönhetően is.

Köszönjük az előadóknak a rendkívül színvonalas előadásokat, a résztvevőknek a közreműködést a jó hangulatú beszélgetésben.

Találkozunk ismét 2026 februárjában!

**Simonné Dr. Sarkadi Livia**

az MKE tiszteletbeli örökös elnöke





## Mit mond Umberto Eco a torinói lepelről, ha nem arról ír?

Kutasi Csaba „A torinói lepel és az arckendők – textiles szemmel is” című írását azért közöljük áprilisi számunkban, mert ezt egyfajta vegyészeti kapcsolódási pontnak gondolom a húsvét ünnepéhez. Ugyanakkor fel szeretném idézni, hogy a torinói lepelről már volt említés 2024. januári számunkban is (MKL 2024, 79. kötet, 12–14. oldal), abban az írásban, ahol tudományos sétára invitáltuk az olvasót Piemont megye székhelyén.

Kutasi Csaba írásából is kiderül, hogy a torinói lepelről a legkorábbi olyan történelmi feljegyzés, amelyben észszerű kétségeken felül arról a textildarabról van szó, amelyet ma a torinói Keresztelő Szent János-székesegyházban őriznek, 1353-ból származik. Ez egybecseng a radiokarbon-kormeghatározás eredményeivel. A *rózsa neve* című regényével világhírűvé vált olasz író, Umberto Eco (1932–2016) gondolatait szeretném feleleveníteni ezen a ponton – noha ezek nem is a torinói lepelről szólnak. A szerző elsősorban tudós volt: szakterülete a középkortudomány, népszerű írásainak is gyakran ez a témája. *Baudolino* című regényében, amely Rótszakállú Frigyes (1122–1190) uralkodása végén és után játszódik, részletesen leírja, hogy abban a korban a vallási ereklyék kereskedelmi léptékű hamisítása általános gyakorlat volt. Baudolino például tizenegy társával indul útnak János pap országának felkutatására, s náluk összesen hat olyan emberi koponya

van, amelyek mindegyikéről azt állítják, hogy egykor Keresztelő Szent János feje volt. Eco az 1327-ben játszódó *A rózsza* nevében adta a főhős, Baskerville-i Vilmos szájába a következő szavakat (Barna Imre fordítása):

„A szent keresztnek sok-sok más darabját láttam én már sok más templomban. Ha mindegyik igazi volna, Krisztus urunkat nem két, keresztbe tett gerendára, hanem egy egész erdőre feszítették volna fel.”

A Keresztelő Szent János-székesegyházban magam is jártam. A lepel a dóm egyik oldalkápolnájában van egy nagy és díszes ládában. Húsz éve még valóban ki volt állítva és meg is lehetett nézni, de egy tüzeset után inkább az elzárás mellett döntöttek. Az igazat megvallva ott, a helyszínen engem a legkevésbé sem foglalkoztatott a kormeghatározás kérdése. A dóm és a lepel jelenléte olyan békét és nyugalmat sugároz, amelyet csak egészen kivételes alkalmakkor sikerült megélnem. A tudomány sok mindenre jó, de sem békét, sem társadalmi igazságosságot nem hoz (nem is ígér). Ha a lepel és a belé vetett hit békésebb mederbe tereli a világot, akkor szerintem a vele kapcsolatos történelmi tények aligha lényegesek.

Kellemes húsvéti ünnepeket!

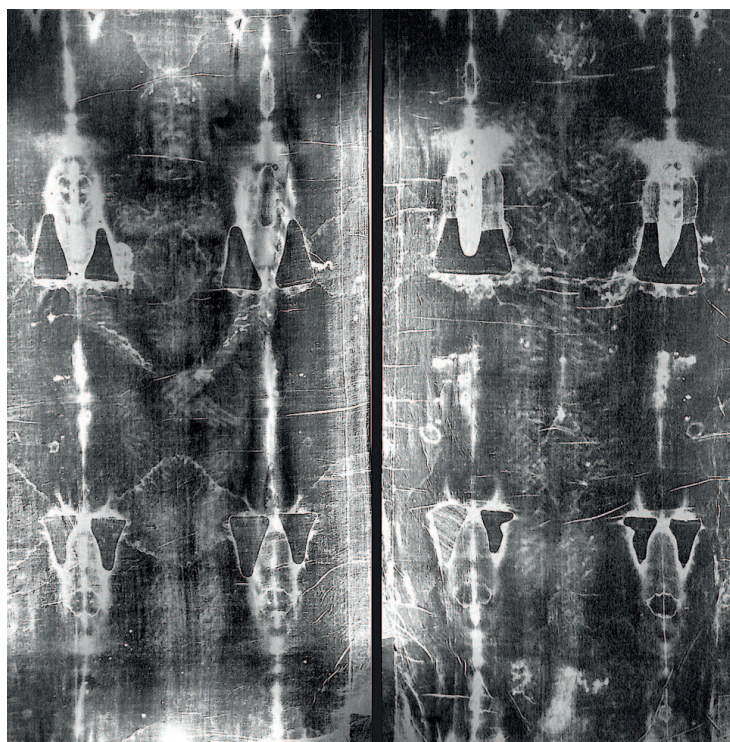
Lente Gábor

Kutasi Csaba

# A torinói lepel és az arckendők – textiles szemmel is

A torinói lepel 1983 óta a római katolikus egyház tulajdonában lévő ereklye: a hagyomány szerint Krisztus testének képmása rajzolódik ki a négy méter hosszú lenvászonon. A kutatók széles körű vizsgálatokkal próbálják igazolni vagy éppen cáfolni eredetiségét. Az első, 1898-ban készült fényképfelvétel fontos állomás volt a kutatásokban, később pollen- és testváladék-vizsgálatokkal értek el jelentős eredményeket. Az időközbeni lepeljavítások anyagai több téves eredményt idéztek elő. Jelenleg az olaszországi Torinóban, a Keresztelő Szent János-katedrálisban őrzik az ereklyét. Időnként nyilvánosan is kiállítják. Eddig 1978-ban, 1998-ban, 2000-ben, 2010-ben, 2013-ban, 2015-ben mutatták be. Az oviedói szudárium és a manoppellói temetkezési arckendő is kapcsolatos a torinói lepelrel.

**A** torinói lepel téglalap alakú, 436 cm hosszú és 110 cm széles, 2450 g tömegű lenből készült, halszállkamintásan szőtt kendő. Időszámításunk kezdete körül, a Közel-Keleten elterjedt (függőleges síkú) szövőalkalmazhatóságon készítették. Valószínűleg gyapottal is kapcsolatba került a készülő szőttess, mivel pamutszálak is keveredtek a lenszálak közé (mai elnevezéssel: „nem tudatos bekeverésként”). A lepel a fejnél visszahajtván egy emberi test teljes befedésére alkalmas. Külön érdekessége, hogy fényképzési negatív kép formájában a keresztre feszítéssel egyező módon kíntott embert ábrázol. A negatívként kirajzolódó 175 cm magas, szakállas alaknak egyedülálló a képi megjelenése. A kép-

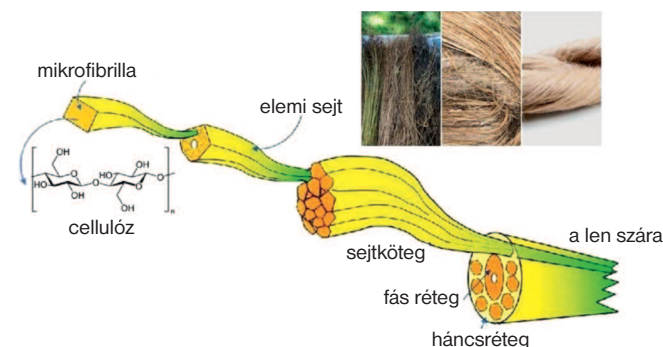


1. ábra. A torinói lepel 1898-as fényképfelvétele

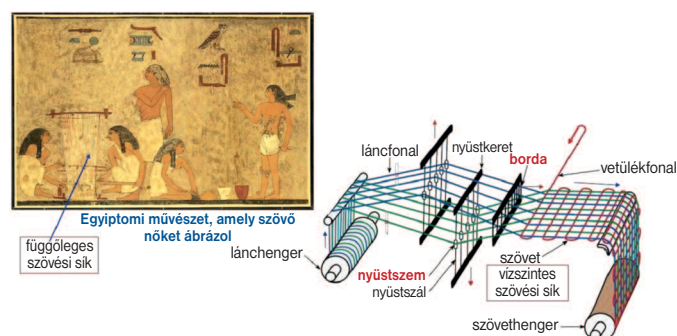


más a felszíni elemi szálak elszíneződésével keletkezett, anatómiailag pontosan követi egy keresztre feszített és kínhalálban elhunyt ember testének képét. A férfialakon kívül *vérző sebek körvonalai* is érzékelhetők. Megállapították, hogy a lepel lenvászon anyaga eredetileg fehér volt, de az elmúlt évszázadok alatt megfakult, megsárgulva vajszerű lett. Utólag meglepőnek tűnik, hogy a lepel közel három évszázadon keresztül vizsgálgatás nélkül pihent Torinóban. 1898-ban fényképezte le először Secondo Pia olasz ügyvéd, ezután került csak lassan az érdeklődés központjába (1. ábra).

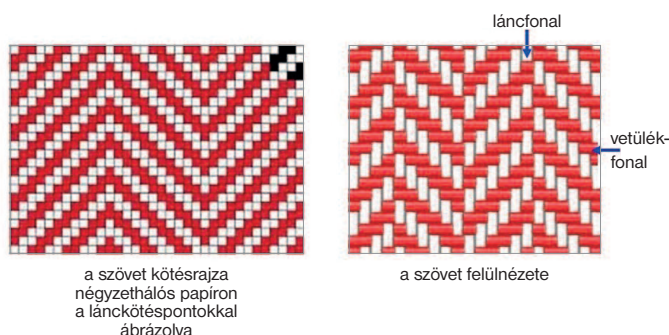
A textilszakmai megállapításokat senki sem vitatta. A len közismerten a legrégebbi kultúrnövények közé tartozik, a történelem előtti időkben már termesztették. Jól bizonyítják ezt többek között az i. e. 3000 évvel ezelőtti egyiptomi lentermesztési eredmények. Az egyiptomi sírokból előkerült múmiaburkoló textíliák finom lenvásznakról árulkodnak. A görögöknél, a rómaiaknál és kontinensünk további helyein ismert volt a len termesztése és feldolgozása. Az emberiség történetéhez a fonal-előállítás alapvetően hozzátartozik: miután a természetben fellelhető szálanyagok rövidnek és gyengének bizonyultak, gyorsan ismertté vált a több szál összefogásából és csavarásos szilárdításából kialakított *fonal* fontossága. A korai tapasztalatok alapján a szálanyagok lazítása, finomítása, szennyeződésektől való megtisztítása is előtérbe



2. ábra. A len szálanyag és felépítése



3. ábra. A korabeli szövés és későbbi eszközének felépítése



4. ábra. A torinói lepel lenvásznának szövetszerkezete

került. A fonás legrégebbi emléke egy – valószínűleg az ősembertől származó – *orszerű* egyszerű eszköz, amellyel a fonás folyamatosságát érték el. A kézi szövés egyidős az emberiséggel, az ókori görögök például függőleges szövési síkkal szöttek. Az *ék alakú sávolykötés* (halszákkal) kivitelezése akkortájt sem jelentett akadályt (2–4. ábra).

## A lepel története

Számos legendában és feljegyzésben követhető a lepel története, a főbb emlékezések, stációk időrendben a következők.

Az Abgár-legenda szerint V. Abgár, Edessza uralkodója leprás lett, és arra kérte Jézust levelében, hogy látogassa meg és gyógyítsa meg. Abgár és Jézus levélváltása után Tádé apostol vitt egy *leplet* a királynak, amelyen *Krisztus arca* volt látható. Ennek a lepelnek – a mandülonnak – a szemlélése közben Abgár meggyógyult.

544-ben a perzsa sereg Edessza elleni támadása kudarcba fulladt, mert „*a kép, amelyet nem emberi kéz készített*” megvédte a várost.

525-ben Edesszában árvíz okozott nagy pusztulást, a városfal újjáépítése során került elő a mandülon.

574-ben először jutott el a lepel a birodalom fővárosába, Konstantinápolyba, és 944-ben tért ide vissza.

586-ban a perzsák elleni hadjárat során a lepel a főhadiszállás berendezéséhez tartozott.

650 táján Arculf jeruzsálemi zárandok, a feljegyzések szerint, látta a leplet.

1081 körül I. Alexiosz bizánci császár segítséget kért IV. Henrik német-római császártól és flandriai Roberttól, hogy a Konstantinápolyban összegyűjtött ereklyéket oltalmazza, különösen „*a vásznat, melyet a feltámadás után a sírban találtak*”.

1171-ben I. Manuél bizánci császár megmutatta Jeruzsálem királynak a *szenvadás ereklyéit* és Krisztus verejtéktörölőjét.

1287-ben Arnaut Sabbatier-t a templomos lovagrend tagjává avatták; a fiatal embert beavatásakor egy titkos helyre vezették, ahová csak a templomos testvéreknek volt bejárásuk. Ott egy *lenvászon leplet* látott, „amelyen egy férfi alakjának lenyomata” látszott.

1353-ban I. Geoffroi de Charny vásárolta vagy kapta meg a leplet Franciaországban.

1355-ben kiállították leplet, de Henri de Poitiers püspök egy idő után betiltotta a további bemutatást.

1356-ban II. Geoffroi de Charny szállt a lepel tulajdonjoga, halála után lánya, Marguerite de Charny örökölte, aki 1453-ban a *savoyai hercegi családnak* adományozta.

1357-ben került sor a lepel első, írásokban rögzített kiállítására: *Champagne grófság* egyik falujában mutatták be. 1398-ban, II. Geoffroi halálával szűntek meg a kiállítások.

1418 és 1432 között a leplet a burgundiai Chimay városába, a Gremolles-kastélyba vitték, hogy átvészelve a háborút.

1453-tól tehát a savoyai hercegi család tulajdonában került, 1502-től Chambéryben őrizték.

1503 nagypéntekén három püspök jelenlétében *forró olajba mártották*, feltételezve a képmás eltűnését.

1509-ben *ezüstládikót* alakítottak ki a lepel tárolására (egy későbbi tüzeset során derült ki, hogy ónnal is dolgoztak a készítőik).

1532-ben tűzvész pusztított a Sainte-Chapelle-kápolnában, valószínű a megolvadt *óncsepp* okozta az összehajtott rétegeken áthatoló sérüléseket, mert az ezüst állta a hőhatást. A klarisszák kijavították a leplen keletkezett lyukakat.



1578-ban a leplet Emánuel Filibert vitette korábbi helyéről, *Chambéryből Torinóba*, ahová a hercegség új székhelye is került. II. Umberto olasz király azzal a feltétellel hagyta a Szentszékre a leplet, hogy nem mozdítják el Torinóból.

1693-ra datálódik a véglegesnek tűnő elhelyezés a torinói Keresztelő Szent János-katedrális Guarini-kápolnijában (5. ábra).



5. ábra. A lepel a torinói Keresztelő Szent János-katedrális Guarini-kápolnijában

1939-ben, a II. világháború alatt a Nápolyhoz közeli campaniai *Montevergine bencés apátságba* szállították.

1946-ban II. Umberto, az utolsó olasz király parancsára vitték vissza *Torinóba*.

1972 őszén egy ismeretlen bemászott a kápolna tetejéről a lepelhez, és *megpróbálta elégetni*, de az azbeszttakaró megvédte az ereklyét.

1983-ban a *római katolikus egyház tulajdonába* került a lepel.

1997-ben ismét *tűz fenyegette* a leplet, amikor leégett a kápolna, de egy olasz tűzoltó hősiiesen kimentette.

2002-ben *restaurálták*, eltávolították a lepelről az 1532-es chambéryi tűz nyomait és más foltokat, valamint az 1534-ben hozzáadott szegélyt.

## Eredetiség – érvek és ellenérvek

A textilereklye Ian Wilson *A torinói lepel* című könyve alapján került a köztudatba. Felmerült, hogy *középkori hamisítvány*, így nem lehet Krisztus feltámadásának bizonyítéka. Egyesek Leonardo da Vinci alkotásának tartották, ugyanakkor a polihisztor születésekor a leplet már jó száz éve Franciaországban őrizték. Ennek ellenére többen úgy vélik, hogy egy restaurálás vagy másolatkészítés során – talán kezdeti fotografiai eszközökkel – valahogyan felvitte saját arcképét. Mások egy 13. századi kereszties lovag halotti leplének tekintik. Sokszor ellentmondó elméletek, félrevezetőnek tűnő tudományos vizsgálatok követték egymást az elmúlt száz évben. A mai napig nem sikerült hitelt érdemlően választ adni arra, miként keletkezett a Torinóban őrzött halotti lepel, hogyan jöhetett létre Krisztus képmásával. Többen próbálták tökéletesen *reprodukálni* a misztikus vásznat, de ez nem sikerült.

A lepel tudományos kutatásában a már említett fényképezés hozott megdöbbentő fordulatot: az 1898-ban készült fénykép negatívján láthatóvá vált egy emberi arc. A további évtizedekben készült fényképfelvételeken újabb részleteket fedeztek fel (pl. a fel-

tételezések szerint korbácsnyomok is kivehetők). A vizsgálatok igazolták, hogy a vásznon látható képet *semmilyen oldószerrel* nem sikerült eltüntetni, tehát bármilyen pigment, festék kizárható. 1900-ban Paul Vignon elmélete szerint az aloéval és mirhával átitatott testből, az emberi vérből és izzadságból lebomló *ammonia kigőzölgése* következtében rögzült a kép a vásznon. Mesterséges reprodukcióval is többen próbálkoztak. A folyamatot vérrel, izzadsággal, illóolajokkal rekonstruálták, a keletkezett kép azonban csak *rövid ideig* volt látható. Egyesek szerint elképzelhető, hogy nem azonnal rögzült a lenyomat, hanem hosszú idő alatt, napfény hatására alakult ki. Egyértelmű, hogy a *holttest közvetlenül* érintkezett a lepelrel, mivel *fluoreszkáló fototechnikával* pontosan látszanak az egyes nyomok. Az 1970-es években John P. Jackson és Eric J. Jumper amerikai fizikusok háromdimenziós felvételt készítettek, és képanalizátorral kimutatták, hogy a testet ábrázoló elszíneződött lenrostok/szálak összefüggésben állnak a holttest és a lenvászon távolságával.

## Kutatások, megállapítások

A fontosabb elemzéseket a 6. ábra tünteti fel.



6. ábra. A torinói lepel főbb vizsgálatának összefoglalása

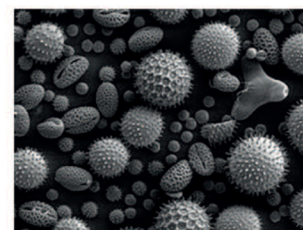
Az 1930-as évektől arra kezdték figyelni, hogy a leplen megjelenő képmást a feltámadáskor hirtelen felszabaduló energiahatás hozta létre. Infravörös, ultrahely és röntgensugázzal hozták kapcsolatba a folyamatot.

A közelmúlt kutatásai szerint 1973-ban a leplen *pollenvizsgálatot* végeztek. Max Frei, a zürichi rendőrség tudományos osztályának vezetője közel évtizedes kutatás után *49 pollenfajtát* tudott azonosítani. Ezek közül 11 Franciaországra és Itáliára, 24

7. ábra. Pollenvizsgálat



példa egy **halofita** növényre, **húsos sziksófű**



**pollenvizsgálat**  
pásztázó  
elektronmikroszkóppal



Anatóliára, 14 Palesztinára jellemző. Utóbbiak közül 8 halofita (a Holt-tenger vidékén őshonos olyan virágos növény, mely az élőhelyén megemelkedett sókoncentrációkhoz alkalmazkodik), további 6 faj pedig csak Jeruzsálem környékén jellemző (7. ábra).

Egy izraeli és egy amerikai tudós kimutatta, hogy a virágporok a Jeruzsálem–Hebron régióban találhatók meg együtt, sőt az egyik éppen abból a növényből származik, amelyből Krisztus töviszorosúját készítették. Avinoam Danin, a jeruzsálemi Héber Egyetem botanika-professzora Uri Baruchhal, az Izraeli Régészeti Főfelügyelőség pollenszakértőjével együtt vizsgálta meg a leplel fellelhető virágpormaradványokat. Megállapították, hogy a holttest köré helyezett virágok között vannak olyanok, amelyek csak egy órán át nyílnak, délután 3 és 4 óra között. Mivel a pollenminták és egyéb bizonyítékok alapján legalább a 8. századra vagy régebbre datálják a lepel keletkezését, a két professzor egyetértett abban, hogy a lepel eredeti. Ezt az álláspontjukat az ovidéi szudáriumra (arckendőre) alapozták. A 8. század azonban még messze van Jézus korától.

1976-ban került nyilvánosságra egy 1969-es titkos vizsgálat: a 11 tagú bizottság jelentése előrelépést nem jelentett, a szakemberek műszereket nem alkalmaztak, csak javaslatot tettek a gyakorlati kutatások folytatására. Ennek eredményeként a tulajdonos, II. Umberto (1904–1983), az utolsó olasz király engedélyezte a mintavételt és hozzájárult a további vizsgálatokhoz.

1978-ban megállapították, hogy semmilyen festéket nem találtak, a körvonalat összetömörödött vagy megpörkölődött lencsélak hozták létre, a rajzolatlan kívüli helyeken az eredeti sávolykötés látható. Ugyancsak ebben az évben Roger és Marty Gilbert kis szennyeződé nyomokat fedezett fel a leplel, a bal térdnél, a saroknál és a törött orrnál. A talpak környékéről származó szennyeződések a jeruzsálemi sziklasírokból ismert édesvízi travertino aragonitból származnak, továbbá nyomokban stronciumot és vasat mutattak ki. Szintén 1978-ban a STURP-program (Shroud of Turin Research Project) vizsgálatai során tanulmányozták a víznyomoknak tartott elszíneződéseket is. Igazolódott, hogy a víz által feloldott sók feldúsulásából erednek a textílián szabad szemmel érzékelhető határvonalak. Felmerült, hogy a franciaországi Chambéry várkapolnájában 1532-ben pusztító tűzvésznel felhasznált víz visszamaradt nyoma látható, de egyértelművé vált, hogy ez téves állítás.

1997-ben Avinoam Danin, a jeruzsálemi Héber Egyetemen botanikusa préselt lenyomatként azonosította az ehető krizantémet (*Glebionis coronaria*), a bodorrózsát (*Cistus creticus*) és a királydinnyefélék családjába tartozó *Zygophyllum dumosum*ot, amelyek márciusban és áprilisban virágzanak. Megállapították, hogy az 1931-es fekete-fehér fényképek és az 1978-as UV-képek szerint a virágképek valódiak.

1988-ban a laboratóriumi vizsgálathoz kivágtak a leplelből egy 10×70 mm-es csíkot, melyet további részekre osztottak. Ezek mellé egy núbiai sírból előkerült vászon darabját és a British Múzeum egyiptomi gyűjteményéből vett mintákat is tettek (vakpróba céljából). Raymond Rogers a leplelből származó mintákban és a középkori tűzvész után végzett javító toldásokban talált vanillint, ami a lepel többi részében nem fordult elő. Ennek alapján a kutató azt feltételezte, hogy a laboratóriumokba vitt minták is újabb toldások lehettek. Ismételt vizsgálat során, nagy felbontású képen egyértelművé vált és beigazolódott a helyi újrászövés ténye. Gilberto Raesnek, a Genti Egyetem textilszakértőjének hivatalos véleménye szerint a textil nem lehet középkori eredetű.

Pályi Gyula leplelszakértő, a Modenai és a Reggio Emilia-i Egyetem nyugdíjas professzora (az Olasz Nemzeti Tudományos

Akadémia, a „negyvenek” tagja) a *Heritage* nemzetközi folyóiratban megjelent újabb kutatási eredményeket ismertette 2022-ben a Vatikáni Rádióban. Elmondta, hogy egy bari–padovai csoport nagy szögű röntgenszórás vizsgálataival meg tudja állapítani a lenrostokat alkotó cellulóz szerkezetének degradálódását, és a pontosan datált összehasonlító minták segítségével megbecsülte a rostok korát. A De Caro és Fanti által vezetett csoport ezekkel a vizsgálatokkal kimutatta, hogy a torinói leplelből vett minta közel kétezer éves.

### Szenizotópos kormeghatározás

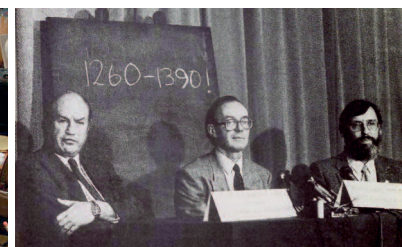
1988-ban a római katolikus egyház hozzájárulásával <sup>14</sup>C-es radio-karbon-kormeghatározásra került sor, három különböző független laboratóriumban.

A torinói lepel szenizotópos kormeghatározó vizsgálatát is vakpróba beiktatásával végezték, minden laboratóriumba három darab, számozott textilmintát adtak, de a kutatók nem tudták, melyik származik a leplelből. Az egymástól független, oxfordi, zürichi és arizonai egyetemen végzett vizsgálat eredményei azt mutatták, hogy a lepel keletkezése 1260 és 1300 közé tehető (pontosan: Oxford szerint 1200, Zürich szerint 1274, Arizona szerint 1304). A szélső értékek hibahatárai fedték egymást, így az eredményekben belső ellentmondás nem állt fenn. Utólag kételyek merültek fel, mert a mintákat olyan helyekről vehették, ahol a későbbi századokban keletkező javítások vannak.

2004-ben Raymond Rogers (8. ábra) a radiokarbon-vizsgálathoz felhasznált mintákat újból elemezte. A Los Alamos-i Nemzeti Laboratórium kutatója megállapította, hogy a radiokarbon-kor-



Raymond Rogers



Edward Hall, Michael Tite,  
Robert Hedges

### 8. ábra. A lepel néhány kiemelkedő kutatója

meghatározáshoz mintául szolgáló leplelterület a többi részhez viszonyítva egyedi növényi pigmenteket tartalmaz. Pirolízis-tömegspektrometriai, valamint mikroszkópos és mikrokémiai vizsgálatok eredményei bebizonyították, hogy a radiokarbon-vizsgálathoz felhasznált minta nem az eredeti lepel része volt. Így a <sup>14</sup>C-es vizsgálat eredménye nem adott megfelelő eredményt a lepel valószínű koráról. 2008-ban Robert Villarreal, szintén a Los Alamos-i Nemzeti Laboratórium munkatársa, megerősítette Rogers eredményeit, és további hibákat tárt fel a kormeghatározással kapcsolatban.

2013 márciusában megjelent Giulio Fantinak, a Padovai Egyetem mérés technikával foglalkozó professzorának és Saverio Gaeta újságírónak *A lepel titka* című könyve, amelyben kétféle műszeres analitikai (FTIR- és Raman-spektroszkópiás) és többparaméteres mechanikai teszt eredményei kerültek nyilvánosságra. Az eredmények, a könyv szerint, 95 százalékos biztonsággal határozták meg a lepel korát. Az FTIR-vizsgálat szerint i. e. 700 és i. sz. 100 közötti, a Raman-spektroszkópia alapján i. e. 700 és i. sz. 300 közötti, a többparaméteres mechanikai vizsgálat szerint i. sz. 1 és 800 közötti időszakról van szó. Tehát a három teszt i. e. 700



és i. sz. 800 közé helyezi a lepel korát. Ez jelentős eltérés az 1988-as radiokarbon-kormeghatározás eredményétől, mely a középkorba helyezte a lepel készítésének idejét.

### További vizsgálatok, kutatások

Az 1980-as évek elején megállapították, hogy a *sebek környékéről* származó foltok, a leplen fellelt vöröses anyag nem festék vagy állatból származó vér, hanem emberi vér, és a Közel-Keleten gyakori *AB vércsoportba* tartozik. Az emberi eredetet azóta hol alá-támasztják, hol vitatják a mérések bizonytalansága miatt.

A 2005 és 2010 közötti években egy kutatócsoport közölte, hogy a test rajzolata a textílián 200 nm-es, ami a textilszál sejtfalának vastagságával pontosan megegyező. Szerintük a kirajzoló alak a textilanyag előregedésének következménye, oxidálódás következtében jött létre. Ugyanakkor leszögezték, hogy a textilt egy 34 millió kilowattos (!), rövid ideig tartó vákuum ultraibolya (VUV) sugárzás tudná hasonlóképpen elszínezni. Mások azt találták, hogy nagyon rövid hullámhosszú UV-sugárzás előidézhethet a leplel láthatóhoz hasonló elszíneződést.

Aldo Guerreschi és Michele Salcito 2005-ös tanulmánya szerint a leplen jól kivehető vízfoltok már az első századokban kerülhettek a vászonra. Magyarázat lehet az is, hogy amikor Edesszában keresztényüldözések voltak, az anyagot a várfalba rejtették egy kőkorszakban. Az évtizedek során kicsapódhatott a víz, és az öszszehajtogatott lepel folyadékba merülő sarkain jellegzetes foltok jelentek meg. A vízfoltok formái, rajzolata, valamint a határvonalak elszíneződése is alátámasztja, hogy nem a vászon nagyobb része ázott át.

Félrevezető körülmények is előfordultak. Egy első századi, Jeruzsálem-közi sírban talált temetkezési gyolccsal is próbálták azonosítani Krisztus halotti leplét. A gyolcs *vaszonkötéssel* készült, így eleve másról van szó.

## Az arckendő

### Az oviedói szudárium

A Jézus testét állítólagosan fedő két lepel közül a kisebbik az észak-spanyolországi *Oviedo katedrálisában* található. Ez az ereklye egy arctörölő kendő, hivatalos neve *szudárium*. A 84×53 cm-es leplen arcmást nem fedeztek fel, csupán vérfoltok láthatók. Az oviedói szudárium története jobban követhető, mint a torinói lepelé. 614-ben – amikor a perzsák megszállták a várost – került el Jeruzsálemből. Egy Fülöp nevű presbiter előbb Alexandriába vitte, majd 616-ban ismét menekülésre kényszerült, és ekkor az arckendő már a hispániai Cartagenába került. A szudárium és ládája ezután rövid ideig Sevilla püspökénél volt, majd Toledóban őrizték 718-ig. A Pireneusi-félszigetet elfoglaló mókók elől északra kellett menteni. Előbb Oviedótól tíz kilométerre, egy barlangban őrizték, majd kápolnát és katedrális építettek az ereklye méltó elhelyezésére és őrzésére.

A spanyol szindonológusok (a torinói halotti lepelrel foglalkozó tudomány gyakorlói, nevük a görög szündon, lepel szóból származik) által végzett tudományos vizsgálatok kimutatták, hogy az arckendőn található foltok összetételében egy rész *vér* és hat rész *tüdőváladék* állapítható meg. Ez a keresztre feszített ember fulladásos halálával, illetve az eközben bekövetkező *tüdőödémával* hozható kapcsolatba. A *pollenvizsgálatok* kimutatták, hogy az arckendő valóban Jeruzsálemből került – Afrikán keresztül – Spanyolországba. Az 1994-es oviedói szindonológus kongresszu-

son ismertették, hogy mirha- és aloényomokat is sikerült azonosítani a szöveten. A közelmúltban egy különleges fotóeljárással kimutatták, hogy több mint 130 egyező pont található a szudáriumon és a torinói leplen (9. ábra).



9. ábra. Az oviedói arckendő (szudárium)

### A manoppellói kendő

Az olaszországi Manoppello főtemplomának oltárán, egy ezüst ereklyetartóba foglalva, két üveglap között őriznek egy kendőt, amelyen egy arc rajzolata vehető ki. A szövött kendő *tengeri selyem*, a nagy sonkakagylóból (*Pinna nobilis*) nyert selyemfonalakból készült, amely a legdrágább szövet volt az ókorban. Egy ilyen kagylón levő szálanyagból maximum 2 g szövetet lehet előállítani. A kagylóselyem rendkívül finom, ritka és értékes anyag. Az aránylag hosszú pamacs formájában megjelenő selymes szálak az élőlény egyik mirigyéből választódnak ki. A kagyló ezzel rögzíti magát a tengerfenékhez vagy a sziklához. Az akár 6 cm-es hosszúságú szálak nagyon erős, vékony képződményei textilanyagokhoz is hasznosíthatók. Annyira finomak, hogy egy pár ilyen anyagú női kesztyű beférne *egy fél dióhéjba* (10. ábra).



10. ábra. A kagylóselyem

A 17×24 cm-es méretű fátyol jellegű kendő áttetsző, az arckép mindkét oldalról tökéletesen látható. A tudomány eddig nem tudott választ adni arra, hogy milyen módon keletkezett a kép, amely egyértelműen azonosítást mutat a torinói leplel lévő arccal. Annyi a különbség, hogy a torinói leplel az arc *negatív kép*, ezen a kendőn pedig *pozitív*. Blandin Paschalis Schlöner trappista szerzetes és ikonfestő többéves gondos részletelemzések után bebizonyította, hogy a manoppellói kendő arcképe tökéletesen fedi a torinói leplel lévő. Néhány kutató erre alapozva azt a megállapítást tette, hogy az arckép Krisztus sírjában keletkezett,



azaz Krisztus temetkezési szemfedője volt. Szakemberek véleménye szerint lehetetlen bármit is ráfesteni a tengeri selyemre, amelyet a vizsgálatok szerint rendkívül vékony cérnával szőttek. A szövési technika egyszerű, a cérnaágak közötti hézagok 150-től 300 mikron méretig terjednek. Külön érdekesség, hogy a manoppellói kendő egyben tűzálló, mint az azbeszt. Az arcképről azt is megállapították, hogy nem hologramról van szó. A szöveten meghatározó hajtások vannak, mintha a lepel sokáig össze lett volna hajtva (kétszer hosszában és keresztben). A fényben a színnek az umbra (mélybarna, sötét sárgásbarna), a szíena (vörös-sárga), az ezüst, a grafit, a méz, a barna és az arany között változhatnak. Mikroszkópi nézetben nem látszik semmilyen festékfolt, és a hátulról beáramló fénytől az anyag átlátszóvá válik, mint az üveg, még a hajtások is eltűnnek.

A kutatások egyértelműsítik, hogy a manoppellói kendő Jeruzsálemből származik. A kendő a 8. században került Rómába, a Szent Péter-bazilika *Szent Veronika-kápolnájában* őrizték. Az új Szent Péter-bazilikát a részlegesen lebontott régi bazilika helyén kezdték építeni, alapkővét 1506-ban tették le. 1527-ben, Róma elfoglalása idején, vagy a 17. század elején eltűnt a Szent Péter-bazilikából az eredeti Szent Veronika-kendő. A Szent Péter-bazilikában eltörött, kristályüvegű keretek találhatók, ezek egyikében őrizték Veronika kendőjét a 16. vagy 17. századig. A keret méretével pontosan megegyezik a manoppellói kendő nagysága. Továbbá a textília jobb alsó sarkán kristálydarabokat találtak, ami az eredeti üveglapokra utal. Így 1646 óta Manoppello kapucinus kegytemplomában van az arckendő (11. ábra).

Aki érdeklődik a torinói lepel iránt, és olaszországi látogatás hiányában is szeretne képet alkotni erről az ereklyéről, Győr-Nádorvárosban, a Szent Kamillus-templomban (Győr, Kálvária u. 15.) megtekintheti a másolatot.



11. ábra. A manoppellói kendő

#### IRODALOM

Pályi Gyula: A torinói lepel. Szent István Társulat, 2010.

Bulst, Werner: A torinói lepel és a mai tudomány. Szent István Társulat, 1987.

Harmat Árpád Péter: A torinói lepel rejtélyei. A Történelem Klub kiadványa.

Molnár Mihály: A szén és az idő: radiokarbon kormeghatározás. Fizikai Szemle (2006) 6. <https://www.vaticannews.va/hu/vilag/news/2022-07/torinai-lepel-korarol-uj-vizsgalatok-tukreben-palyi-gyula.html>

[https://en.wikipedia.org/wiki/Shroud\\_of\\_Turin](https://en.wikipedia.org/wiki/Shroud_of_Turin)

## Olvasnivalót ajánlok



A *Magyar Tudomány* igen tartalmas januári számából (<https://doi.org/10.1556/2065.186.2025.1.1>) külön ajánlanék egy számomra érdekes cikket Bazsa György tollából a magyar, a magyar születésű és a magyar származású Nobel-díjasokról (<https://doi.org/10.1556/2065.186.2025.1.15>).

Amint a cikkből is kiderül, indokolt ez a megkülönböztetés, mert bár büszkéek lehetünk mindőjükre, tudomásul kell vennünk, hogy a magyar származásúak között többen vannak olyanok, akik nem Magyarországon születtek, az anyanyelvük sem magyar volt, nem kötődtek a magyar kultúrához és nem vállalták a magyarságukat (pl. John Polányi vagy Richard Zsigmondy).

A Nobel-díj mellett több tudományterületen is alapítottak nagy nemzetközi presztízsű díjakat. Ilyenek például az Abel-díj, a Wolf-díj, a Lasker-díj és még jó néhány, ezeket és a magyar díjazottakat is sorba veszi a közlemény. Az írás szól a magyar szár-

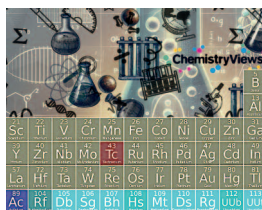
mazású tudósokról elnevezett nemzetközi díjakról és kitüntetésekéről is. A tisztelet és emlékezés számos hazai formájáról ugyancsak beszámol a cikk, de az elismerés szavai mellett utal a vélt hiányosságokra és aránytalanságokra. Véleményem szerint a maga teljességében hiánypótló az összeállítás. Köszönet a szerző alapos munkájáért!

Jó olvasást kívánok az érdeklődő kollégáknak!



A *Chemistry Views* legutóbbi száma az elemek periódusos rendszerével kapcsolatban közelmúltban megjelent cikkekből kínál válogatást ([https://www.chemistryviews.org/the\\_periodic\\_table/](https://www.chemistryviews.org/the_periodic_table/)).

Olvashatunk a fizika és a kémia hozzájárulásáról a periódusos rendszer megalkotásában, a kialakításában jelentős szerepet játszó, évfordulós kutatókról, mint Lothar Meyer, Ramsey, Ghirso; egyes elemek, például a plutónium (Pu) felfedezéséről; az elemek felfedezésének helyeiről. Az érdekes cikkek sorát a periódusos rendszerről szóló kvíz zárja. Elsősorban középiskolásoknak, egyetemistáknak ajánlom a cikkeket háttérismereteik bővítése céljából, és angol nyelvgyakorlásként is kiváló. Jó olvasást!



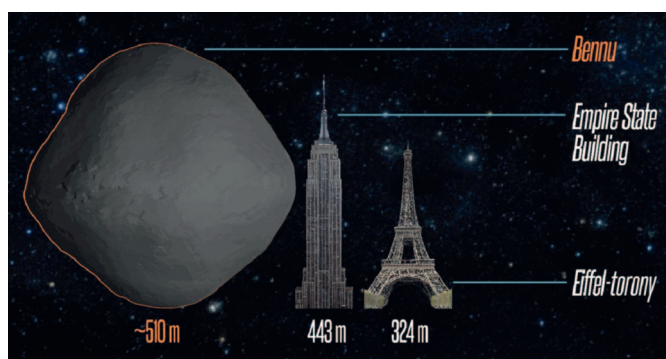


## TÚL A KÉMIÁN

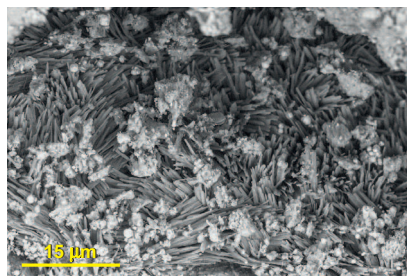
## Klímakatasztrófa a mennyekből

A jelenlegi adatok alapján 0,037% a valószínűsége annak, hogy 2182-ben a mintegy fél kilométer átmérőjű Benu kisbolygó nekiütközik a Földnek. Ennek az ütközésnek a lehetséges hatásait tanulmányozták a közelmúltban egy bonyolult modellben szimulációkkal. Az aszteroida jóval kisebb, mint az, amelyik a dinozauruszok kihalását okozta 66 millió éve, de hatásai így is elsők lennének. Az előrejelzések szerint az esemény mintegy 400 millió tonna port juttathat a sztratoszférába, aminek komoly következményei lennének az éghajlatra, a légkörkémiára és a növények fotoszintézisére is. A globális átlaghőmérséklet várható csökkenése 4 °C, a csapadékmennyisége pedig 15%. A romló fényviszonyok miatt a szárazföldi élőlények szervesanyag-termelése 36%-kal, míg a globális tengeri fotoszintézis 25%-kal esne vissza.

*Sci. Adv.* 11, eadq5399. (2025)



## Életre való Benu



A 101955 Benu kisbolygót nemcsak a Földdel való jövőbeli ütközés kockázata miatt vizsgálják. Az Osiris-Rex szonda 2018 és 2020 között mintát vett a felszínről, amelyet 2023

szeptemberében sikeresen visszajuttatott a Földre. A kémiai elemzés az élet vegyi alkotóelemeinek váratlanul gazdag tárházát találta a mintában: mintegy 30 aminosav, ezekből 14 olyan, amely a földi élet felépítésében is részt vesz; 23 különböző N-heterociklusos vegyület, köztük mind az öt nukleobázis. Ebben inkább a változatosság volt a meglepő, semmint az egyedi anyagok előfordulása. A legváratlanabb felfedezés a jelentős mennyiségű ammónia, amelynek az izotóposzerkezete korai, a naprendszer kialakulásának idejére is visszanyúló keletkezési időre utalt.

*Nature* 637, 1072. (2025)

*Nat. Astron.* 9, 199. (2025)

Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: [lenteg1206@gmail.com](mailto:lenteg1206@gmail.com). A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő internet-oldalon: [http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index\\_magyar.html](http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index_magyar.html)

## CENTENÁRIUM



J. N. Mukherjee: Adsorption of Acids by Purified Silica  
*Nature* Vol. 115, p. 497. (1925. április 4.)

Jnanendra Nath Mukherjee (1893–1983) indiai kolloidkémikus volt. Ma azt tartják legfontosabb hagyatékának, hogy felismerte a kolloidkémia meghatározó szerepét a talajok tulajdonságainak vizsgálatában és módosításában. Az indiai mezőgazdaság fejlesztésében sok kezdeményezés fűződik a nevéhez, javaslatára szervezték át az 1905-ben alapított Indian Agricultural Research Institute-t egyetemmé.

## Metánkibocsátás-csökkentő rizs

A rizsnövény gyökerei szénhidrogéneket bocsátanak ki elsősorban a rajtuk élő metanogén mikroorganizmusok miatt. Már korábban is ismeretesek voltak olyan, genetikailag módosított rizsváltozatok, ahol ez a folyamat az átlagosnál jóval kevésbé volt intenzív. Ezek vizsgálata azt mutatta, hogy a körülöttük lévő talajban kevesebb a fűléssav és több az etanol, mint más, szokásos



fajtáknál. Ilyen rizst a természetes rizstörzsek között is találtak, majd ennek a keresztezése egy másik, nagy hozamú változattal olyan növényt hozott létre, amely megőrizte mindkét jó tulajdonságot: egy hároméves, szabadföldi tesztorozatban kellően nagy terméshozamot és a szokásosnál 70%-kal kisebb metánkibocsátást tapasztaltak.

*Mol. Plant* 18, 333. (2025)



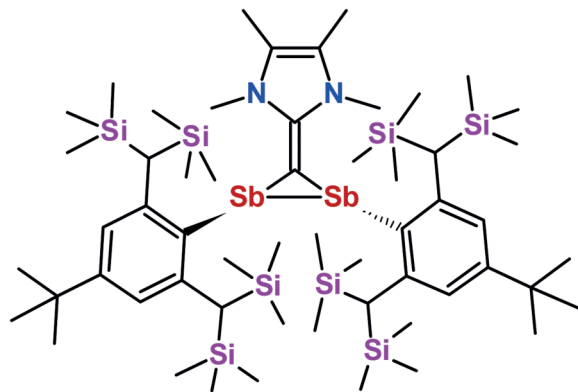
A Reuters hírügynökség beszámolója szerint Kína Szecsuán tartományában, Mianyang közelében új, lézeres fúziós központot építenek, amely energetikai és katonai célokat is szolgálhat.



## A HÓNAP MOLEKULÁJA

Az ábrán látható molekula az elsőként előállított metiléndiszztibirán, vagyis két antimon- és egy szénatomból álló, háromtagú gyűrűt tartalmazó molekula ( $C_{56}H_{110}N_2Sb_2Si_8$ ). Az egyenlő több nitrogénatomos heterociklusok régóta és nagy számban ismeretesek, de a periódusos rendszer nitrogéncsoportjánál a többi tag esetében nagy kihívás volt egy ilyen vegyület szintézise. Két antimonatom közötti  $Sb=Sb$  kettős kötést tartalmazó molekulákról már van korábbi tapasztalat, ezek nem számítanak különlegesen reakcióképesnek. Ezzel szemben a metiléndiszztibiránok valószínűleg nagyon hasznosak lesznek további érdekes származékok előállításához: szén-dioxiddal például öttagú gyűrűt lehet képezni belőlük.

*J. Am. Chem. Soc.* 147, 1421. (2025)

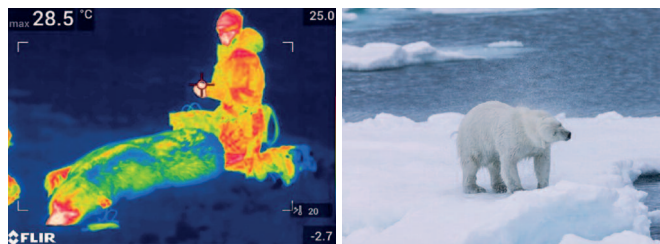


## Szupernehéz, superbomlékony elemek kis szerencsével



A szupernehéz elemek felezési ideje tipikusan igen rövid, s a kísérleti munka számára az a nagyjából 10 fs-os idő is jelentős elvi korlát, amely az elektronoknak szükséges az új atommag körüli elrendeződéshez, így valós atom létrejöttéhez. A közelmúltban igazolták, hogy időnként a véletlen segítséget adhat: igen rövid felezési idejű izotópok keletkezhetnek úgy, hogy elsőre egy hosszabb élettartamú, gerjesztett állapotú mag jön létre. A 104-es rendszámú radzerfordium 252-es izotópját például elő lehet állítani olyan módon, hogy ólommagokat bombáznak a fénysebesség 10%-ára felgyorsított titánmagokkal. A kísérletek elemzése szerint ilyenkor a keletkező gerjesztett állapotú mag felezési ideje 13  $\mu$ s, míg az alapállapotúé mindössze 60 ns.

*Phys. Rev. Lett.* 134, 022501 (2025)



## Jégoldó jegesmedve-praktika

Egy nemzetközi kutatócsapat nemrégiben nyilvánosságra hozott tanulmánya szerint a jegesmedvék szőre nemcsak jól szigetel, hanem a jégkristályok képződését is gátolja. A Spitzbergákon gyűjtött minták hidrofobicitása hasonló volt az emberi szőrszálakéhoz és a fluorozott szénhidrogénekkel készített síruhákéhoz, de a jégkristályok adszorpciós erősségét sokkal kisebbnek mérték rajtuk. Ennek oka után kutatva ismerték fel, hogy a jegesmedvék bőrén lévő lipidek egy fontos részletben különböznek más, vízi életmódot folytató emlősökétől: szinte egyáltalán nem tartalmaznak a szkvalén ( $C_{30}H_{50}$ ) nevű terpént. Ezután kvantummechanikai számításokkal igazolták, hogy a szkvalénen a jég adszorpciója kivételesen erős. Így ennek hiánya nagymértékben hozzájárulhat a jegesmedvék bundájának jégmentesítéséhez.

*Sci. Adv.* 11, eads7321. (2025)

## Fehérjecement

A kullancsok úgy rögzítik magukat egy gazdaszervezet felszínéhez, hogy nyálukban gyorsan cementté keményedő, fehérje-alapú bioragasztót termelnek. Ennek a folyamatnak a részletes tanulmányozásáról számoltak be a közelmúltban egy cikkben. A kulcs a glicinben gazdag fehérjék családjának vizsgálata volt. Összességében fél milligrammnál is kisebb tömegű kullancs-cementtel tudtak kísérletezni, s a tapasztalatok alapján modellfehérjéket készítettek. A fehérjékkel elvégzett tesztek azt mutatták, hogy a szilárdulás központi folyamata egy fáziselválás, amelyben kation- $\pi$ -elektron és  $\pi$ - $\pi$  kölcsönhatások játszzák a főszerepet, ezért a megfelelő helyen lévő arginin-, fenilalanin- és tirozinegységek a legfontosabbak benne. Az így felírt mechanizmus megértésének a kullancsellenes védőszerek fejlesztésében lehet majd szerepe.

*Nat. Chem.* 17, 186. (2025)



A kullancsok úgy rögzítik magukat egy gazdaszervezet felszínéhez, hogy nyálukban gyorsan cementté keményedő, fehérje-alapú bioragasztót termelnek. Ennek a folyamatnak a részletes tanulmányozásáról számoltak be a közelmúltban egy cikkben. A kulcs a glicinben gazdag fehérjék családjának vizsgálata volt. Összességében fél milligrammnál is kisebb tömegű kullancs-cementtel tudtak kísérletezni, s a tapasztalatok alapján modellfehérjéket készítettek. A fehérjékkel elvégzett tesztek azt mutatták, hogy a szilárdulás központi folyamata egy fáziselválás, amelyben kation- $\pi$ -elektron és  $\pi$ - $\pi$  kölcsönhatások játszzák a főszerepet, ezért a megfelelő helyen lévő arginin-, fenilalanin- és tirozinegységek a legfontosabbak benne. Az így felírt mechanizmus megértésének a kullancsellenes védőszerek fejlesztésében lehet majd szerepe.

## Érintésmentes vegyszerkatalógus

A vegyszercímkék mellett használt rádiófrekvenciás azonosítók (RFID) biztonsági szerepe kimondottan jelentős a valamilyen szempontból veszélyes (például erősen radioaktív vagy nagy nyom-



mású gázként tárolt) vegyszereket használó laborokban. Az ilyen eszközök működését azonban komolyan befolyásolja az, ha a gyártó fémedényben szállítja a terméket. A Lawrence Livermore Nemzeti Laboratórium kutatói azt a megoldást találták erre a problémára, hogy háromdimenziós nyomtatóval előállítható távtartókhoz erősítik az RFID-ket, amelyek így sokkal gyorsabban olvashatók le, és élettartamuk is megnövekedik.

*ACS Chem. Health Saf.* 32, 30. (2025)



## Válogatás

Az MTA Kémiai Tudományok Osztálya által kiválasztott három publikáció közül az elsőben a szerző bemutatja, hogyan lehet az élen járó lokális korrelációs módszerrel kémiailag pontos számításokat végezni több száz atomos molekulák esetében is. A második közlemény szerzői által használt új, fémmentes katalizátorcsalád megoldást ad az észterek hatékony és sztereoselektív aldehiddé történő alakításában. A harmadik publikációban a szerzők két különböző ciklikus ionmobilitás-tömegspektrometriás módszert dolgoztak ki egy, csak izomerkeverékben létező, ciklodextrin-eredetű szennyező izomerjének elválasztására és azonosítására.

**Perczel András**

az MTA rendes tagja, osztályelnök

A legfejlettebb lokális korrelációs módszerekkel kémiai pontosságú kvantumkémiai számítások váltak lehetővé akár több száz atomos molekulákra is

*Chemical Science*, 2024

<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2024/sc/d4sc04755a>

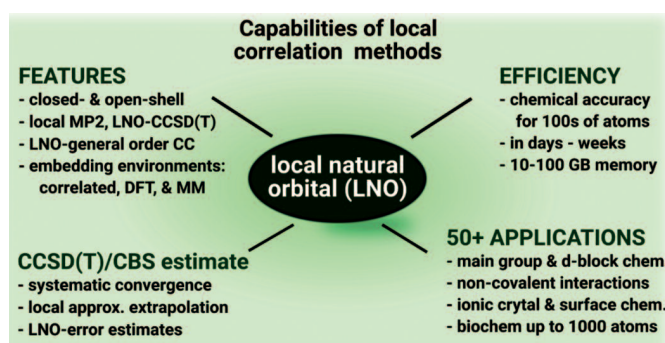
Péter R. Nagy<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Department of Physical Chemistry and Materials Science, Faculty of Chemical Technology and Biotechnology, Budapest University of Technology and Economics, Hungary

<sup>2</sup>HUN-REN-BME Quantum Chemistry Research Group, Hungary

<sup>3</sup>MTA-BME Lendület Quantum Chemistry Research Group, Budapest, Hungary

A publikáció ismerteti, hogyan lehet az élenjáró lokális korrelációs, különösen a BME-n fejlesztett LNO-CCSD(T) módszerrel kémiailag pontos számításokat végezni több száz atomos molekulákra is. A nagy pontosság (<1 kcal/mol hiba, pl. reakcióenergiákra) és a rutinszerűen elérhető számítási költség miatt lehetővé vált összetett molekuláris kölcsönhatások és reakciók megbízható modellezése a főcsoport-, átmenetifém-, bio- és felületi kémiában, amit a szerző 50+ gyakorlati példával illusztrál.



Észterek szelektív redukciója aldehidekké „Fiddler-rák jellegű” boránokkal

*Journal of the American Chemical Society*, 2025

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jacs.4c14596>

Ádám Dudás<sup>1,2</sup>, Ádám Gyömöre<sup>1</sup>, Bence Balázs Mészáros<sup>1,2</sup>, Stefánia Gondár<sup>1</sup>, Renáta Adamik<sup>1</sup>, Dániel Fegyvernek<sup>1</sup>, Dávid Papp<sup>2,3</sup>, Konrad Bernhard Otte<sup>4</sup>, Sergio Ayala Jr.<sup>4</sup>, János Daru<sup>5</sup>, József Répási<sup>6</sup>, Tibor Soós<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Organocatalysis Research Group, Institute of Organic Chemistry, HUN-REN Research Centre for Natural Sciences, Budapest, Hungary

<sup>2</sup>Hevesy György PhD School of Chemistry, Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary

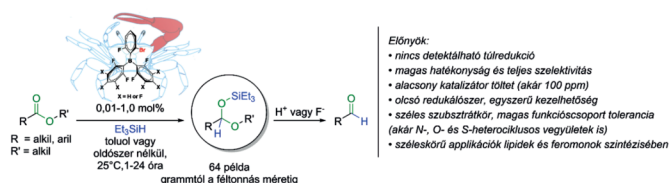
<sup>3</sup>MTA-ELTE Lendület Ion Mobility Mass Spectrometry Research Group, Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary

<sup>4</sup>Provivi, Inc., Santa Monica, California 90404, United States

<sup>5</sup>Department of Organic Chemistry, Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary

<sup>6</sup>Aldexchem Ltd., Érd, Hungary

Bár az aldehidek óriási ipari jelentőségűek, szelektív és hatékony előállításuk továbbra is kihívást jelent. Erre nyújt megoldást kutatócsoportunk új, fémmentes katalizátorcsaládjá, mellyel az észterek eddig nem látott hatékonysággal és szelektivitással alakíthatók át aldehidekké. Módszerünk már ipari méretben is alkalmazást nyert: a rizs fő kártevőjének feromonját állítják elő ezzel a módszerrel, megnyitva az utat fenntarthatóbb kémiai eljárások felé a gyógyszeriparban és az agrokémiaiában.



Izomer ciklodextrin-alapú Sugammadex-szennyezők jellemzése ciklikus ionmobilitás – nagy felbontású tömegspektrometriával

*Journal of the American Society for Mass Spectrometry*, 2025

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jasms.4c00243>

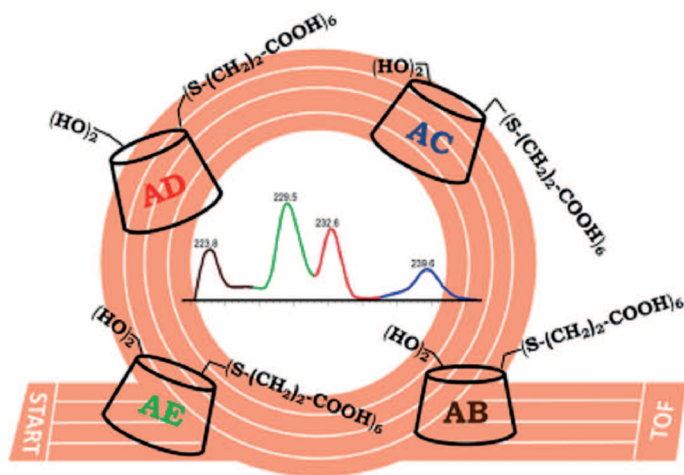
Péter S. Szakály<sup>1,2,3</sup>, Dávid Papp<sup>1,2</sup>, Arnold Steckel<sup>1</sup>, Erzsébet Varga<sup>3</sup>, Gitta Schlosser<sup>1</sup>

<sup>1</sup>MTA-ELTE Lendület (Momentum) Ion Mobility Mass Spectrometry Research Group, ELTE Eötvös Loránd University, Institute of Chemistry, Department of Analytical Chemistry, Budapest, Hungary

<sup>2</sup>Hevesy György PhD School of Chemistry, ELTE Eötvös Loránd University, Institute of Chemistry, Budapest, Hungary

<sup>3</sup>CycloLab Cyclodextrin Research and Development Laboratory, Ltd., Budapest, Hungary

A ciklikus ionmobilitás-tömegspektrometria (CIM-MS) hatékony módszer izomerkeverékek komponenseinek elválasztására és a komponensek azonosítására. Ebben a közleményben a szerzők



két különböző CIM-módszert dolgoztak ki egy, csak izomerkeverékben létező, ciklodextrin-eredetű (CD) szennyező négy konstitúciós izomerjének CIM-elválasztására és tömegspektrometriás azonosítására. Az izomerszerkezetű, karakterisztikus fragmensek ionmobilitási elválasztását is bemutatták. Kutatásukkal demonstrálták a CD-analitikában még kevésbé elterjedt CIM-MS technika alkalmazhatóságát és hatékonyságát.



Csekély növekedés az egyetemi jelentkezések számában kémiai szakokra



**OKTATÁSI  
HIVATAL**

Az Oktatási Hivatal lapzártnékor hozta nyilvánosságra a 2025-ös felsőoktatási jelentkezésekről kiadott statisztikákat. Kémia alapszakra nappali tagozaton,

első helyen összesen 126-an adták be jelentkezésüket öt intézményben (DE, ELTE, PE, PTE, SZTE). Ez alig nagyobb, mint a tavalyi 122-es létszám. Ugyanezen a szakon levelező képzésre 20 a teljes létszám két képzőhelyen (EKKE, NYE).

Vegyésszmérnök alapszakra nappali tagozaton 364-en jelentkeztek öt intézményben (BME, DE, ME, PE, SZTE) a tavalyi 334-gyel szemben. A levelező jelentkezések száma itt 65 (DE, ME).

A sok szakpárosítás miatt az adatokban rendkívül szétforgácsolt kémia tanári képzéseknél nappali tagozaton összesen 24-en jelentkeztek az országban, ez is csekély növekedés a tavalyi 17 után; míg a szintén sokszínű levelező kémia tanári képzési formákra az idén 138-an tervezik a beiratkozásukat, a tavalyi szám 122 volt.

LG



**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](http://www.chemistry-europe.org)



published in partnership with

**WILEY-VCH**

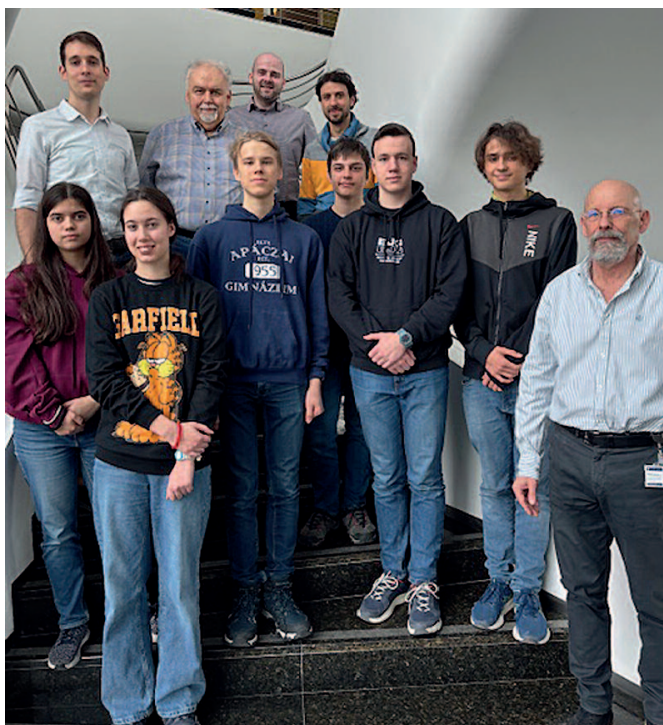




## OKTATÁS

## Az IJSO-csapat gyárlátogatása a Richterben

A Junior Természettudományos Diákolimpia legrégebbi rendszeres támogatója a Richter Gedeon Zrt. Ahogy a korábbi években is szinte mindig, az idei, bukaresti rendezésű verseny esetében is támogatta a csapatot, hogy a kiutazáshoz minden a rendelkezésükre álljon.



Idén a csapat tagjait exkluzív gyárlátogatásra is meghívta a gyógyszergyár, hogy így is kifejezze elismerését a szép eredményeket elért diákok (és felkészítőik) irányába. Ezt a meghívást a csapat minden tagja örömmel el is fogadta, így február 12-én reggel hat diák és négy tanár jelent meg a Richter Kémiai Kutató- és Irodáépületében. Egy nagyjából negyedórás „vendégvárás” követően (melynek során süteményt és kávét fogyaszthattak az érkezők) Prof. Dr. Szántay Csaba invitálta előadásra az egybegyűlteket. Az előadás a kutatói lét nehézségeiről, a kutatósághoz szükséges képességekről, készségekről, a kutatói pálya egyenes és görbe szakaszairól szólt, és folyamatosan bevonta a jelen levő diákokat. Nagyon élvezetes, különleges hangvételű előadás volt ez, tele olyan szemponttal és meglátással, amely nagyon ritkán kerül szóba a kutatói pálya kapcsán. A diákok végig érdeklődve figyeltek, válaszoltak a feltett kérdésekre, és szerintem több ponton komolyan is elgondolkoztak azon, hogy bennük vajon megvan-e a kutatáshoz szükséges kompetenciák teljes arzenálja. Tanárként is izgalmas volt végighallgatni, hogy nem mindig a középiskolában legtehetségesebbnek látszó diákokból lesznek a legjobb kutatók, és mennyi mindenre van még szükség a szaktárgyi tudáson túl is ahhoz, hogy valaki a tudományos pályán sikeres lehessen később.

Az előadás után rövid szünet, illetve a csoportképek elkészítése következett, majd két kollégánknak indulnia kellett vissza az iskolába. Bennünket pedig felkísérték a kémialaborokhoz. Nagyon izgalmas, üvegfalú laborok mellett tartottak előadást az itt folyó kutatások természetéről, nehézségeiről és folyamatairól.



Miközben az egyik kutató mesélt, a mögötte lévő laborban folyamatosan lehetett követni az épp zajló munkát. Úgy láttam, hogy ez a rész talán még jobban elbűvölte diákjainkat: a laborokban folyamatosan zajló munka, a szomszédos laborok nagy száma és az egyes fejlesztési folyamatokban részt vevő csapatok sokasága nagyon inspiráló volt. A nagyjából félórás bemutató után felkísérték a csoportot a múzeumszintre, a szomszédos épület 7. emeletére. Merthogy a Richterben most már állandó Richter-történelmi kiállítás is van, melyen a gyár muzeológus kollégája vezetett bennünket végig. Igazán izgalmas dolgokat mesélt a gyár és alapítójának történelméről, miközben az egyes termekben az adott korszakokból ránk maradt feljegyzéseket, berendezéseket, dokumentumokat is megnézegethettük. A múzeumi vezetés a látogatóközpontban zárult, ahol ultramodern eszközökkel ismerkedhettek meg a gyerekek a gyógyszerkutatással. Itt nagy kedvvel bámultak még egy darabig, és aztán indult mindenki hazafelé.

Összességében jó hangulatú, izgalmas és a diákok érdeklődésére maximálisan számot tartó látogatáson vehettünk részt. Szerintem mindenkinek pozitív élmény volt, és ezúton is köszönöm mindannyiunk nevében a Richternek a szíves vendéglátást!

Gy. A.



## Labortechnika, 2025: 700 látogató

Február 11–12.

A Labortechnika Kiállítást és Analitikai Ankétot idén a Magyar Kémikusok Egyesülete rendezte meg.<sup>1</sup> Az előzményekről és a tapasztalatokról beszélgettünk Szabó János Zoltánnal, az MKE ügyvezető igazgatójával, Schenker Beával, az MKE rendezvény-szervezőjével, pályázatfelelőssel és a tudományos program szervezői közül Adonyiné Kisbocskói Nórával, az MTA doktorával.



Mikor volt utoljára hasonló kiállítás?

**Bea:** Jóval a Covid-járvány előtt, aztán 2021-ben online.

**Nóra:** A régebbieket nem is az MKE rendezte. A SYMA-csarnokban tartották (ma BOK-csarnok), sokkal nagyobb területen. Azokhoz is kapcsolódott egy- vagy félnapos ankét – hol a csarnokban, hol az Egyesületben. A közös helyszín sokkal jobb, mert így különböző háttérű résztvevőket szólíthatunk meg. Most már a kiállítók javasolták, hogy társítsuk a két eseményt.

Hogyan merült fel egyáltalán a folytatás ötlete?

**Bea:** Azok a kiállítók vetették fel, akikkel a Vegyészkonferencián és a Kozmetikai Szimpóziumon találkoztunk. Már 2022-ben is elhangzott, hogy hiányzik a kiállítás, aztán a 2023-as Kozmetikai Szimpóziumon is emlegették: ezért kezdtem forszírozni, hogy próbáljuk meg. Hiszen a konferenciákon – különösen a járvány óta – nagyot csökkent a résztvevők száma, és a műszergyártók képviselői kevesebb kapcsolatot tudnak ilyen alkalmakkor kialakítani.

**János:** Az egri Eszterházy-egyetemen, ahol a tavalyi Vegyészkonferenciát tartottuk, csak kis bemutatói terünk lehetett. Meg is kérdeztem az egyik kiállítót, érdemes volt-e standot bérelniük. Azt válaszolta: fontos emberekkel találkozott, és több „minőségi”

kontaktot gyűjtött, mint néha egy nagyobb kiállításon. Egy másik kiállító inkább a diákok miatt települt ki: ő „a jövő kémikusait” akarta bevezetni a különböző műszerek használatába.

A mostani szervezés remek csapatmunka eredménye, amiért nagyon hálás vagyok a kollégáimnak. Jó hangulatú rendezvényt szerettünk volna, ahol „mindent egybegyűrünk”: a kiállítók találkozzanak a fiatalokkal, az iparbeliekkel, a kutatókkal, a kémikusok pedig ismerkedjenek meg személyesen a műszergyártók képviselőivel, az eszközökkel, beszéljék meg a problémáikat, szerezzenek információkat – és egymással is személyesen találkozzanak. A többoldalú szakmai párbeszédet segítette az expóval párhuzamosan futó ankét. Szerencsés véletlen, hogy az IUPAC „Global Women’s Breakfast”-je<sup>2</sup> az első napra esett: ezzel a délutéllal indult a tudományos program.

Milyen szempontok szerint állítottátok össze az ankétot?

**Nóra:** Arra törekedtünk, hogy minél színesebb programot kínáljunk, az analitika minél szélesebb területe kerüljön a hallgatóság elé; természetesen így sem lehetett teljes a paletta. A kiállítók kérték, hogy legyen céges előadás is: azok értek leginkább célba, amelyek új fejlesztésekről számoltak be, új lehetőségeket kínáltak az analitikusoknak. Szintén többeket inspirálhatott az ELTE egyszerű műszercentrumának bemutatása:<sup>3</sup> ez elősegítheti az együttműködéseket.



Hogyan nyertétek meg az előadókat?

**Nóra:** Nemcsak az MKE szakosztályaiból kerestünk kollégákat, hanem az MTA Kémiai Osztályának tudományos bizottságaiból is – örömteli, hogy együtt tudtunk dolgozni. Küldtünk ugyan ki meghívókat, de ez nagyon kevés eredménnyel járt: szinte mindenkit személyesen kellett megszólítanunk. Szervezőtársam, Mihucz Viktor is sok szakmabelit hívott.

Nem számítottam arra, hogy végül másfél napos programot tudunk összeállítani – és mindig népes hallgatóság gyűlt össze.

**János:** Éppen azért nem volt belépőjegy, hogy minél többen jöhessenek el, és azért szabtuk meg nagyon alacsonyan a kiállítási díjakat is.

Hányan állítottak ki?

**Bea:** Nagyjából 100 céggel vettük fel a kapcsolatot, és 25 jött el, közülük majdnem mindegyikkel régóta működünk együtt: a korábbi konferenciáinkon, a Labortechnika expókon is kiállítottak már. De a többiekkel is kialakult most valamilyen kapcsolat. Amikor



<sup>1</sup> Kiállítók és tudományos program: <https://analitikaexpo.mke.org.hu/>

<sup>2</sup> Lásd 115. oldal.

<sup>3</sup> <https://kkic.elte.hu/>



felhívtuk a képviselőket, gyakran kaptuk azt a választ, hogy gondolkodnak, mert nem tudják, megéri vagy nem éri meg kiállítaniuk. Akik eljöttek, azok is inkább próbálkozásnak tekintették ezt az alkalmat. Ahhoz képest szerintem nagyon jól sikerült.

Amikor egy gyógyszergyári ismerősöm meghallotta a rendezvény hírért, szinte ugrált örömeiben: végre lesz egy hely, ahol találkozhat a cégek képviselőivel, a kollégákkal, és a konferencia miatt el is engedik őket munkaidőben – ma már lámpással kell keresni az ilyen alkalmakat. Egy ipari laborban dolgozó ismerősömmnek és kollégáinak is nagyon hiányzott ez a lehetőség. Az egyik résztvevő azért lelkesedett, mert nemcsak előadást tartott és előadásokat hallgathatott meg, hanem tíz céghez is sikerült eljutnia – amire nem lenne különben ideje –, és megnézhetné, mi az a tíz eszköz, amit be akar szerezni. Más valaki elűjságolta, hogy az összes műszert meg tudta nézni, amire kíváncsi volt, és ezzel nagyon felgyorsíthatja a beszerzést. Igazából minden látogatónak jó kedve volt, és a kiállítók is örültek, mert mindkét délelőtt rengetegen voltak, de a délutánokon sem akadt sok üresjárat.



*Talán a helyszín is hozzájárult a jó hangulathoz.*

**Bea:** Az ELTE Gömb Aulájában voltunk: rengeteg konferenciát tartottunk már itt. A HungaroCoat-kiállítás szervezésében például 2011 óta veszek részt és szereztem tapasztalatot, a környezetet is jól megismertem. Ez az esemény a festékipari szakosztály állandó, általában kétfévente megrendezett kiállítása és konferenciája.

János más helyeket is keresett, de ez bizonyult a legjobbnak.

*Hány látogatót számoltatok?*

**Bea:** Előzetesen közel 600 látogatót regisztrált. A kormányhivataloktól a vízügyi, környezetvédelmi analitikai cégeken, egyetemeken, egészségügyi szervezeteken, kórházakon át a legkülönbözőbb kutatóhelyekig, vállalatokig jelezték az érdeklődést: voltak jelentkezők a gyógyszergyárakból, a vegyipari, olajipari, élelmiszeripari, mezőgazdasági cégektől is. Összesen 170 különböző helyről kerestek meg bennünket. A regisztráltak közül körülbelül 100-an nem jöttek el, de legalább másfélszer annyian érkeztek „helyettük” mások; ezenfelül voltak látogatóink három olyan iskolából – az egyikből két osztály is –, amelyekben az egyik tanárnő elmondása szerint kézzelfoghatóbbá akarták tenni a kémiát a tanítványok számára; két szakképzési centrumból pedig

20 technikus diák jött el. A kiállítók részéről több mint 100 résztvevővel számolhatunk, az MKE részéről, az előadókkal együtt, még 20 fővel.

*Az expót sebtében összehívott miniankét zárta, ahol a kiállítók elmondhatták a véleményüket, a változtatási javaslataikat. Egyesek úgy érezték, kevés egyetemistát láttak. Abból már élénk vita kerekedett, hogy kinek a dolga a „hírvetés”. Kizárólag az Egyesületé vagy a kiállítók is szóljanak a klienseiknek?*

**Nóra:** Abban egyeztünk meg a végén, hogy ez közös feladat. Természetesen az Egyesület mindent megtesz, de az összes kiállítónak is fel kell hívnia a partnerei figyelmét az expóra, mert mi nem tudhatjuk, hogy ők kivel állnak kapcsolatban. És aki eljön, az már más kiállítókat is megnéz. Ez kölcsönös érdek.

**Bea:** A diákok megszólításában leginkább az egyetemi kollégákra hagyatkozhatunk. Szívesen hirdetnénk plakátokkal is, de most már nem lehet „csak úgy” ragasztgatni az egyetemeken, mindehhez engedélyt kell kérnünk.

**János:** A mai ifjúság amúgy is a telefonján nézi a programokat. A március végi Novel Enzymes konferencia LinkedIn-oldalát már megcsináltuk, és mostantól minden konferenciának lesz LinkedIn-oldala. Két napja indítottam el az Egyesületét.

*Ahhoz a kérdéshez szintén többen hozzászóltak, hogy évente vagy kétfévente szerveződjön-e az esemény. Mikor lesz a következő?*

**János:** Szalay Péter, az Egyesület elnöke rögtön a megnyitón elmondta, hogy évente szeretnénk megrendezni ezt a kiállítást. A kiállítók végül szintén arra a következtetésre jutottak, hogy jövőre mindenképpen legyen, mert csak így tudunk megint hagyományt teremteni. Két év nagyon hosszú idő, másrészt az sem biztos, hogy minden évben ugyanazok a cégek jönnek el, de mindig lesznek olyanok, akik újdonsággal állhatnak elő. A szakmai konferenciáinkra távolról sem jön el 700 ember.

Azt gondolom, nagyon eltaláltuk ezt az igényt, és hosszabb távon is szeretnénk kielégíteni. 2026-ban február 10–11-én lesz az ankétal egybekötött kiállítás.

**Bea:** Ez az időpont nagyon szerencsésnek tűnik, mert sok vizsgálólaborban február közepéig még kevesebb a munka, utána már el vannak árasztva megbízásokkal, de az év eljén még el tudják indítani a beszerzéseket.

Az Egyesületről alkotott képnek szintén jót tesz, hogy bele mertünk vágni egy ilyen rendezvénybe. Vegyészmérnökként amúgy is szenvedek attól, hogy annyi minden eltűnik körülöttünk az ipar területéről is, és ha mást nem tudunk életben tartani, akkor legalább ezt próbáljuk meg, vállalja föl az egyesületünk. Az analitika nem létezik műszerek nélkül.

**János:** Azt gondoljuk, a mostaninál nagyobb kiállítói-látogatói kört is tudunk fogadni, bár sokszor már telt házsnak tűnt a rendezvény.

**Bea:** Azokat sem engedjük el, akik az idén még nem merték föl-vállalni a kiállítást: beszámolunk nekik az expóról, tartjuk velük a kapcsolatot, és biztatjuk őket, hogy jövőre tervezzék be ezt az eseményt. Volt olyan képviselő, aki elmondta, hogy munkahelyet vált, de az új cégét megint el akarja ide hozni.

**János:** Úgy látom, legalább ezer látogatóig elmehetünk. Ha a vegyész társadalomból indulunk ki, ez a szám már szabad szemmel is jól látszik.

sv



## Vegyipari mozaik

**Bővíté együttműködését az Egis és a Szegei Tudományegyetem.** SZTE–Egis Ipari Partnerségi Tanszék néven új oktatási egység kezd meg működését az SZTE Gyógyszerésztudományi Karán. Az Egis és a szegei egyetem stratégiai partnerekként már korábban is több területen sikeresen működött együtt, az új tanszék indulása mérföldkövet jelent a közös munkában.



Szakonyi Zsolt (dékán, SZTE GYTE) és Poroszlai Csaba (vezérigazgató, Egis Gyógyszergyár Zrt.)

Az SZTE–Egis Ipari Partnerségi Tanszék amellyel, hogy szervesen illeszkedik az SZTE már meglévő, színvonalas képzési struktúrájába, új lehetőségeket is kínál az ipari témák iránt érdeklődő szegei gyógyszerészhallgatóknak. Az Egis szakemberei révén az egyetemen tovább erősödhet a gyakorlatközpontú oktatási szemlélet, hiszen a gyógyszeriparban alkalmazott legfontosabb tudásanyagokat is nagy gyakorlati tapasztalatokkal rendelkező, elismert iparági szereplőktől sajátíthatják el a diákok, ami a karrierválasztásukra is döntő hatással lehet. Az egyetemi és az ipari szféra szorosabb együttműködéséből számos innovatív ötlet, kezdeményezés fakadhat.

A tanszékot Spaitis Tamás vezeti majd. (Egis)



RICHTER GEDEON

**A Richter 2024-es eredményei: újabb rekordév, kiemelkedő cash flow-val.** A Richterben a gyógyszeripari bevételek 9%-kal, 218 milliárd forintra nőttek 2024. negyedik negyedében ezzel a 2024. évi gyógyszeripari bevételek 845 milliárd forintra (2,14 milliárd euró) emelkedtek, ami 13%-os növekedés éves szinten. Az árfolyamváltozásokat kiszűrve a bevételek növekedése 10%-os volt 2024-ben, ami az előrejelzési tartomány alsó határát jelenti. A gyengébb forint némileg támogatta az árbevételt, amit csak részben ellensúlyozott a gyengébb rubel negatív hatása. Minden üzletág két számjegyzű értékesítési növekedést ért el 2024-ben.

A CNS (neuropszichiátriai) üzletág bevételei 2024-ben 18%-kal nőttek éves szinten, mivel a Vraylar® jogdíjbevétele 18%-kal emelkedett, míg a Reagila®-eladások továbbra is erőteljes, két számjegyzű növekedést mutattak (+24%) mind a Richter saját hálózatában, mind más partnereknek.

A Nőgyógyászati üzletág bevételeinek növekedése 12%-ot ért el 2024-ben, mivel a növekedés tovább lassult a negyedik negyedében a szállítási ütemezés (korábbi előszállítások az APAC-régióban) és a magas bázis miatt. Nyugat- és Közép-Európa továbbra is a legjobban teljesítő régió volt, a vezető márkáknak kö-

szönhetően (Drovelis®, Ryeqo®, Lenzetto® és EVRA®). A negyedik negyedében az APAC-országok eladásai éves szinten csökkentek, míg Kelet-Európát a gyenge rubel befolyásolta.

A Biotechnológiai üzletág bevételei 17%-kal nőttek 2024-ben éves szinten, mivel mind a teriparatid- (amelyet az RHT felvásárlása is segített), mind a CDMO-bevételek két számjegyzű növekedést értek el annak ellenére, hogy ez utóbbit a CDMO-értékesítések könyvelésének szezonális befolyásolta a negyedik negyedében.

A General Medicines üzletág a negyedik negyedében és 2024-ben is 10% körüli növekedést ért el, ami a sikeres termékbevezetéseknek (a növekedés fő hajtóereje a volumen/mix volt), de a pozitív árhatásnak és az árfolyamhatásnak is köszönhető.

A K+F projektek közül az elmúlt három hónapban farmakokinetikai és kereskedelmi okok miatt két fázis-1-es programot állított le a Richter. Ugyanakkor két új preklinikai CNS- (neuropszichiátriai) projekt indult el (egy pedig leállításra került), és a pipeline most már két nőgyógyászati preklinikai projektet is tartalmaz (az új eredeti kutatási központban).

A bruttó fedezet (gyógyszergyártási szegmens) 14%-kal 586 milliárd forintra nőtt, a bruttó fedezeti hányad pedig 0,5 százalékponttal 69,3%-ra javult 2024-ben.



A tisztított EBIT (gyógyszergyártási szegmens) 2024-ben 18%-kal 280 milliárd forintra nőtt. Az árfolyamhatások kiszűrésével a tisztított EBIT 15%-kal 712 millió euróra nőtt. A CNS (neuropszichiátriai) üzletág volt a tisztított EBIT növekedésének fő hajtóereje a Vraylar és a Reagila két számjegyzű értékesítési növekedésének és a negyedik negyedében elért jelentős mérföldköv-bevételnek köszönhetően. A Nőgyógyászati üzletág nyereségeségét a negyedik negyedében a Mithra megvásárlásának hatása befolyásolta, míg a General Medicines üzletág tisztított EBIT-je enyhén csökkent, mivel az üzletág új termékbevezetésekbe és a portfólió „frissítésébe” fektetett be. A Biotechnológiai üzletág veszteségei enyhén csökkentek.

A jelentett EBIT 2024-ben 261 milliárd forint volt, ami 38%-os növekedést jelent éves szinten.

(Az anyavállalat tulajdonosaira jutó) adózott eredmény 239 milliárd forint volt 2024-ben, ami 51%-os növekedés éves szinten. A javulás az erősebb működésnek és a 2024-es árfolyamveszteségek hiányának köszönhető.

A szabad cash flow (M&A tevékenység előtti) 2024-ben 244 milliárd forintot tett ki, ami közel háromszorosára nőtt éves szinten. Az erősebb működés, az árfolyamveszteségek hiánya, a különadók elmaradása és az alacsonyabb beruházási költségek



mind hozzájárultak a szabad cash flow 2024-es megugrásához. A keletkezett készpénzt az év során M&A tevékenységre és magasabb osztalékra költötte a Richter, így a nettó készpénzpozíció gyakorlatilag nem változott az egy évvel korábbihoz képest.

2024 nagyon aktív év volt az üzletfejlesztés terén. Az AbbVievel a neuropszichiátria területén kötött új K+F együttműködési megállapodás és egy új női egészségügyi eredeti kutatási központ létrehozása Belgiumban lehetővé teszi a Richter számára, hogy továbbra is innovatív megoldásokkal álljon elő a lefedetlen terápiai területek ellátására. A három bioszimiláris termékjelölt ki-fejlesztésében 2024 során elért jelentős mérföldkövek és a NOAC-ok (újszerű orális véralvadásgátlók) sikeres bevezetése több országban hozzájárul ahhoz, hogy betegek milliói számára bővüljön a megfizethető gyógyszerekhez való hozzáférés.

(<https://www.gedeonrichter.com/hu-hu/media/250228>)



### Tovább erősíti a hidrogén-infrastruktúrát a MOL-csoport.

Újabb lépést tett a hidrogénmobilitás fejlesztése érdekében a MOL-csoport. Mostantól hatékonyabban segíti a buszok és teherautók töltését az a hidrogéntöltő állomás Pozsonyban, amely a MOL-csoport leányvállalata, a Slovnaft pozsonyi finomítójában termelt hidrogénnel látja el a helyi tömegközlekedési társaság hidrogénbuszait is. A korszerűsítésnek köszönhetően a buszok hatótávolsága 40%-kal nő, ami jelentősen hozzájárul a pozsonyi tömegközlekedés hatékonyabb működéséhez. A MOL-csoport stratégiai célja, hogy alternatív energiaforrásokkal, például hidrogénnel tegye fenntarthatóbbá az ipari szereplők és a mobilitási szektor működését.

A pozsonyi finomító területén lévő, 2022-ben átadott töltőállomást a Slovnaft és a Messer Tatragas közös vállalata, a Messer Slovnaft üzemelteti; az együttműködés kulcsfontosságú a szlovákiai hidrogéninfrastruktúra fejlesztése szempontjából. A töltőállomás a korszerűsítésnek köszönhetően mostantól magasabb, 350 bar nyomást biztosít a hidrogénbuszok és teherautók tankolásához, ami növeli a hatótávolságot. A fejlesztés eredményeként kevesebb tankolásra van szükség, ami fokozza a teherautók és a tömegközlekedésben használt hidrogénbuszok összhatékonyságát.

A hidrogén üzemanyagként elsősorban az áruszállítás, a teher- és a tömegközlekedés számára jelent fenntartható alternatívát. A hidrogénüzemű járműveknek számos előnye van: károsanyag-kibocsátás nélkül biztosítanak csendes működést, hosszabb hatótávot és az akkumulátoros elektromos járművekhez képest gyorsan újratölthetők. (MOL)



**A világ legfejlettebb hidrogén-üzemanyagcellás elektromos rendszere.** Már nem a világ első számú autógyártójaként, hanem vezető mobilitási szolgáltatójaként definiálja magát Toyota, amely néhány éve nem kevesebb, mint 5700 hidrogén-üzemanyagcellás elektromos technológiával kapcsolatos szabadalmat osztott meg ingyenesen versenytársaival, most pedig bemutatta a világ legfejlettebb, harmadik generációs hidrogén-üzemanyagcellás (FC) elektromos rendszerét.



Az új rendszert úgy tervezték, hogy a hagyományos dízelüzemű motorokkal azonos tartóssággal feleljen meg a kereskedelmi szektor különleges igényeinek. Emellett a rendszer jelentős teljesítménybeli javulást mutat, beleértve az üzemanyag-hatékonyságot és a költségek jelentős csökkentését a korábbi változathoz képest. A harmadik generációs FC-rendszert a nehéz haszongépjárművekben való használatra is kiterjesztik, és a tervek szerint legkorábban 2026 után vezetik be elsősorban Japán, Európa, Észak-Amerika és Kína piacain.

A Toyota mindenesetre 2024-ben is a világ legnagyobb és legnyereségesebb autógyártójának bizonyult. A Brand Finance Global 500 friss összesített jelentése szerint: a környezettudatosság, megbízhatóság és innováció szinonimájának tekintett japán gyártó 64,7 milliárd dolláros értékkel továbbra is magasan a legértékesebb autómárka, a legértékesebb japán márka és összesítésben a világ 18. legértékesebb cége (a lista első három helyét az Apple, a Microsoft és a Google foglalja el). Az elemzés szerint egyetlen másik autógyártó fért csak be a világ 25 legértékesebb márkája közé. (Toyota)



**Innovatív orvosi technológia 3D nyomtatással.** A Cor.Sync nevű innovatív vállalat sikeresen integrált iglidur i3-ból (lézeres szinterezéshez kifejlesztett anyagból) készült, 3D-nyomtatott fogaskerekeket egy vérelemző készülékbe, és így már a fejlesztési fázisban megoldotta a műszaki kihívásokat.

A Cor.Sync ugyanis azzal a kihívással szembesült, hogy rendkívül pontos és megbízható orvosi eszközt kellett kifejlesztenie a szívroham diagnosztizálására. A szív- és érrendszeri betegségek világszerte a leggyakoribb haláloknak számítanak, a troponin-szint gyors és pontos mérése a vérben pedig kulcsfontosságú a



szívroham korai felismerése és az életmentő intézkedések megkezdése szempontjából.

A készülékhez rendkívül nagy pontosságú és kis súrlódású hajtásrendszerre volt szükség: ennek nagyon kis szögletes mozgásokat kellett pontosan szabályoznia, hogy pontosan mérni tudja a vérben lévő alacsony troponin-koncentrációt.

Kezdetben a fém fogaskerekes hajtóművek különböző változatait tesztelték a szükséges pontos-

ság és felbontás elérése érdekében. Ezekkel a fém hajtóművekkel azonban számos probléma akadt. Ezek a nagy tehetetlenség – a fém fogaskerekek tömegük miatt nagy tehetetlenséggel rendelkeztek, ezért nehéz volt őket mozgatni, és ehhez a kis precíziós léptetőmotorok nyomatéka nem volt elégséges –, a kenés – ez kórházi környezetben problémás, mivel a kenőanyagok kedvező feltételeket teremthetnek a fertőző kórokozók elszaporodásához –, valamint a költségek.

A Cor.Sync végül a nyomtatott iglidur i3 fogaskerekek mellett döntött. Az SLS-eljárással a bonyolult geometriájú csigakereket és csavart gyorsan, pontosan és a kis mennyiségek ellenére is költséghatékonyan gyártották.

A nyomtatott fogaskerekek használata pontosabb, megbízhatóbb és könnyebben karbantartható készüléket eredményezett. A Cor.Sync „point-of-care” készülék mindössze 8 perc alatt méri a troponinszintet, szemben a hagyományos laboratóriumi vizsgálatokhoz szükséges 1–5 órával. (<https://www.muszaki-magazin.hu>)

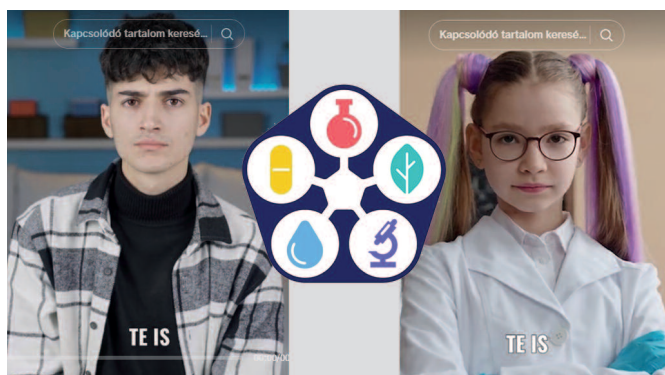
**Dobó Dorina összeállítása**

## MKE-hírek

### Több mint 350 ezer megtekintésnél a Kémia mindenkinek kisfilm

A Kémia Mindenkinek Program keretében létrejött <https://www.kemiamindenkinnek.hu>

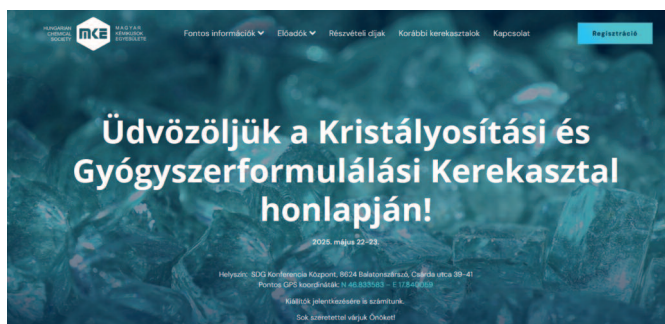
honlap folyamatosan osztja meg a kémia iránt érdeklődőkkel a kémiai tárgyú híreket, programokat és információkat. A nemrég



készített 40 másodperces kisfilmet már több százezren látták a TikTokon. A jövőben egyre több helyen megjelenik majd terveink szerint a film, például a mozikban is vetítik majd a filmek előtt.

### Megújulnak az MKE-konferenciák honlapjai

A korszerűsítés jegyében megújulnak a konferencia-honlapok. Már új köntösbe öltözött a Kristályosítási és Gyógyszerformálási



Kerekasztal honlapja. Az esemény idén május 22–23-án lesz Balatonszárszón.

A kétévente megrendezett Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Konferencia (KAT) most kerül vissza a kétéves őszi ritmusba. A helyszín Balatonszárszó.



A KAT társrendezvénye a Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés. A KAT2025 és a 64. MSV konferenciákat azonos helyszínen és időpontban, önálló, de párhuzamosan lebonyolított rendezvényként kívánjuk megszervezni.



A hagyományos Biztonságtechnika Továbbképző Szeminárium új helyszínen, a Mátrászentistváni Narád Hotelben valósul meg. A szálloda wellness-szolgáltatásokkal és túrázással is szolgálja a résztvevők komfortérzetét.



A 2015. november 23-án megalakult biológikum-analitikai szakmai közösség új honlapja az MTA Biológikum-analitikai Munkabizottság és egyben az MKE Biológikum-analitikai Szakcsoport igényeit szolgálja ki. A 2025. évi rendezvény június 4. és 6. között lesz Balatonszemesen, a Richter Üdülőben.



## Február 4–5-én volt a Grofcsik-verseny döntője

A BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Karának Hallgatói Képviselete 12. alkalommal rendezte meg a Grofcsik András Emlékversenyt egyetemisták és középiskolások részére.



Grofcsik András a Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar egykori kiváló pedagógusa, egyetemi tanára és az MTA doktora volt. Az ő emléke előtt tisztelegve hozták létre ezt a versenyt, ahol a hallgatók beszámolhatnak a sejtbiológia, a szerves és szervetlen kémia, a vegyipari műveletek, a folyamatirányítás, a polimerek terén szerzett tudásukról a tanszékek által elkészített feladatsorok révén. Az első nap a versenyen 3 fős csapatok mérték össze tudásukat írásban, a második napon pedig bemutatták a versenyen kapott téma feldolgozása alapján készített előadásukat.

A versenyzés mellett ez kiváló alkalom, hogy a különböző egyetemekről érkező hallgatók kapcsolatot építsenek egymással, megosszák tapasztalataikat, bővítsék szakmai hálózatukat és inspirációt merítsenek egymás ötleteiből. Lehetőség nyílik arra is, hogy különböző nézőpontokat ismerjenek meg, új együttműkö-

déseket alakítsanak ki, és betekintést nyerjenek más intézmények oktatási és kutatási gyakorlatába.

## Kémiai Nyílt Nap Debrecenben

Kémiai nyílt nap volt a Debreceni Fórumban január 23-án, ahol kísérletekkel és hidrogénhajtású kisautóval mutatkozott be a Kémiai Intézet.



## Nagy érdeklődés kísérte az Oláh György Országos Középiskolai Kémiaversenyt február 28. – március 1.

A versenyen három kategóriában hirdettek győzteseket, akik meggyőző teljesítményt nyújtva érték el a jó eredményeket. A kétnapos verseny első napja a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen valósult meg, a második nap délutánján pedig a Richter Kémiai Kutatóépületében tartották a pódiumbe-





szelgetést és az eredményhirdetést. A diákok nagy figyelemmel hallgatták a Richter kutatóinak élményeit, történeteit.

### Olimpikonok és tanárok köszöntése a Richterben

Február 12-én az IJSO (International Junior Science Olympiad) versenyt megnyerő diákokat (erről a 126. oldalon is beszámolunk), február 13-án a 13. és 14. kerületi pedagógusokat látták vendégül a Richter Központban.



A látogatások célja az volt, hogy mind a diákok, mind tanáraik képet adjanak a Richter innovatív gyógyszerkutatási világáról, hogy rámutassanak, miért fontos és miben áll a jövő gyógyszerkutatóinak képzése, illetve mit is jelent a gyógyszeripari kutatói életforma.

A program során a résztvevők izgalmas prezentáción vettek részt, melyet Prof. Dr. Szántay Csaba tartott, majd betekintést nyerhettek a laboratóriumi munkákba. Ezt követően pedig ellátogathattak a Richter látogatóközpontjába és múzeumába.

### Makettépítő verseny a BorsodChemnél

Ünnepélyes keretek között hirdették ki az általános iskolásoknak szóló makettépítő verseny eredményét, amelyre több mint ötven pályamunka érkezett. Az idei pályázat témaköre az „Építsd meg a jövő laboratóriumát” volt, és a legkiemelkedőbb alkotások készítői díjátadó eseményen vehették át jól megérdemelt jutalmukat. Ezt követően a nyertesek az Izocianát Laboratóriumot látogatták meg, ahol érdekes kísérleteken és látványos bemutatón keresztül nyerhettek betekintést a kémia világába. A rendezők remélik, hogy a látogatók maradandó élményekkel gazdagodtak, és évről évre egyre több kiskispolást ismertethetnek meg a BorsodChem tevékenységével.



### Az MKE rendezvénynaptára

| Dátum                  | Rendezvény                                                   | Helyszín          |
|------------------------|--------------------------------------------------------------|-------------------|
| 2025. május 16.        | Küldöttközgyűlés                                             | Budapest          |
| 2025. május 19–21.     | Peptidkémiai Munkabizottság ülés                             | Balatonszárszó    |
| 2025. május 22–23.     | XVII. Kristályosítási és Gyógyszer-formulálási Kerekasztal   | Balatonszárszó    |
| 2025. május 26–28.     | Komplexxkémiai Kollokvium                                    | Balatonszárszó    |
| 2025. május 29–30.     | Biztonságtechnika 2025                                       | Mátraszent-istván |
| 2025. június 1–5.      | International Conference on Green & Sustainable Chemistry    | Budapest          |
| 2025. június 5–6.      | Biologikum                                                   | Balatonszemes     |
| 2025. augusztus 21–24. | Kémiantanári Továbbképzés                                    | Eger              |
| 2025. augusztus 28.    | Magyar Magnézium Szimpózium                                  | Budapest          |
| 2025. október 14–16.   | 30. Őszi Radiokémiai Napok                                   | Balatonszárszó    |
| 2025. október          | XLVIII. Kémiai Előadói Napok                                 | Szeged            |
| 2025. november 5–7.    | XVI. Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Konferencia | Balatonszárszó    |
| 2025. november 5–7.    | 64. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés                        | Balatonszárszó    |
| 2025. november 13.     | Kozmetikai Szimpózium Szakmai Nap                            | Budapest          |

## HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL LXXX. No. 4. April

### CONTENTS

|                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Expanding geological hydrogen sources – in theory and practice</i>                    | 102 |
| <b>GÁBOR LENTE</b>                                                                       |     |
| <i>Research always generates new motivation. Interview with</i>                          |     |
| <b>Norbert Lihi</b>                                                                      | 104 |
| <b>TAMÁS KISS</b>                                                                        |     |
| <i>Carbon nano-dots</i>                                                                  | 107 |
| <b>KATALIN BÉLAFI-BAKÓ</b>                                                               |     |
| <i>On Grignard reagent à la Márton Kajtár</i>                                            | 110 |
| <b>ANDRÁS RÓKA</b>                                                                       |     |
| <i>So it goes</i>                                                                        | 113 |
| <b>GÁBOR LENTE</b>                                                                       |     |
| <i>Impact and impact factor</i>                                                          | 114 |
| <b>ISTVÁN HARGITTAI</b>                                                                  |     |
| <i>What does Umberto Eco say on the shroud of Turin when he writes on something else</i> | 116 |
| <b>GÁBOR LENTE</b>                                                                       |     |
| <i>On the shroud of Turin and sudaria</i>                                                | 116 |
| <b>CSABA KUTASI</b>                                                                      |     |
| <i>Chembits</i>                                                                          | 122 |
| <b>GÁBOR LENTE</b>                                                                       |     |
| <i>Publication of the month</i>                                                          | 124 |
| <i>News of the month</i>                                                                 | 126 |

# Raman mikroszkópia gyorsan, vizuálisan

A Raman képalkotás korábban specialisták működési területe volt. Mára azonban számos olyan alkalmazási területen is fontos eszközzé vált, ahol a felhasználók nem spektroszkópai szakértők. A **Thermo Scientific DXR™xi képalkotó Raman mikroszkópokban** alkalmazott új műszaki és szoftveres képalkotó megoldások teljesen vizuálissá tették a készülékek használatát, így a technika helyett elsősorban a kérdésekre és a kapott válaszokra lehet fókuszálni.

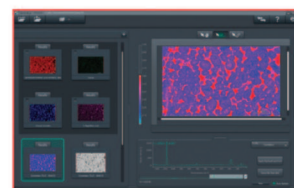
## ... kompromisszumok nélkül.

[thermoscientific.com/DXRxi](http://thermoscientific.com/DXRxi)



**DXR™xi Raman képalkotó  
mikroszkóp**

Nagyteljesítményű, integrált  
Raman képalkotó rendszer



**Thermo Scientific  
OMNIC™xi Raman  
képfeldolgozó szoftver**

Teljesen vizuálisan kezelhető,  
gyors, Raman spektroszkópián  
alapuló képalkotás

Kizárólagos képviselő:

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

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

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

# UNICAM

---

Magyarország Kft.