A TARTALOMBÓL:

- Áramlásos kémia: növekvő jelentőség, magyar fejlesztések
- Deli József: negyven év karotinkémia
- A nulladik kísérlet
- Buli Lombikfalván
- Földön kívüli élet Londonban

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXXI. ÉVFOLYAM • 2026. DECEMBER • ÁRA: 1800 FT

Találkozás a Nobel-díjas Omar Yaghival



A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült

Nemzeti Kulturális Alap



Videófelvételek:
https://www.youtube.com/watch?v=yPx2lFT7zX8
https://www.youtube.com/watch?v=shxSVBG1U1I

Az „MIT-laborban”

Molecular Frontiers szimpózium

A szeptemberi budapesti rendezvényen tíz tudós, köztük számos Nobel-díjas tartott előadást, beszélegetett egy-egy asztalt körbeülve a fiatalokkal vagy a pódiumról válaszolt a kérdéseikre, sőt posztert is készített velük.

A Lauder Multiverzum Innovációs Térben (MIT) a diákok szórakoztató STEM-projektekkel ismerkedhettek meg és néhány kísérletben/játékban ki is próbálhatták magukat. A Gömb aulában „interaktív Harry Potter-élmény” várta őket.

FOTÓK: HUN-REN



Utolsó simítások Robert Langer biotechnológus poszterén



Poszterkészítés Jan Szostakkal (orvosi-élettani Nobel-díj: 2009)



Dinshaw Patel szerkezeti biológust mindenki hallani akarja



Középen: Sir Tim Hunt (orvosi-élettani Nobel-díj: 2001)



Munka után Pál Csabával



Interaktív Harry Potter-élmény – kalandos kémiával





Sok iskolából érkeztek

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA
HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXXI. évf., 12. szám, 2026. december

A Magyar Kémikusok Egyesületének tudományos ismeretterjesztő folyóirata és hivatalos lapja

SZERKESZTŐSÉG:
Felelős 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, ifj. SZÁNTAY CSABA, KALÁSZ HUBA, KISS TAMÁS, MERNYÁK ERZSÉBET, SKODÁNÉ FÖLDES RITA, 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
Egy lapszám ára: 1800 Ft
MKE-tagoknak előfizetés: 9900 Ft
Nem MKE tagoknak: 19 900 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.2026.12

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

KEDVES OLVASÓK!



Ismét itt a december, ismét eltelt egy év, ismét számba lehet venni az elmúlt év eseményeit és a jövő év terveit. A Magyar Kémikusok Egyesületében ennek a számbavételnek és tervezésnek keretet ad, hogy jövő májusban tisztújító közgyűlés lesz. Ezt megelőzően – jövő év március közepéig – a szakosztályok, szakcsoportok, munkahelyi csoportok, területi szervezetek tisztújítására is sor kerül. Egy ilyen taggyűlés lehetőséget ad arra, hogy a vezetőség és a tagok is átgondolják, milyen konferenciák és egyéb események zajlottak az elmúlt négy évben az Egyesület keretein belül, mit érdemes továbbvinni, mit lehetne javítani. Emellett természetesen szóba kerül az is, hogy változzon-e és hogyan a vezetőség. Azok helyére, akik már két ciklus óta – 8 éve – vezetik és szervezik az egyesületi csoportok munkáját – a munkájukat elismerve és megköszönve – új jelöltet kell állítani. Emellett rövidebb vezetőségi tagság esetén is számos okból lehet váltás. Akár marad a régi vezetés, akár változik, a hagyományok megtartása mellett olyan új célokat kell kitűzni, amelyekért érdemes tagnak maradni, illetve új tagként csatlakozni az Egyesülethez, annak valamelyik szakosztályához, szakcsoportjához. Nagyon fontos a fiatalok megszólítása, érdeklődésének felkeltése és bevonása a vezetőségbe is. Miért is vállal ilyen feladatot valaki? Talán azért, mert hisz abban, hogy ezzel elősegíti a magyar kémikus társadalom összefogását, együttműködését, annak elérését, hogy hallassuk a hangunkat és meg is hallják a hangunkat, amikor a kémiaoktatásról, a tehetséggondozásról, a környezetvédelemről, a kémiai örökség megőrzéséről vagy más, a kémiához, természettudományokhoz kapcsolódó kérdésről van szó.

Az egyesületi élet pillanatairól, az Egyesület programjairól, az általa szervezett konferenciákról és egyéb eseményekről számos közösségi fórumon láthatunk, olvashatunk híradást. Az egyik legfontosabb és legnagyobb hagyománnyal rendelkező fórum a havonta megjelenő Magyar Kémikusok Lapja, amely széles körben jut el a kémikus (és talán nem csak a kémikus) társadalomhoz, és amelyben az egyesületi élet hírei mellett tudományról, tudománytörténetről, ipari újdonságokról, nagyszabású, hagyományteremtő eseményekről találunk cikkeket. Így a mostani számban olvashatunk a Richter Gedeon Nyrt. támogatásával létrehozott TETT mesepályázathoz kapcsolódó meséket, olvashatunk a londoni Royal Institutionban tartott karácsonyi előadások keretében megtett „mesés” Földön kívüli utazásról. Ugyancsak sok érdekességet megtudhatunk a szeptemberben Magyarországra látogató Nobel-díjassal, Omar Yaghival készített interjúból, aki már fiatalkorában nagy érdeklődéssel fordult a kémia felé, és nagy elhivatottsággal párosuló rengeteg munkával, a fém–organikus vázszerkezetek területén elért nagyszerű eredményeivel érdemelte ki 2025-ben a Nobel-díjat. Olvashatunk a jelen néhány fontos eseményéről: egy most létrejött magyar–kínai projektről, amelynek keretében a szén-dioxid új, környezetbarát ipari hasznosítására keresnek technológiai megoldásokat; magyar fejlesztésekről az áramlásos kémia területén; egy Bázelben rendezett gyógyszerkémiai kongresszusról. A múltat idézi fel a 75 éves jubileumát ünneplő MOL Ásvány-olaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék (Pannon Egyetem) ünnepségéről szóló beszámoló. Ez a néhány téma is jól mutatja, hogy mindenki találhat megfelelő olvasnivalót ebben a számban is.

A december azonban különleges hónap, hiszen a közeledő ünnepekre való készülődés jegyében is telik. Így a lap minden kedves olvasójának kívánok kellemes, békés karácsonyi ünnepeket és boldog újévet!

Debrecen, 2026. december



Várnagy Katalin
egyetemi tanár
az MKE főtitkára

TARTALOM

MOLECULAR FRONTIERS
A tudománynak nincs nemzetisége. Beszélgetés **Omar Yaghi** Nobel-díjas kémikussal 350

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY
Negyven év karotinkémia. Beszélgetés **Deli Józseffel** 353
Hergert Tamás, Kánya Nándor, Kormos Péter, Dormán György, Bajcsi Áron, Juhász Levente, Török Viktor, Gilmore Szilvia, Darvas Ferenc: Az áramlásos kémia növekvő jelentősége és digitalizációja, magyar hozzájárulások 358

BIZTONSÁGI JELZÉSEK ÉS KÉMIAI BIZTONSÁG
Agárdi Tamás: Biztonsági jelek: jó és rossz gyakorlatok 362

ÚTI BESZÁMOLÓ
Fischer János: Az EFMC gyógyszerkémiai kongresszusa Bázelben 365

ÉVFORDULÓ
Nagy Roland: 75 év tudás, gyakorlat és ipari együttműködés. A Pannon Egyetem MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszékének jubileumi ünnepsége 368

TETT-TÖRTÉNETEK
Szántay Csaba: A nulladik kísérlet 370
Farkas-Lévai Péter: Buli Lombikfalván 372

KÖNYVISMERTETÉS
Lente Gábor: Fizikai kémia Pierre Bouguer-től Teller Edéig
(Inzelt György: A tudásvágy útjai, Typotex, 2026) 373

TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTÉS
Lente Gábor: Földön kívüli élet Londonban. A 2025-ös Faraday-előadásról 374

VEGYÉSZLELETEK
Lente Gábor rovata 376

A HÓNAP KÉMIAI PUBLIKÁCIÓJA 378

A HÓNAP HÍREI 379



Címlapunkon:
Omar Yaghi a budapesti Molecular Frontiers szimpóziumon (fotó: HUN-REN)

A tudománynak nincs nemzetisége

Beszélgetés Omar Yaghi Nobel-díjas kémikussal

Omar Yaghi 2025-ben kapott kémiai Nobel-díjat a fém–organikus vázszerkezetek területén végzett úttörő munkájáért. Akkor a Kaliforniai Egyetem (Berkeley) professzora volt. 2026 nyarán költözött át Kínába, a pekingi Csinghua Egyetem munkatársa lett. 2026 szeptemberében a Molecular Frontiers konferencia előadójaként töltött néhány napot Budapesten. A Magyar Kémikusok Lapja felelős szerkesztője ekkor kapott lehetőséget arra, hogy interjút készítsen vele.

Életrajza szerint Ön Ammanban, Jordániában született, majd tizenöt éves korában az Egyesült Államokba költözött. Meglátásom szerint ma a globalizáció egyik jelentős arca. Hogyan lett a kémia az életpályája?

Valóban Jordániában nőttem fel, egy palesztin származású menekültcsaládban. Nem éltünk fényűző körülmények között, sokáig még az olyan alapvető dolgok is hiányoztak, mint a vezetékes víz vagy az elektromos áram. Gyerekként nem is fogtam fel teljesen, mennyire nehéz volt az életünk, de ezt valószínűleg mégis éreztem a mindennapokban. Tízéves koromban egy könyvtárban olyan rajzokra bukkantam, amelyek nagyon megragadták a figyelmemet. Nem tudtam, hogy molekulákat ábrázolnak, mégis úgy éreztem, valami egészen egyedit fedeztem fel. Olyannyira, hogy szinte titokban tartottam ezt a „felfedezést". Visszatekintve úgy gondolom, hogy ezek a rajzok valamiféle menedéket jelentettek számomra a hétköznapi nehézségek elől. Később tudtam meg, hogy az ábrákon molekulák szerkezeti képletei voltak, és hogy mindez a kémia világához tartozik. Ekkor döntöttem el, hogy ezzel szeretnék foglalkozni.

Laboratóriumba először az Egyesült Államokban tehettem be a lábam. Ott a legelső kísérletünk egy szerves vegyület kristályosítása volt. Felejthetetlen élményt jelentett, ahogy a kristályok szinte hópelyhekként kiválnak az oldatból, lenyűgözött a látvány. A molekulák és a kristályok szépségébe szerettem bele. Nem valamilyen nagy társadalmi küldetés vezérelt, és nem azért választottam ezt a pályát, mert világproblémákat akartam megoldani. Engem a molekulák szépsége vonzott. Később minden fontos szakmai döntésemben ez játszott szerepet. Az érdekelt, hogyan lehet új és elegáns molekuláris rendszereket létrehozni.

A konferencián részt vevő diákokkal



Szerintem az alapkutatás lényege is ez. A kutatókat különféle dolgok motiválják. Van, akit a gyakorlati haszon érdekel, másokat a tudományos kihívás. Engem elsősorban a molekulák szépsége inspirált. Amikor munkatársaimmal elkezdtük molekuláris építőegységekből, LEGO-kockák módjára megtervezni az új anyagokat, sokan kételkedtek abban, hogy kristályos szerkezeteket lehet így létrehozni. Mi azonban kitartottunk. Hosszú időn át kerestük a megfelelő kísérleti körülményeket, míg végül sikerrel jártunk. Ebből születtek meg a fém–organikus vázszerkezetek, később pedig a kovalens szerves vázszerkezetek.

A kémia iránti érdeklődésem tehát nagyon korán kialakult, és azóta sem múlt el. A molekulákban mindig volt valami titokzatos és magával ragadó, ami mellett egyszerűen nem tudtam elmenni.

2025 őszén egyiptomi diákokat is tanítottam, az Ön díjára ők is nagyon büszkék voltak. Élete során sok országban élt és dolgozott. Hol van az otthona?

Ott, ahol előre tudom vinni a molekulák kutatását. Mélyen kötődöm a kémiához, és mindig oda megyek, ahol kiváló emberekkel dolgozhatom együtt, ahol lehetőség van a tudomány határainak kitolására. Valójában az egész világot az otthonomnak érzem, egyetlen országról sem gondolom, hogy kizárólagosan a magáénak tekinthet. Szerintem a tudománynak nincs nemzetisége.

Jordániában szerettem meg a kémiát. A szüleimről ragadt rám a munkához való hozzáállásom és a kiválóságra törekvés. Az Egyesült Államokban a tudományos fegyelmet tanultam meg. Nagyon sokat köszönhetek doktori témavezetőmnek, aki megtanított a kutatás szigorára, és közben bátorított arra, hogy ne egyszerűen mások nyomában járjak, hanem új utakat próbáljak nyitni. Ez nem a legegyszerűbb életpálya, de kétségtelenül a legörömtelibb.

Jordánia formálta az értékrendemet és az őszinteségemet, az Egyesült Államok a gondolkodásomat, most pedig Kína új távlatokat nyit előttem. Minden kultúra másképpen közelít a problémákhoz, és ebből rengeteget lehet tanulni. Palesztin származású jordániai vagyok, és büszke vagyok mindkét örökségemre. Szaúd-Arábiával is szoros kapcsolatot ápolok, hiszen hosszú ideje dolgozom együtt ottani kutatókkal, és tiszteletbeli állampolgárságot is kaptam. Emellett nagyra tartom az amerikai tudományos rendszert. Életem negyvenöt évét töltöttem öt, tizenöt éves koromtól a Nobel-díjig.

Ugyanakkor fontos hangsúlyozni: senki nem ad semmit ingyen. Nem az ország teszi sikeressé az embert. Ha valaki az Egyesült Államokban kutató, az még önmagában nem jelent semmit. A siker a kemény munkából, a jó kérdések feltevéséből és a megfelelő döntésekből születik.

Ha van valami, ami összeköti életem különböző állomásait, az

nem egy ország, nemzet vagy kultúra, hanem a molekulák világa. Az én nemzetiségem a kémia.

Ön több nemzetközi kutatási szervezetnek és kezdeményezésnek is vezető alakja. Mi ezeknek az alapgondolata, célja?

A mai tudományos rendszer alapvetően arra épül, hogy a kutatásban legerősebb országok magukhoz vonzzák a világ tehetségeit. Ennek következtében viszonylag kevés ország viszonylag kevés kutatója próbálja megoldani a világ sok-sok problémáját. Régóta gondolkodom azon, hogy miért ne lehetne inkább sok ország sok kutatója ugyanennek a munkának a részese. Nem ettől válna jobbá több ember élete?

Mindig zavart, hogy a tudomány bizonyos értelemben exkluzív klubként működik. Miért ne építhetnénk kutatóközpontokat ott, ahol a tehetség megszületik? Miért ne segíthetnénk a helyi kutatókat saját országukban fejlődni és nemzetközi partnerekké válni?

Ha tehát elmegyek egy fejlődő országba, és ott a legaktívabb, az átlagból kiemelkedő tudósokra építve együttműködést alakítok ki, valamint maradandó értéket hagyok magam után, akkor sok szempontból olyan kutatási partnereket segítek, akiknek nem feltétlenül kell elhagyniuk a hazájukat, ahogyan én tettem. Persze lesznek, akik mégis így döntenek. Ez így van rendjén, hiszen a tudósok bizonyos mértékű mobilitása nagyon is kívánatos. A működési modellnek azonban arra kellene épülnie, hogy világszerte tehetségközpontokat hozunk létre, és partnerként tekintünk rájuk. Ez lehetővé teszi a tudományos munkát, különösen a mesterséges intelligencia korában, amikor különböző nézőpontokból és kultúrákból származó adatokhoz juthatunk hozzá, amelyek jelentősen javítják majd a munka minőségét, növelik az értékét. Úgy gondolom tehát, hogy a mesterséges intelligenciával beléptünk a bőség korába. Ezzel viszont a jelenlegi egyetemi modell elavult, hiszen azt az erőforráshiányra tervezték, nem pedig a bőségre. A jövő azoké, akik képesek a határokon túl is gondolkodni, és megértik, értékelik, hogy a világ minden táján léteznek tehetségek. E tehetségek bevonása pedig nemcsak a saját törekvéseinket segíti, hanem az egész világ javát is szolgálja.

Az elmúlt tizenöt évben ezen a modellen dolgoztam; kutatóintézetek létrehozásával igyekeztem határokon átívelő együttműködéseket kialakítani. Ilyen intézeteket hoztunk létre Vietnámban, Malajziában és a Közel-Kelet számos országában. Az eredmények azonban vegyesek. Azt tapasztaltam, hogy a kutatómunka elsajátítása a legegyszerűbb feladat. Korábban azt hittem, hogy a kutatás, a tudományos munka rendkívül nehéz dolog, de kiderült, hogy ezt a legkönnyebb megtanítani egy fiatal tudósjelöltnek. Sikerrel tanítottuk meg az embereket a kutatás módszertanára, ám kevésbé voltunk sikeresek abban, hogy összekapcsoljuk ezeket az intézeteket egymással, illetve azzal a környezettel, amelyben létrehoztuk őket. Őszintén szólva, a szokásos kutatáspolitika komoly akadály lett: nem segíti az általunk létrehozott intézetek fejlődését, inkább megpróbálják tönkre tenni az előrehaladást, mindezt irigységből, illetve az erőforrásokért folytatott szokásos akadémiai harcok miatt. A mesterséges intelligencia révén azonban látok egy kiutat: az intézetek összekapcsolódhatnának egymással. Létrehozhatnának egy olyan környezetet, amelyben mindenki együttműködik, és amely révén egy új kutatási és tudományos vizsgálati rendszer épül ki. Én új anyagok fejlesztésével foglalkozom, és mondjuk ezt is kitűzhetjük célul a hálózat számára. Jelenleg ezen dolgozom: ez a Yaghi Tudományos Kezdeményezés (Yaghi Science Initiative). A lényeg az ilyen intézetek világszintű létrehozása és összekapcsolása, valamint automatizált laboratóriumok kiépítése. Ez eltér attól, amit 15 évvel ezelőtt csináltam, hiszen ma már gyakorlatilag teljes automatizálásról van szó, olyan folyamatokról, amelyek átívelnek a határokon, és digitális úton átadhatók, illetve megoszthatók. Áttörést látok a korábbi gyakorlathoz képest: az intézetek közötti kapcsolatnak köszönhetően a helyi politika nem feltétlenül akadályozza meg a fejlődést.

Mindig is érdekelt, hogyan tehetnénk a tudományt nyitottabbá, szélesebb körű törekvéssé, hogy ne csupán exkluzív klub legyen, amely csak bizonyos emberek számára érhető el a világ viszonylag kevés egyetemén.

Ön kontinensek között is költözött már, az Egyesült Államokon belül pedig kimondottan sokat: a keleti parton kezdett, majd a Közép-Nyugaton folytatta, Arizonában is dolgozott, az idén nyárig pedig Kaliforniában. A jelek szerint nem esik nehezére, ha új helyet kell megszoknia.

Amikor az ember költözik, új embereket fedez fel. Új kapcsolatok és új környezet várják. A nehézséget az jelenti, hogy ezt az új környezetet meg kell ismerni. Számomra ez izgalmas és szeretem. Sokan azonban rettegnek tőle, mert ismeretlen, kaotikus helyzetbe kerülnek.

Sokat tanulok mások gondolkodásából. Más a környezet, az egyetemeken eltérőek a kollégák, így az oktatási és kutatási kultúra is más. Jól alkalmazkodom a változásokhoz, a tanulságokat jól tudom hasznosítani, mert arra késztetnek, hogy más szemszögből lássam a dolgokat, és olyan kérdéseket tegyek fel, amelyek talán korábban fel sem merültek. Nem vagyok nagy kapcsolatépítő; még ezt a szót is utálom. Szeretek a saját érdeklődési körömnek megfelelően, önállóan tevékenykedni. Szerintem a hálózatépítés alapproblémája az, hogy nagyon sokan a hálózathoz igazodva próbálnak meg cselekedni ahelyett, hogy őszintén és elfogultság nélkül válaszoljanak meg egy tudományos kérdést.

Úgy vélem, a mostanra kialakult hálózatok ártanak a tudománynak; minimalizálnunk kell a hatásukat. Kétségtelenül fontosak a tudományos infrastruktúra kiépítése szempontjából, ugyanakkor függetlennek kell maradnunk tőlük, hogy azokkal a problémákkal foglalkozhassunk, amelyek valóban érdekelnek minket, s közben ne érezzünk kötelezettséget a hálózat felé. Talán épp ezért szeretem a változást: nincs idő hálózatot építeni, sem arra, hogy az ember kötelességének érezze ezt. Mindig nehéz volt olyannak lennem, aki intellektuális értelemben valami mást csinál, mert ez olyan kategóriába sorol engem, amellyel mások nem tudnak mit kezdeni, akinek a közelében kényelmetlenül érzik magukat. De őszintén szólva ez nem igazán érdekelt. Nekem az volt a legfontosabb, hogy a tudományos munkám haladjon előre.

Az egyik, amit igazán szeretek a költözésben – ahogy már említettem –, hogy új emberekkel ad módot találkozásra, és ennek révén megtapasztalhatunk egy másfajta kultúrát: nem kell feltétlenül teljesen beleolvadni, átélni enélkül is lehet. Azok az emberek, akikkel kapcsolatba kerülünk, a részünkké válnak. Ha úgy tetszik, most már mi ketten, akik itt ülünk az interjúszobában és beszélgetünk, egymás részévé váltunk. Amit megtudok Önről, és minden benyomás, amit a kérdései vagy a gondolkodásmódja kelt bennem, beépül a lényembe. Amikor tehát eldöntöm, hogyan válaszolok a következő kérdésre, Ön is ott van a háttérben. Nem kizárólag én adom a válaszokat, csak része vagyok a folyamatnak, eszköze annak, hogy magammal vigyem ezeket az ötleteket, és úgy ötvözzem őket, hogy újabb kérdéssé formálódjanak.

A kémiában elért sikereimet sem kizárólag magamnak köszönhetem. Hozzájárultak ehhez azok a hallgatók, posztdoktorok és kollégák, akikkel utam során találkoztam, és akikkel őszinte beszélgetéseket folytattam – épp olyat, mint amilyet most mi. Ez valahogyan beépült a lényembe, és így hatással van arra is, később én milyen kérdéseket teszek fel. Ezért annyira fontos a változás.



Omar Yaghi a budapesti pódiumbeszélgetésen

Az olvasók alighanem csalódottak lennének, ha nem hoznám szóba a Nobel-díjat. Már a 2025 előtti években is sokan Önt tekintették a díj fő várományosának. Csalódás volt, amikor jó pár éven keresztül nem az Ön neve hangzott el a stockholmi sajtótájékoztatón?

A fém–organikus vázszerkezetek már legalább tizenöt éve szerepeltek az efféle találgatásokban. A téma megosztotta a közvéleményt, voltak támogatók és ellenzők. Egy idő után már sokan vélték úgy, hogy a terület úttörői Nobel-díjat érdemelnek. Rendszeresen mondták nekem is, hogy esélyes vagyok rá, hiszen mi nyitottuk meg az utat, és mi tettük hozzá azt a tudást, amelytől a terület olyanná vált, amilyennek ma ismerjük. Ha egyetlen alapvető munkát kellene csak megemlíteni a területen, az a miénk lenne, senki másé. Így világos volt, hogy ha egyszer a Nobel-bizottság a fém–organikus vázszerkezetek létrehozását ismerné el, akkor én lennék a fő várományos. Ezt nemcsak a saját szakterületem képviselői, hanem kívülállók is így látták; ezért évről évre felmerült a díj lehetősége. Én azonban többnyire elhessegettem a gondolatot, mert úgy véltem: ha az ember folyton ezen rágódik, úgysem következik be. Jobb tehát megfeledkezni róla. Mindig azt gondoltam, esetleg majd nyolcvanéves koromban kapom meg, addigra az én hozzájárulásom kifejti a hatását és talán véget is ér.

Nem így történt. A díj elnyerése után azt éreztem, hogy még rengeteg energia és lendület van bennem, és számos olyan nagy kérdés vár válaszra, amelyekkel szívesen foglalkoznék. Így aztán újra belevetettem magam a tudományos munkába. A Nobel-díj nem a pályafutás lezárását jelentette számomra, hanem egy új kezdetet, egy újabb kísérletet a nagy kérdések megválaszolására.

A 2025 előtti években rendre érkeztek a jóslatok; sokan mondogatták, hogy az idén már biztosan én következem, a hallgatóim pedig várva várták a nevem bejelentését – ám az végül mégsem hangzott el. Úgy éreztem, hogy kicsit csalódást okoztam nekik. Nem lettem győztes. A stockholmi sajtótájékoztató után általában egy hét kellett ahhoz, hogy ez az érzés elszálljon, és oldódjon a feszültség bennem. A bejelentések nekem inkább a kellemetlen időszak végét jelentették, mint bármi mást, éppen a közösség részéről tapasztalt találgatások és várakozás intenzitása miatt. Amikor aztán 2025-ben tényleg felhívtak Stockholmból, leírhatatlan megkönnyebbülést éreztem: végre nem kell többé minden évben idegeskednem, várnom az eredményt, vagy attól tartanom, hogy csalódást okozok valakinek.

De ekkor másfajta nyomás nehezedett rám: meg kell felelnem a rengeteg meghívásnak, és döntenem arról, miben vegyek részt. Hamar rájöttem, hogy ezzel a díjjal komoly és nehéz feladatot is kaptam. Úgy érzem, kötelességemmé vált közvetíteni a tudományt a szélesebb közösség, sőt, talán az egész társadalom felé. Válogatnom kell a meghívások között: melyiket fogadom el, és melyiket nem. Közben meg kell őrizni a józan ítélőképességemet is, és még valódi tudományos munkára is időt kell szakítani. Ezeket a problémákat próbálom mostanában kezelni.

Összességében jó érzés és hatalmas megtiszteltetés, hogy ez a nagyszerű tudományterület kapta a kitüntetést. A Nobel-díj a legmagasabb tudományos elismerés, amelyre valaki vágyhat; a tudomány és a társadalom figyelmének középpontjába emeli a szakterületet.

Számomra pedig egy új kezdet is lehetővé vált. Kínában most nem vagyok egészen olyan, mint egy kezdő kutató – bár annak érzem magam, hiszen mindent a nulláról kezdek. De már Nobel-díjas kezdő kutató vagyok. Teljesen új projektekbe kezdek, forrásokat kell szereznem hozzájuk. Azt csinálom, amit a kezdő kutatók szoktak, és ennek nagyon örülök.

Magáról a telefonhívásról is szeretném kérdezni. Ahmed Zewail, az egyiptomi származású kémiai Nobel-díjas könyvében lehet arról olvasni, hogy amikor felhívták, akkor volt olyan tudós is a vonal másik végén, akit személyesen ismert. Ő a hír közlése után annyit mondott: és most élvezd életed utolsó tíz nyugalmas percét. Önnel hogyan történt?

Épp akkor hívtak, amikor egy repülőgépről szálltam le Európában, így az én esetemben nem volt kora hajnali ébredés. Brüsszelbe tartottam egy megbeszélésre, és Frankfurtban kellett átszállnom. Épp a csomagomért nyúltam, hogy levegyem a fenti tárolóból, közben az utasok már felálltak, készültek elhagyni a gépet. Az ajtót még nem nyitották ki. Sőt, még a telefonhívás végén sem volt nyitva. Így ott álltam a gép ülések közötti folyosóján, és köszönetet mondtam, valamint kifejeztem hálámat a bizottságnak, illetve az Svéd Tudományos Akadémia titkárának, aki felhívott. Úgy rémlik, a bizottság néhány tagja is ott volt vele, és közülük is többen gratuláltak, üdvözletüket küldték. Azt azonban a lelkemre kötötték, hogy a következő másfél órában senkinek ne szóljak róla, mivel csak akkorra volt időzítve a bejelentés. Így hát nem szóltam senkinek. Azt is mondták, hogy ezután jelentősen megváltozik majd az életem, vagy hogy örökre megváltozik, vagy valami ilyesmit.

A díjat hárman megosztva kapták. Mi volt az Önök közötti viszony a díj előtt? Együttműködők voltak vagy versenytársak?

Talán a baráti viszonyban lévő versenytársak a legjobb leírás. Ugyanakkor volt némi feszültség is köztünk, hiszen nyilvánvaló volt, hogy teljesen új anyagcsoportot tártunk fel, és mindig találgattuk, vajon ki kerül majd be a kiválasztottak közé, és ki nem. Én biztos voltam benne, hogy bárkik is kapjanak elismerést, én köztük leszek. A másik két kolléga esetében viszont – úgy hiszem – mindig kérdéses volt a szakmai közösség számára, hogy részesülnek-e a díjban vagy sem. Szerencsére végül mindketten megkapták velem együtt, és úgy vélem, a bizottság remek döntést hozott. Rendkívül nehéz feladat lehet kiválasztani a díjazottak személyét egy adott szakterületen belül. Susumu Kitagawa, Richard Robson és én legalább húsz éve ismerjük egymást. A japán kutatóval szorosabb volt a kapcsolatom, mivel gyakran ugyanazokra a konferenciákra jártunk; sokszor mi nyitottuk meg vagy zártuk le az üléseket, elég hasonló szerepet töltöttünk be. Egyfajta baráti versengés zajlott köztünk. Ha újabb 35 évet kellene valakivel versengve töltenem egy szakterületen, őt választanám. Nem kellemetlen rivalizálásról volt szó, hanem inkább arról, hogy kölcsönösen jobbá tegyük egymás tudományos munkáját.

Lente Gábor

Negyven év karotinkémia

Beszélgetés Deli Józseffel



Deli József 2026 márciusában ünnepelte 70. születésnapját. Júniusban megkapta az Otto Isler-díjat, amellyel a Nemzetközi Karotinoid Társaság (International Carotenoid Society) kutatói életművet ismer el háromévente egy alkalommal. A 2015-ben Zemplén Géza-fődíjjal is kitüntetett professzor ebből az alkalomból adott interjút a Magyar Kémikusok Lapja felelős szerkesztőjének.

Baján születtél és Pécsett jártál a vegyipari szakközépiskolába. Honnan jött az életedbe a kémia?

Apámat 1959-ben Bajáról áthelyezték Pécsre, így kerültünk ide. A 39-es Dandár úti általános iskolába jártam. Nem emlékszem már, hogyan tetszett meg a kémia, de az biztos, hogy el akartam menni az iskolai kémiaszakkörre. A tanárnő viszont közölte, hogy már betelt. Elküldött az Úttörőházba, ott is működött kémiaszakkör. Ezt névleg Kaurek Róbert vezette, aki a szénbányánál volt főmérnök, de legtöbbször a fia járt be, aki talán a Pedagógiai Főiskolára járt, és Halblender Anna is tartott foglalkozásokat, aki abban az időben szintén hallgató volt. Később neves kémiatanár lett, aki tankönyveket írt és kitüntetést kapott.[1]

Az „óriási” létszámú szakkörben nagyon sokszor egyedül voltam. Ekkor kerültem közel a kémiához, utána már elég természetes választás volt a vegyipari szakközépiskola. Annak a laborjai pontosan itt álltak, a Pécsi Tudományegyetem Gyógyszerésztudományi Karának helyén, ahol most beszélgetünk, és főleg az első évben nagyon szűkösek voltak a diákok létszámához képest. Akadtak hírhedt oktatók, gyakran tanári diploma nélkül, Veszprémben végzett vegyészmérnökök. Elég keményen voltak és idegőrlő módon tanítottak.

1974-ben érettségiztünk. Mi voltunk az egyetlen olyan évfolyam, amelynek nem volt érettségi átlaga. Abban az évben csak nem megfelelt, megfelelt és kiválóan megfelelt minősítést adtak. Utána soha többet nem csináltak ilyet. Ráadásul újításokat is bevezettek az érettségi vizsga előtt, ezért az utolsó félévben minden szaktanárnak kapkodnia kellett.

Mivel a tanáraink nagy része Veszprémben szerezte meg a diplomáját, elég egyenes út vezetett oda a vegyipari szakközépiskolából. Az évfolyamunkról többen is továbbtanultunk, de előtte még volt 11 hónap katonai szolgálat Kalocsán, úgyhogy 1975-ben kezdtem az egyetemet. Ott akkor kétfokozatú rendszer volt: háromévnyi képzés után vegyész üzemmérnöki diplomát kaptunk, ezzel az évfolyam felét el is küldték dolgozni. A jobbak további két évre maradhattak, ezután mérnöki diplomát szereztek valamilyen ágazaton. Eléggé hasonlított a ma bolognai rendszernek nevezett képzésre, csak akkor még nem így hívták.

Veszprémben kollégista lettem, a szobatársaim között voltak korábbi pécsi iskolatársak is. Közülük ketten már tudományos diákköri munkát végeztek a szerves kémia tanszéken Speier Gábor vezetésével. Így kerültem kapcsolatba a tudományos kutatással,



Deli József és Kevin Gellenbeck, az International Carotenoid Society elnöke

szerves kémiai témában készítettem el harmadéven a szakdolgozatomat, majd ötödéven a diplomamunkámat. Kollár László felettem járt egy évvel, és ott volt a szerves kémián is, időnként bejött a mi szobánkba az évfolyamtársaihoz, innen ismerem.

Egy korábbi idei interjúban Felinger Attila már mesélt az ötszintes kollégiumról, ahol az egyre magasabb évfolyamok hallgatói egyre lejjebb költöztek.

Igen, ez volt a rendszer. Illetve volt egy szint, ahol az üzemszervező vegyészmérnökök laktak, ők sokkal több közgazdaságtant tanultak, mint mi. Nekik kevesebb volt a kémia, a kollégiumban is elkülönítették őket.

[1] Dr. Halblender Anna 1971-ben kezdett tanítani a pécsi Petőfi Utcai Általános Iskolában. Doktori disszertációját a témánkénti differenciáló szakaszok alkalmazásáról, tanórai tehetségfejlesztésről és felzárkóztatásról írta, 1985-ban védte meg Szegeden, a József Attila Tudományegyetemen. 2009-ben megkapta a Rátz Tanár Úr Életműdíjat.

Ki az az egyetemi professzor vagy tanáregyéniség, akire szívesen emlékszel?

Bodor Endre már a mi időnkben is legenda volt, a szerves tanszéket pedig Markó László vezette. Számomra nyilván a témavezetőm, Speier Gábor volt valóban meghatározó. Elsőéves koromban kerültem hozzá, hallgatóként majdnem öt teljes évig dolgoztam vele, utána pedig egészen a haláláig tartottuk a kapcsolatot. Tulajdonképpen személyes barátok is lettünk, nagyon sokáig visszajártam Veszprémbe. A szerves kémia tanszéken remek volt a légkör abban az időben.

Az egyetem nagy hírű rendezvénye volt a Veszprémi Egyetemi Napok, ott az oktatók is rendszeresen ökörködtek. Egy alkalommal például Markó László gokarttal, barlangászsisakban versenyezve jött le a Hóvirág utcán.

Ha jól emlékszem, a specializációd a szénhidrogéniparhoz kötődik.

Petrolkémiai technológia szakon végeztem. Az első három év mindenkinek egyforma volt a képzésben, kivéve az üzemszervezőket, utána, a kétéves képzésben kellett specializálódni. Akik szerettek volna a szerves tanszéken maradni, azok előszeretettel mentek radiokémiára – már akiket fölvettek, de mire én odajutottam, erre már nem volt lehetőség. A petrolkémia, a szilikátkémia, a szervetlen kémiai technológia és a rendszermérnöki szakok közül lehetett még választani, Felinger Attila például ez utóbbin végzett pár évvel utánam. A petrolkémia valamennyire kötődik a szerves kémiához, ezért azt választottam.

Voltál is gyakorlaton kőolaj-finomítóban?

Első év után voltam egy hónapig Komáromban. Nyári gyakorlatokat többször is kellett csinálni, de el lehetett intézni, hogy máshová menjen az ember. Én Baján, a Kismotor- és Gépgyárban, illetve Pécsett a Vízmű szennyvíztelepén fordultam meg így. A negyedik év után külföldi üzemgyakorlatra is kellett mennünk, nekem sikerült a moszkvai–leningrádira bejutnom. Nagyon érdekes gyakorlat volt, mert majdnem minden vegyi gyár hadiüzemnek számított – lényegében látogathatatlan volt. A teljes gyakorlat alatt talán ha négy szakmai helyre mehettünk be, de cserébe Moszkvában minden nevezetességet megnézhettünk: elvittek minket a Tretyakov Képtártól kezdve a Puskin Múzeumon keresztül a Lenin Mauzóleumig, cirkuszban is voltunk.

Vonatozást kell mögé képzelni Moszkváig?

Igen, két nap alatt értünk oda. Már várt minket egy egyetemista társaság vacsorával és vodkával, utána ők jöttek Magyarországra.

Az is emlékezetes, hogy eléggé kint laktunk a város szélén, a központtól egy órát mentünk metróval, és onnan még trolibusszal fél órát a kollégiumba, ami eléggé lepukkant volt, de a délelőtti programok kárpótoltak bennünket. Délutánonként szabadon kószálhattunk Moszkvában. Ez 1979-ben történt, akkor még a turistacsoportok is időnként csak jobbra vagy balra nézhettek a buszra szállás után. Mi meg három hétig Moszkvában, aztán egy hétig Leningrádban lényegében szabadon járkálhattunk. Voltunk az Ermitázsban, láttuk az Aurórát, még Petrodvorecbe is eljutottunk.

Az önéletrajzod szerint végzés után fél évig a Mecseki Ércbányáknál dolgoztál. Hogy kerültél oda?

Eleinte a TVK-hoz készültem, ösztöndíjam is volt, de aztán azt visszamondtam, hazajöttem Pécsre. Egy szőlőszomszéd juttatott be a Mecseki Ércbányászati Vállalat IV. számú Kísérleti Kutatási és Automatizálási Üzemébe Kővágószőlősön. Ott a kioldott uránt műgyantákkal próbálták megkötni, a fejlesztés lényege a minél nagyobb hatékonyság elérése volt.

Az üzemben ekkor nem volt mérnöki státusz, szakmunkásként dolgoztam. Azt ígérték, átraknak majd mérnöki státuszra, amint lehet. Nyolc hónappal később ez még mindig nem történt meg annak ellenére, hogy közben már adódott lehetőség a munkakörváltásra: akkor meguntam, és úgy gondoltam, otthagyom őket.

Édesanyám jött egyszer haza egy fodrászánál hallott információval: a POTE Kémiai Intézetében keresnek vegyészt. Utólag kiderült, hogy az intézetigazgató, Szabó Dezső feleségével beszélgetett. Lóránd Tamás azóta is emlegeti, hogy öltönyben-nyakkendőben mentem az intézetbe, és ott derült ki, hogy valójában nem vegyészmérnöki, hanem technikusi állásról van szó. Akkor már annyira elegem volt az uránból, hogy elfogadtam, így lettem laborasszisztens. Szabó Dezső mindjárt be is dobott a mély vízbe azzal a kérdéssel, hogy hajlandó vagyok-e oktatni. 1981 május elsejével léptem be, úgyhogy majdnem 45 évet húztam le itt, az egyetemen. Abban az évben szeptemberben már orvostanhallgatókat tanítottam, mert folyamatos oktatóhiány volt az intézetben. A Pedagógiai Főiskoláról vagy más intézetből kellett mindig segítséget kérni. Ebben a helyzetben Szabó Dezső megörült egy diplomás munkatársnak, akit az oktatásban is bevethettek. Lóránd Tamással meg tudtam beszélni, hogy ha ő valamivel többet mosogat, én meg kevesebbet, és kicsit kutatok is, akkor talán mindketten többre jutunk. Végül is a három ott eltöltött év alatt megcsináltam a műszaki doktorit.

Ezt, ugye, Veszprémben kellett megszerezni? A téma is Veszprémből jött Speier Gábor révén?

Igen, Veszprémben adtam be, de a téma heterociklusos kémia volt, tehát Lóránd Tamás irányította. A doktori címet 1984-ben november 7. alkalmából adták át. Erre el kellett engednie a katonaságnak, mert 1984 szeptemberében behívtak a maradék hat hónapra Kaposvárra.

Hogyan jött munkahelyként a Belgyógyászati Klinika?

Amikor 1981-ben odakerültem, Krajcsi Péter elment a Kémiai Intézetből. Az ő helye így felszabadult. Pályáztam is, de Perjési Pált vették fel, ő Szegedről jött át. Aztán elment egy másik munkatárs, Kerényi Márta a karotinoidcsoportból, ennek a vezetője Szabolcs József volt, aki akkor még docensként dolgozott. Ő kijelentette, hogy neki veszprémi vegyész soha többet nem kell (Kerényi Márta is Veszprémben végzett), így inkább megvárt egy ELTE-s fiatalt, aki egy évvel később kapott diplomát. Aztán meg azt várta nagyon, hogy leteljen a szerződésben kikötött négy év, és elküldhesse. Próbálkoztam Hideg Kálmán csoportjánál is, de az sem jött össze. Tóth Gyula segítségével az I. Belklinikán szereztek valahogy nekem vegyészi állást tudományos munkatársként. Past Tiborral dolgoztam együtt, de közben visszajártam a kémiára is oktatni. Túl sok érdekes dolgot ott azért nem csináltunk, bár egy epekőoldószert sikerült kidolgozni. Nem nagyon szerettem, de átmeneti megoldásnak jó volt. 1986-ban Szabolcs József már hívott engem, így kerültem vissza a karotinoidcsoportba.

Idén negyven éve? De az ottani hagyományok régebbiek.

A csoportot még Zechmeister László alapította. Ő 1923-ban került Pécsre. Eredetileg cukorkémiával foglalkozott, de dolgozott Richard Willstätter laboratóriumában, ahol a klorofill mellett találkozott karotinokkal is. Minden bizonnyal innen jött az ötlet, de hogy pontosan mikor kezdte el a kutatást, azt nem tudjuk.



Zechmeister meglátta az ilyen réseket, s az első közleményük 1927-ben jelent meg ezen a területen, abban két-három év munka már minden bizonnyal volt. Amikor az Egyesült Államokba emigrált, Cholnoky László vette át a vezetést, tőle örökölte a csoportvezetői pozíciót Szabolcs József, mindezt Szabó Dezső intézetigazgatósága alatt.

Mi a karotinok kutatásában az a tudományos kihívás, ami már száz évnél is hosszabb ideig folyamatosan élő kutatásokat eredményez?

A nyolcvanas években próbáltam utánanézni, hogy érdemes-e karotinoidokkal foglalkozni. Mindenki azt mondta, hogy érdemes. A karotinoidkémia akkor éppen virágzott. A nagy műszeres módszereket, az NMR-t, a tömegspektrometriát már sokan alkalmazták, a HPLC akkor kezdett elterjedni ezen a területen. Amikor visszakerültem az intézetbe 1986-ban, Ohmacht Róbert és Matus Zoltán foglalkozott ott HPLC-s töltetek fejlesztésével. Ahhoz a munkához, amit elkezdtem, ők fejlesztettek töltetet és elválasztási módszereket. A mai napig egy olyan töltettel lehet a legjobb elválasztást elérni, amit még ők készítettek akkor. Ebből 1–2 gramm van is még valahol, csak ma már senki sem tudna oszlopot tölteni belőle.

Abban az időben tehát jó ötletnek tűnt karotinoidkémiával foglalkozni. Én Veszprémben Speier Gábornál komplexkémiával kezdtem, petrolkémián végeztem, aztán Lóránd Tamásnál heterociklusokat kutattam, ezután jött a karotinoidkémia. Ez abból a szempontból lett jó a számomra, hogy megtaláltam azt a helyet, ahol tulajdonképpen sok mindenhez kellett egy kicsit érteni (NMR, CD, MS, HPLC, UV–VIS), de nem kellett nagyon mélyen beleásni magunkat semmibe. Mivel az egyetemen abban az időben nem voltak a karotinoidok mérésére alkalmas nagyműszerek, így nehéz is lett volna. Korábban a nagyműszeres vizsgálatokat Budapesten, 1991-től pedig Svájcban, Bernben végezték el nekünk. A műszerek hiánya alaposan megnövelte a kreativitásunkat. Azt hiszem, nekem ez testhez álló feladat volt, mert itt ötletelni kellett, új módszereket, növényi forrásokat, később kutatási területeket találni. A klasszikus oszlopkomatográfiát persze jól kellett csinálni, kristályosítani is tudni kellett az anyagokat. A HPLC rutinná válása sok mindent megkönnyített számunkra.

Azzal is szerencsém volt, hogy Zechmeisterék paprikával kezdték a munkát, annak idején ők izolálták először a kapszantint. Aztán az 1950-es években Cholnoky megint előszedte a paprikát. Nem sokkal az én munkába állásom előtt, az 1980-as évek első felében Szabolcs Józsefék megint elkezdték a pirospaprikát vizsgálni, csak most már HPLC-vel. Akkor még nem volt gradienskeverő és program, mégis találtak négy új karotinoidot a pirospaprika kivonatában. Amikor a csoportba kerültem, én kaptam feladatként ennek a munkának a folytatását. Sikerült is olyan HPLC-s módszert kidolgozni, amellyel pirospaprikában ötvenegynéhány csúcsot találtunk. Persze ennyi csúcs között sok olyan volt, amelyet nem tudtunk standardokkal azonosítani. Oszlopkromatográfiával az ember általában a nagy komponenseket kiszedi, a kicsiket meg eldobja, mert nincs mindenre energia. Viszont a HPLC-rendszer jól működött, így jól tudtuk kontrollálni, hogy mi hova kerül, és az apróbb komponensekere is fókuszálhattunk. 1986-ban kerültem a csoportba, és 2001-ben beadtam a nagydoktorit. Addigra vagy 40 új komponenst tudtunk izolálni vagy félszintézissel előállítani.

Ehhez preparatív HPLC is kellett?

Nem, a klasszikus oszlopkromatográfiát használtuk. HPLC-vel megtaláltuk az ismeretlen csúcsot, erre koncentráltunk, általában sikerült földúsítani, és különböző trükköket alkalmazni, például több különböző kicsapási módszert. Izoláltunk egy csomó 3,5,6-trihidroxi- és 3,6-epoxi-vegyületet, s emellett egy új, 6-hidroxi-gamma-végcsoportot tartalmazó anyagot is elkülönítettünk. Úgy gondoltuk, ezek a vegyületek kulcsszerepet játszanak a paprika piros színét okozó karotinoidok bioszintézisében.

A következő lényeges kérdés az volt, hogyan keletkeznek ezek a vegyületek. A pirospaprika színét a ciklopentángyűrű, illetve a mellette lévő ketocsoport okozza, ami konjugált helyzetben van a szénlánc kettős kötéseivel. Ennek a szerkezeti részletnek a kialakulása különösen érdekes kérdés volt. Akkor már elkezdték vizsgálni, hogy milyen enzimek alakítják át a klasszikus hattagú gyűrűs epoxidokat öttagúvá. Ennek nem az enzimes részében vettünk részt, hanem a reakció sztereokémiájának kiderítésében: ismertünk ugyanis olyan trihidroxi-származékokat, amelyeket laborban elő lehetett állítani, a pirospaprikában viszont nem voltak jelen. Ekkor sikerült kimutatni, hogy a savkatalízis, illetve az enzimkatalízis más sztereokémiát eredményez a karotinoid-5,6-epoxidok gyűrűnyílásánál. Később néhány olyan virágot is találtak, amelyben savkatalízissel mentek hasonló folyamatok, így olyan karotinoidok is voltak bennük, amilyenek a paprikában nincsenek. Mindezzel jól el lehetett játszadozni. Nagyon sokat dolgoztunk a különböző karotinoidokkal, jó 15 év alatt sikerült összehozni a nagydoktorimat.

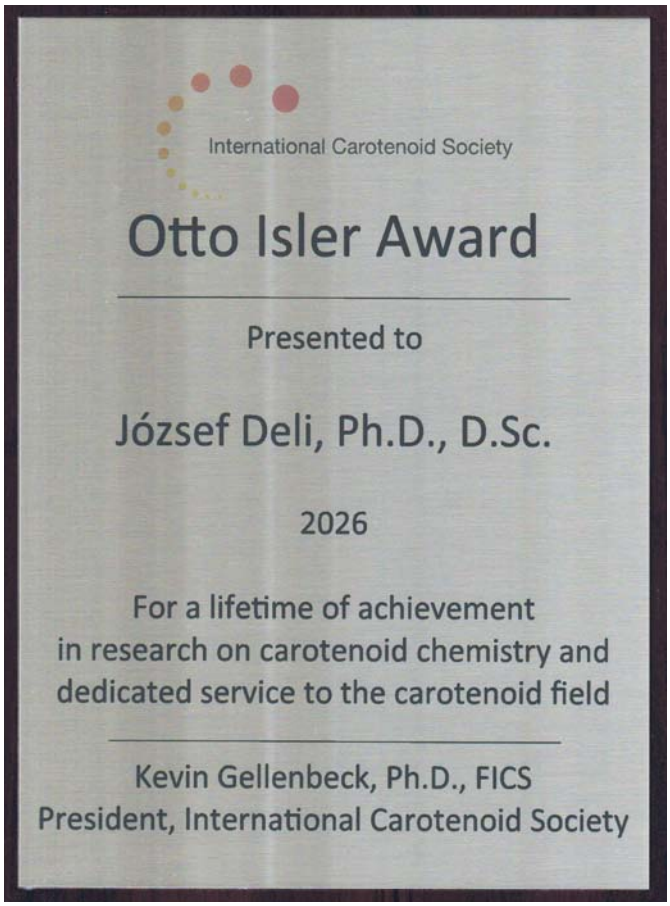
A csoportba kerülésem után, amikor megjelentek az első érdekes eredmények, Szabolcs József, aki nem tudott kibékülni az akkori egyetemi vezetéssel, 1990-ben elment nyugdíjba. Később azért tanított még Pannonhalmán.

Ekkor Tóth Gyula lett az intézet és a kutatócsoport vezetője. Ő a korábbi vezetőkkel ellentétben orvos volt, szerette volna az orvosi vonal felé vinni a munkát. Erről szerencsére sikerült lebeszélni. Ezután Molnár Péterrel együtt folytattuk a kutatásokat, a következő tíz évünk elég kemény lett. Én voltam a legfiatalabb, ezért az ekkor induló angol nyelvű képzésbe nem vontak be, helyette felkértek az Egészségügyi Főiskola dietetikus szakán a kémia oktatására. Azt tíz évig csináltam, jegyzetet is írtam, rajtam ragadt a dolog. 1986-tól 1996-ig tanársegéd voltam, aztán adjunktus lettem, majd 2001-ben docens, mindenki haladt közben előre. Úgy éreztem, hogy már nagyon sokat dolgoztam, és jó eredményeim is vannak, ezért beadtam a nagydoktorit. 2003-ban megkaptam az akadémiai doktori címet. Talán ennek a hatására is, Ohmacht Róbert is gyorsan beadta. Molnár Pétert lényegében én beszéltem rá: a saját értekezésemet úgy írtam meg, hogy ne sértse az ő érdekeit, az izomerizációs reakciókból így ő is össze tudott hozni egy nagydoktorit.

2004-ben kineveztek professzornak.

Igen, és 2004-től én lettem a Biokémiai és Orvosi Kémiai Intézet igazgatóhelyettese. A két intézet 2001-ben egyesült, de abban az időben oktatási és gazdasági szempontból még elkülönült a két intézetrész. Én vezettem az orvosi kémiai részt 2010-ig. Molnár Péter 2006-ban elvállalta a Farmakognóziai Tanszék vezetését, így gyakorlatilag újjá kellett építenem a karotinoidcsoportot. Szerencsére sikerült jó embereket találni, akikkel sok sikert értünk el az elmúlt, most már több mint 20 évben. 22 évig vezettem a csoportot, ezalatt folyamatosan nyertünk pályázatokat, jártunk konferenciákra, írtunk cikkeket, építettünk új nemzetközi kapcsolatokat. Így jutottunk el többször Panamába is. Mivel a fiatalok szintetikus beállítottságúak, a régi kutatási témák mellett új irány is kialakult, Agócs Attila és Nagy Veronika révén.

2010-ben Sümegi Balázs, az intézet igazgatója, átalakította az



Az Otto Isler-díj oklevele



A 2026 évi díjazottak. Balról jobbra: Prof. M. Luisa Bonet (Spanyolország, ICS Presidential Award); Prof. Elizabeth Johnson (USA, Norman I. Krinsky Award); Prof. Paul S. Bernstein (USA, Trevor Goodwin Award), Dr. Libo Tan (USA, George Britton Young Investigator Award) és Prof. Deli József (Otto Isler Award)



Az eddigi Nemzetközi Karotinoid Szimpóziumok helyszínei (forrás: https://carotenoid-society.org/)

intézetet, a gazdasági és az oktatási struktúrát is. Mivel sok mindennel nem értettem egyet, végül 2013-ban elvállaltam az akkori Farmakognóziai Tanszék (ma GYTK Farmakognóziai Intézet) vezetését – azzal a feltétellel, hogy a karotinoidkémiai kutatócsoportot továbbra is vezetem. A nyolc év alatt, míg az intézetet vezettem, az oktatói létszám a duplájára nőtt, és jelentős infrastruktúrafejlesztést sikerült elérni. Szerencsére nagyon jó kapcsolatot tudtam kialakítani a társegyetemek társintézeteinek vezetőivel is. Egyik kolléganőnk már megvédte, kettő pedig az MTA doktori értekezésének beadásán dolgozik. Március óta ennek az intézetnek vagyok az emeritus professzora.

Tudományos közéleti tevékenységed is volt.

Igen, 2008 és 2017 között voltam a MTA PAB Kémiai Tudományok Szakbizottságának az elnöke, 2008 és 2021 között pedig a MTA Szerves és Biomolekuláris Bizottságon belül működő Bioorganikus Kémiai Munkabizottság elnöke. Az OTKA Kémia zsűrijének tagjaként is dolgoztam. 2010-ben pedig az MKE-vel közösen szerveztük Budapesten a 6th International Congress on Pigments in Food rendezvényt.

A karotinoidkémiának van egy elsősorban konferenciákat rendező nemzetközi szervezete, amelynek az életműdíját az idén megkaptad. Mióta ismered ezt a társaságot?

Gyakorlatilag amióta létezik. Úgy kezdődött, hogy 1966-ban rendezték meg először az International Carotenoid Symposiumot, amit háromévente ismételtek. 1993-ban Trondheimben volt a tizedik, valójában visszatért az első helyszínére. Ezen vettem részt először. A következő 1996-ban Leidenben volt. Akkor határozták el George Britton javaslatára, hogy létrehozzák a Nemzetközi Karotinoid Társaságot. Ez hamar profivá vált: tagdíjat kell fizetni, a vezetési ciklusok a konferenciákhoz alkalmazkodva háromévesek. A legfontosabb irányítók az elnök, az előző elnök és a már megválasztott következő elnök.

Az 1993-as konferencia óta jelentős változás történt. Nemrég néztem át újra a programokat: 1993-ban teljes egészében kémia volt a téma: izolálás, szerkezetazonosítás, analízis, totálszintézissel is sokan próbálkoztak. A probléma itt mindig a végcsoport megszintetizálása, a láncot egyszerűen be lehet tenni. Leidenben fordult elő először, hogy valaki orvosi felhasználásokról kezdett el beszélni, ezt akkor nem fogadta kitörő lelkesedés. A kémiai vizsgálatok után a biokémia térhódítása következett: hogyan, milyen enzimek közreműködésével keletkeznek a karotinoidok, majd egyre inkább azt kezdték el vizsgálni, hogy mi az élettani szerepük.

Az idei volt a 20. konferencia, mert közben 2020-ban a Covid-járvány miatt egy elmaradt. A mostanit Palma de Mallorcán tartották. A négy és fél napos programban két párhuzamos szekció ment folyamatosan, ebből egyetlen délután egyetlen szekció volt a kémia.

Volt egy időszak, amikor mindenre jó csodaszernek tartották a karotinoidokat, de ez hamar lecsengett. A következő fontos állomás az volt, amikor a makulában megtalálták a luteint és a zeaxantint, ugye, most ezek a divatos szemvitaminok. A három évvel ezelőtti és talán már a 2017-es luzerni konferencián is pedzegették, hogy a luteinnek még „agyfényesítő” szerepe is lehet. Az élettani, táplálkozástudományi és orvosi vonal felé ment el a konferencia témája. Lehet, hogy amikor ez a társaság megalakult, akkor már kezdték érezni a változás szelét.

Azelőtt gyakorlatilag egyetlen nagy cég foglalkozott karotinoidok ipari méretű előállításával, a Hoffmann-La Roche. Ők finan-



szírozták a svájci kutatókat (akikkel együttműködtünk) és Európában szinte mindenki mást is, aki nevesebbé vált. Aztán ahogy a vezetés kiöregedett, a támogatás is egyre csökkent, a 2000-es évek elején el is apadt. Eladták a vitaminkutató részleget, ami Bázelben működött, az új tulajdonos pedig kiszállt a szponzorálásból. Ennek ez előjeleit érezve alakították meg a Nemzetközi Karotinoid Társaságot.

Az életművet elismerő Otto Isler-díjat,[2] amit a konferencián adnak át, Te kaptad az idén. Gratulálok.

Köszönöm. Ez az 1996-ban megalakult társaság egyik díja. 2005-ben adták ki először az elnöki díjjal és a Trevor Goodwin-díjjal együtt. 2011-ben egy újabb elismerést hoztak létre, és ekkor mondták ki, hogy az Otto Isler-díj a kémiáért, a Trevor Goodwin pedig a biokémiáért jár. Az új a táplálkozástudományi Norman I. Krinsky-díj lett. Azóta ezt a négyet adják ki háromévenként egyszer. Így a hetedik vagyok az Isler-díjasok sorában. 2017-ben bevezették még a Fellow of the International Carotenoid Society címet, akkor 52-en kapták meg, köztük Molnár Péter és jómagam. Büszkék vagyunk rá, hogy a nagyokkal együtt kaptuk meg. 2023-ban Nagy Veronika, 2026-ban pedig Agócs Attila is megkapta ezt az elismerést a pécsi karotincsoportból.

A Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Karán igen erősek a szerves kémiai hagyományok, talán meglepően is, közben a jelenlegi Természettudományi Karon nincs ilyesmi. Hogy alakult ki ez a helyzet?

A szerves kémia erőssége nyilván a karotincsoportnak is köszönhető, a jelenleginek és az alapító Zechmeister- és Cholnoky-csoportnak is. Az utóbbi vezetése idejében már kicsit kezdett kettéválni az intézet, mert megjelent a fiatal Szabó Dezső és Alkonyi István, és ők heterociklusos kémiával foglalkoztak. Ochmacht Róbert analitikus volt, a szerves kémikusokat elemanalízissel segítette eleinte, aztán elment a kromatográfia irányába. Alkonyi István pedig a Biokémia Intézet igazgatója lett. Hideg Kálmán valamikor az 1950-es évek végén került az orvoskarra. Az úgynevezett központi laboratórium keretein belül dolgozott akkor, a laborja a Biofizika épületében volt. Ő a szabad gyököket kezdte el vizsgálni. Az utódja, Kálai Tamás oktat most szerves kémiát a GYTK-n és a TTK-n is.

A Természettudományi Kar elődje az egykori Pedagógiai Főiskola. Volt ott kémiatanár-képzés, voltak kémiát oktató emberek, de tudományos munkával nem nagyon foglalkoztak egészen addig, amíg Marek Nándor ide nem került. Ezen akartak változtatni, amikor Kollár Lászlót és Nagy Gézát meggyőzték arról, hogy költözzenek Pécsre. Az előbbi a szervetlen, az utóbbi a fizikai kémiát kapta, így valóban érdekes Kémiai Intézet jött létre a Természettudományi Karon, de nem volt szerves kémia, s ez máig tartó örökség.

Korábban említetted, hogy Cholnoky Lászlóról írsz könyvet. Beszélnél még erről?

Már a professzori kinevezésem előtt is találtam régi dolgokat és dokumentumokat az intézetben. Igyekeztem tudatosan összegyűjteni őket. A központi épületben van egy repozitórium, ahonnan már korábban is begyűjtöttem régi különnyomatokat, és minden mást, amit lehetett.

Neves alkalmakkor, kerek évfordulók alkalmából megemlékeztünk szakmai elődeinkről. Az első általam szervezett esemény Zechmeister Lászlóról és Cholnoky Lászlóról szólt 2009-ben. Ekkor derült ki számomra, hogy Zechmeister első felesége az én feleségem nagymamájának a nagynénje volt, és találtunk sok levelet is, melyből Zechmeister embersége és esendősége is kiderült. Írtam is Zechmeisterről egy-két cikket magyar és külföldi folyóiratba. Talán a legnagyobb magyar kémikusnak tartom. Abban biztos vagyok, hogy a világon az ő nevét ismerik a legtöbben, egyrészt a karotinoidok, másrészt a kromatográfia miatt.

Valamelyik emlékülés után Tényi Tamás dékánhelyettes megkért rá, hogy a Híres Pécsi Professzorok sorozatba írjak Zechmeisterről. Meg is ígértem neki, hogy észben tartom majd. Másfél évvel ezelőtt Kellermayer Miklós keresett meg azzal a kéréssel, hogy írjak Cholnokyról. Emiatt elkezdtem Cholnoky életét bogarászni, mostanra készült el a könyv. Már a sorozat szerkesztőjénél van. Ennek a könyvnek szerzője és szerkesztője is vagyok. Az egyik fejezetet Molnár Péterrel közösen írtuk Cholnoky tudományos munkásságáról. Cholnoky Péter írt egy nagyon jó megemlékezést az apjáról, azt is beszerkesztettük a könyvbe. Egy olyan laboráns is megírta röviden az emlékeit, aki még az 1960-as években dolgozott Cholnokyval a laborban. A munka során megtaláltam például Cholnoky habilitációjának írásos bírálatait, ezeket Zechmeister László és Rhorer László írták.

Mikorra várható a könyv?

Talán 2027-ben jelenik meg. Gyűjtögető típus vagyok. A biokémián nagyon szeretnek kidobni mindent, nekem otthon a tetőterem tele van ereklyékkel, nem szeretném, ha ezek eltűnnének. Ha nem vegyésznek tanulok, akkor lehet, hogy történész lett volna belőlem.

De most végre nekiállok a Zechmeister-könyvnek is.

Egy csomó OTKA-pályázat vezetője voltál. Láttál lényegi változást a finanszírozási rendszerben?

Hat OTKA-pályázatot nyertem témavezetőként, 1999-ben az elsőt, és onnan szinte folyamatosan 2018-ig, az utolsót a Covid miatt meghosszabbították két évvel. Gyakorlatilag végig kaptam ilyen támogatást, így tudtam működtetni a csoportot. A pályázatokkal kapcsolatban annyit szeretnék hozzátenni, hogy én már húsz évvel ezelőtt is azt mondtam, amit most kezdenek újra fölkapni, és talán visszahozzák, hogy az a jó, ha sok kutató kap akár kevesebb pénzt. Amikor először nyertem, gyakorlatilag ismeretlen név voltam. Hároméves futamidő volt, de egy évet hosszabbíthattam. Felajánlották. Ebből vettem az első HPLC-pumpát magamnak. Amíg ilyen kisebb pénzeket osztottak, addig szerintem jól ment. Utána sokszor az volt az érzésem, hogy néha már inkább a személy számít, mint a pályázat. Akkor is, ha az enyémről volt szó.

Volt még egy sikeres Jedlik-pályázatunk Szente Lajosékkal, abban az időben jó pénz volt, amit kaptunk, föl lehetett belőle szerelni a laborokat, sok mindent meg lehetett venni. Nagy Vera és Agócs Attila akkor jött Pécsre.

Arra vagyok a legbüszkébb, hogy a karotincsoportot meg tudtam tartani és talán megújítottam. Az ismeretlen karotinoidok elfogytak a természetben – azok az izolálási játékok, amelyekkel foglalkoztam, ma már nem nagyon mennek. Nagy Vera és Agócs Attila új színt hoztak a kutatásokba; majd kiderül, mennyire sikeresek. Egy MTA doktori értekezést Attila is írt belőlük.[3] Úgy érzem, hogy valami nyomot azért hagytam magam után.

Lente Gábor

[2] Otto Isler (1910–1992) svájci kémikus volt. 1936-tól a Hoffmann-La Roche cég kutatójaként dolgozott Bázelben, számos vitamin ipari előállításának kidolgozásában vett részt.
[3] Agócs Attila a beszélgetésünk után, 2026. október 16-án sikeresen megvédte MTA doktori értekezését.

Hergert Tamás[1], Kánya Nándor[1], Kormos Péter[1], Dormán György[2], Bajcsi Áron[1], Juhász Levente[1], Török Viktor[1], Gilmore Szilvia[1], Darvas Ferenc[1]

[1] ThalesNano Nanotechnológia Zrt. [2] Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem | tamas.hergert@thalesnano.com | ferenc.darvas@thalesnano.com

Az áramlásos kémia növekvő jelentősége és digitalizációja, magyar hozzájárulások

Mi az áramlásos kémia és miért várható gyors növekedése a mesterséges intelligencia (MI) korában?

Az áramlásos kémia (ÁK) ma már sok laboratóriumban használatos szerves kémiai reakciók megvalósítására, és az egyetemek honlapja szerint számos magyar egyetemen része a kémiai oktatásnak [1]. Lombik használata helyett az ÁK alkalmazása során a reagenseket szabályozott térfogatárammal, folyamatosan juttatják egy néhány mm átmérőjű csőreaktorba, majd a reakcióelegy a reaktoron áthaladva termékáramként távozik. Megvalósítása kereskedelmi forgalomban lévő készülékekkel történhet [2], de saját laboratóriumban összerakott komplex berendezések áramlásos kémiai alkalmazására is van példa [3].

Az ÁK-nak számos előnye és hátránya van a szakaszos üzemű reaktorhoz képest. A reakcióidő az ÁK-nál a szakaszos reaktorhoz képest gyakran nagyságrenddel rövidebb, a reaktor nagy felület/térfogat aránya pedig kedvez a hatékony anyagátadásnak, a hőátadásnak és a pontos hőmérséklet-szabályozásnak is. A reaktorok a szokásos laboratóriumi eszközöknél általában sokkal nagyobb nyomáson és tágabb hőmérsékleti tartományban képesek működni, gyakran szabványosított heterogén katalizátorok felhasználásával. Hátrányuk azonban az, hogy dugulásra hajlamosak, alkalmazásuk a szokásos szerves kémiai ismereteken gyakran jóval túlmutató társszakmák (áramlástan, hidrodinamika stb.) ismeretanyagát követeli meg. A készülékek viszonylag magas ára és karbantartási költsége is gyakran akadályozó tényező. Mindezzel együtt az ÁK egyre inkább teret nyer a veszélyes anyagok gyors, exoterm szintézisénél, továbbá ott, ahol a reakciók gyors méretnövelésére vagy éppen a gyártási költség csökkentésére van szükség.

Az utóbbi években azonban az ÁK „verhetetlennek” tűnő előnyre tett szert a hagyományos, szakaszos üzemmódú eszközökre építő szintetikus kémiával szemben: ez pedig a természetes befogadóképesség a manapság „digitalizációnak” nevezett irányzatok iránt.

A –80 °C és +1000 °C fok között működő, adott esetben 300 bar nyomást biztosító áramlásos reaktorok biztonságos használata elképzelhetetlen a készüléken belüli fejlett automatika nélkül. A beépített automatika viszont a szakaszos üzemmódú berendezéseknél lényegesen egyszerűbben csatlakoztatható optimálást, önoptimálást, távirányítást, robotokkal történő összekapcsolást és hasonló, a digitalizáció körébe eső műveleteket megvalósító szoftverekhez [4–5].

Az MI terjedése és az MI-vel kombinált kemoinformatikai számítógépes rendszerek gyors fejlődése indokolttá teszi, hogy a magyar kémikusok szélesebb rétege is tájékozódjon a digitalizáció egyre fontosabb szerepéről az áramlásos kémiában, rámutatva az MI-vel segített ÁK néhány érdekes lehetőségére. Jelen közlemény bemutatja az ÁK hazai fejlődésének fontosabb állomásait és a nemzetközi érdeklődést kiváltó magyar eredményeket is.

Epizódok az áramlásos kémia magyarországi történetéből

Az áramlásos kémiát megalapozó mikrofluidikának Magyarországon hosszú múltja van. Magának az áramlásos kémiának az alapjait azonban privát kezdeményezés, hazai és külföldi egyetemi kollaboráció együttesen teremtette meg a 2000-es évek elején [6]. A terület korai magyar nyelvű összefoglalását Hermecz István és munkatársai közölték 2011-ben [7].

A budapesti ThalesNano Zrt. (THS) H-Cube® hidrogénező készüléke bizonyítottan az első példa volt a jelentős mértékben automatizált, kis méretű, a laborfülkében elhelyezhető, nagy nyomáson és magas hőmérsékleten is működő, patronokba zárt heterogén katalizátorokat alkalmazó hidrogénező reaktorra [8]. A H-Cube® és a belőle kifejlesztett készülékek a sikeres nemzetközi bemutatkozást követően széles körben elterjedtek és számos innovációs díjat nyertek az Egyesült Államokban (R&D 100 Award, 2005, 2019, 2021) és idehaza (Ipari Innovációs Díj, 2005). A THS kifejlesztett egy komplett reaktorcsaládot, amely homogén és heterogén fázisú reakciók megvalósítására alkalmas és a szokásos laboratóriumi paraméterteret (nyomás, hőmérséklet) jelentősen kiterjesztette, ezzel lehetővé téve szelektív reakciók megvalósítását és nanorészecskék áramlásos előállítását [9–12]. Ez utóbbi világszerte újdonságnak számított.

Az áramlásos kémia széles körű hazai elterjesztésében nagy szerepet játszottak a hazai egyetemek. A THS sikeres kutatási

együttműködést alakított ki a Szegedi Tudományegyetemmel (SZTE), a Pannon Egyetemmel és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemmel (BME). A cél egyrészt az áramlásos kémia gyakorlati oktatásba való bevonása, másrészt a helyi, egyedi kémiai tudás alkalmazásával új, innovatív alkalmazások létrehozása és az áramlásos kémia széles körű alkalmazhatóságának demonstrálása volt.

A szegedi iskola Fülöp Ferenc professzor vezetésével, Mándity István, Ötvös Sándor, majd Orsy György munkái révén számos reakcióra kiterjesztette az áramlásos kémia alkalmazását. Nagy jelentőségű az áramlásos, nagy izotóptisztaságú deuterálás [13] és az áramlásos szilárd fázisú peptidszintézis [14].

A THS munkatársai a Pannon Egyetem kutatóival együtt új, aszimmetrikus áramlásos hidrogénezési eljárást dolgoztak ki [15], míg a BME kémikusaival enzimkatalizált szelektív áramlásos acilezést hajtottak végre [16].

A 2020-as évekre a THS és az egyetemek együttműködése révén hazánkban is teret nyert az áramlásos technológia gyógyszeripari alkalmazását előtérbe helyező „flow-to-pharma" koncepció. Erre példák, hogy a SZTE és az Egis kémikusai áramlásos szintézist dolgoztak ki a gyógyszer-intermedier oxindol közvetlen 3-alkilezésére [17], illetve a BME és a Richter együttműködése az áramlásos szemléletet számos gyógyszeripari folyamatfejlesztési problémára alkalmazta [18].

A hazai áramlásos kémia elterjedésében szerepet játszott, hogy a THS folyamatosan kereste az áramlásos kémia új alkalmazási irányait is. A fenntartható kémiát képviselte az a törekvés, hogy biomasszából potenciális üzemanyagokat lehessen előállítani áramlásos folyamatokkal. A BME és az ELTE kutatói a γ-valerolakton szintézisét valósították meg jó kitermeléssel [19].

Az elektrokémiai technológiák fejlesztése a hidrogén-előállítás mellett a szén-dioxid hasznosítható gáznemű termékekké történő átalakítására is kiterjedt. A SZTE Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszékével közös kutatás eredményei nemzetközi figyelmet kaptak [20]. Ezeknek a kutatásoknak a földi alkalmazások mellett az űrkutatásban is komoly jelentősége lehet [21].

A nagy fontosságú, komplex alkalmazási területek közül kiemelkedik az űrkémia [22], két jelentős megoldatlan problématerülettel a hosszú távú űrutazáshoz, illetőleg a Holdon/Marson történő tartózkodáshoz kapcsolódóan. Mindkettő az űrben történő kémiai szintézishez kapcsolódik és elsősorban áramlásos kémiát igényel. Az egyik az űrben lejátszódó polimerszintézis, amelyre meghibásodott szerkezeti anyagok helyben történő pótlása érdekében kerülhet sor [21], a másik az űrben megváltozott gyógyszerstabilitás és gyógyszer-metabolizmus következtében végső megoldásként az űrben történő gyógyszerszintézis megvalósítása [23].

Az áramlásos kémia fejlődésének és gyakorlati elterjedésének, illetve az akadémiai és ipari kutatók együttműködésének elősegítésére hazai és nemzetközi áramlásos kémikusok 2010-ben Svájcban létrehozták a nemzetközi Flow Chemistry Societyt és Budapesten a magyar Áramlásos Kémiai Tudományos Társaságot. Ez utóbbi 2011-ben – világelső áramlásos kémiai szakfolyóiratként – elindította a *Journal of Flow Chemistry*t az Akadémiai Kiadó/Kluwer (2018-tól a Springer) kiadásában. Magyar kezdeményezésre létrejött az IUPAC és a THS közös díja az áramlásos kémia területén elért kimagasló szakmai tevékenység elismerésére.

A Budapesten 2007 óta többször megtartott FROST áramlásos kémiai konferenciasorozat első rendezvényét az American Chemical Society magyar tagozata szervezte; majd a rendezvénysorozat szervezését átvette a Flow Chemistry Society és a magyar Áramlásos Kémiai Tudományos Társaság.

Ezek a konferenciák az oktatásban is fontos szerepet játszottak, a résztvevők a Flow Chemistry Academy keretében működés közben is megismerkedhettek a legkorszerűbb készülékekkel. A THS kifejezett küldetésének tekinti a gyakorlati oktatást, 2026-ban létrehozta a FlowEd® oktatási platformot, amelyet elsősorban akadémiai intézmények számára fejlesztettek.

Az oktatást szolgálja a kétkötetes, két kiadást megért *Flow Chemistry* tankönyv (De Gruyter, 2014, 2021, [24]), amelyet japán nyelvre is lefordítottak. A tankönyv a hagyományosan főként szakaszos reakciókra épülő vegyészképzést egészíti ki az áramlásos technológiák bemutatásával.

A platformkoncepció és hazai megvalósítása

Az áramlásos kémia fejlődésének jelenlegi iránya túlmutat az egyedi reakciók folyamatos üzemű megvalósításán. A technológia következő fejlődési szintjét az integrált, moduláris és digitálisan vezérelt reakcióplatformok jelentik, melyekben a reagensadagolás, a reakció, a gázkezelés, a nyomás- és hőmérséklet-szabályozás, a valós idejű analitika, valamint az adatfeldolgozás és folyamatirányítás egységes technológiai rendszerben kapcsolódik össze. A fejlődés ezért egyre kevésbé írható le pusztán új reaktortípusok megjelenésével; sokkal inkább a részben autonóm platformok felé történő elmozdulásról beszélhetünk.

A platformkoncepció lényegi eleme a modularitás: az eszközök funkcionálisan elkülönülnek, ugyanakkor egységes rendszerbe szervezhetők. Ez lehetővé teszi, hogy az adott szintetikus feladathoz ne egy rögzített berendezést, hanem megfelelő modulokból összeállított technológiai konfigurációt alkalmazzunk. A szakirodalomban ennek megfelelően már fotokémiai, elektrokémiai, többfázisú és 3D nyomtatással előállított reaktorok mellett az automatizálás és a reakciót követő feldolgozás integrációja is megjelent.

A klasszikus laboratóriumi munkafolyamatban a reakció végrehajtása és analitikai értékelése időben elkülönül. Automatizált áramlásos platformokban ezzel szemben ez a két lépés alig különül el, és így az analitikai információ közvetlenül a folyamatirányítás részévé tehető. Az inline vagy online spektroszkópiai, illetve kromatográfiás módszerekkel folyamatos vagy nagy gyakoriságú információ szerezhető a reaktorból kilépő anyagáram összetételéről. Ebben az architektúrában az analitikai eredmény már nem pusztán a kísérlet utólagos értékelését szolgálja, hanem nagy hatékonysággal közvetlen bemeneti adatként használható a folyamatparaméterek módosításához.

Az integrált analitika következő lépcsőjeként az önoptimalizáló reakcióplatform célja már nem kizárólag egy előre meghatározott reakció reprodukálható végrehajtása, hanem az optimális reakciókörülmények autonóm vagy részben autonóm meghatározása. Az automatizált platform végrehajtja a kijelölt kísérletet, megvárja az állandósult állapot kialakulását, analitikai adatot gyűjt, majd az eredményt továbbítja az optimalizáló algoritmusnak, mely végül kiválasztja a következő kísérleti pontot. A ciklus mindaddig ismételhető, amíg a választott célfüggvény – például konverzió, szelektivitás, hozam, téridő-hozam vagy ezek kombinációja – alapján teljesül az előre meghatározott optimalizálási vagy leállítási feltétel, melynek eredményeként „önoptimalizáló laboratórium" kialakulásáról beszélhetünk.

A platformszemlélet második meghatározó területe a méretnövelés. A hagyományos szakaszos technológiában a laboratóriumi folyamat termelési méretre történő átvitele a reaktortérfogat

növelését jelenti, mely esetben azonban megváltozhatnak a hő- és anyagátadási viszonyok, a keveredés és a lokális koncentrációviszonyok, ezért a laboratóriumban meghatározott reakcióparaméterek nem feltétlenül vihetők át változtatás nélkül. Az áramlásos technológia alternatív lehetőséget biztosít, mivel a termelt mennyiség növelhető a működési idő meghosszabbításával, illetve több reaktor párhuzamos működtetésével. A „numbering-up", illetve „scale-out" megközelítésben az optimalizált reakcióteret nem egyetlen lényegesen nagyobb reaktorban reprodukáljuk, hanem több azonos vagy hasonló karakterisztikájú reakciómodult működtetünk párhuzamosan, amivel csökkenthető a klasszikus méretnövelési újraoptimalizálás igénye.

A scale-out koncepció továbbfejlesztése a reaktorflotta, melyben több önálló áramlásos modul működik közös folyamatirányítási rendszer alatt. A flotta nem egyszerűen párhuzamos reaktorokat jelent. Lényeges eleme a közös hardver- és szoftverarchitektúra, mely képes az egyes modulok konfigurálására, terheléselosztására, monitorozására és adatainak egységes kezelésére. A reaktorok párhuzamos kapcsolása elsősorban a kapacitás növelését, míg soros kapcsolásuk egymást követő reakciólépések integrálását teszi lehetővé. A kettő kombinációjával olyan mátrixszerű technológiai struktúra alakítható ki, melyben egyes modulok különböző reakciólépéseket végeznek, miközben az adott lépés kapacitása több párhuzamos egységgel növelhető.

A hazai megvalósítás szempontjából a THS fejlődése jól példázza az egyedi reakcióberendezéstől a platformszemlélet felé vezető technológiai utat. A H-Cube® eredeti konstrukciójában már több olyan funkció integráltan jelent meg, mely a későbbi platformok alapelvévé vált: a hidrogén helyben történő előállítása, a szabályozott folyadékáram, a nyomás alatti reakció és a szilárd fázisú katalizátor egyetlen kompakt rendszerben működik. A vállalat későbbi fejlesztései ezt az eredetileg hidrogénezésre kialakított technológiai teret fokozatosan szélesítették az önálló hidrogénellátás, az általános célú flow-reaktorok, a fotokémia és a magas nyomáson végzett gáz–folyadék vagy gáz–gáz reakciók irányába.

A fentiekből látható, hogy a platformok egymásba épülő, többszintű rendszereket alkothatnak. Egy-egy önálló készülék is tartalmazhat kisebb, különálló platformokat, amelyek például a vezérlést, a kommunikációt vagy a vészhelyzeti eljárásokat vezénylik. Maguk a készülékek pedig a korábban bemutatott, részben autonóm áramlásos kémiai platformokat képezik. Felmerül tehát a kérdés: léteznek-e olyan magasabb szintű, átfogó platformok, amelyekbe az áramlásos kémiai platformok is integrálhatók? Igen, legalább három ilyen terület azonosítható:

Gyógyszeripari platformok. A gyógyszeripari kutatásban a nagy múltra visszatekintő kemometriát több kutatócsoport ötvözi mesterséges intelligenciával. A számos tudományos közlemény között találhatók olyan munkák, amelyek az MI alkalmazását komplex kémiai szintézisplatformok koordinálására is kiterjesztik [25]. A gyógyszerfejlesztés későbbi fázisaiban és a gyógyszergyártásban nagy jelentőségű méretnövelés újabban egyre nagyobb hangsúlyt helyez a gyors fejlesztést biztosító áramlásos kémiai platformok integrálására, a helyi szuperplatformokba. A gyógyszergyártásban pedig hosszabb ideje alkalmaznak részben vagy teljesen automatizált szuperplatformokat, amelyekbe jól illeszthetők a többek között Magyarországon, a THS által fejlesztett áramlásos kémiai platformok is.

Nagyipari kémiai és analitikai platformok. A nagyipari kémia számos meghatározó szereplőjének hosszú távú célja a komplex kémiai rendszerek teljes automatizálása, az emberi beavatkozás szükségességének minimálisra csökkentése. Közülük különösen előrehaladottak a komplex analitikai platformokat fejlesztő és forgalmazó nagyvállalatok. Rendszereikben az automatikus vegyszeradagolás már régóta megoldott, analitikai eszköztáruk pedig folyamatosan bővül, azonban sok esetben még hiányzik a rendszerükből a jól automatizálható, mesterséges intelligenciával vezérelhető áramlásos kémiai technológia. Ennek integrálása fontos lépést jelenthet a valóban autonóm kémiai szuperplatformok megvalósítása felé.

A vezető mesterségesintelligencia-vállalatok saját platformjai. A komplex kémiai rendszerek teljes automatizálása a világ vezető mesterségesintelligencia-vállalatainak érdeklődését is felkeltette. Ennek hátterében egyrészt a rendkívüli technológiai kihívás, másrészt a jövőben várható jelentős üzleti és ipari alkalmazási lehetőségek állnak. Bár ezen a területen eddig még nem születtek igazán átütő eredmények, a jelenleg legnagyobb MI-vállalatok közvetlen hozzáférése egy fejlett áramlásos kémiai platformhoz komoly versenyelőnyt jelenthet. Mindez valószínűsíti, hogy ezek a vállalatok a jövőben egyre meghatározóbb szerepet játszanak a teljesen automatizált, mesterséges intelligenciával vezérelt kémiai szuperplatformok fejlesztésében [21, 23].

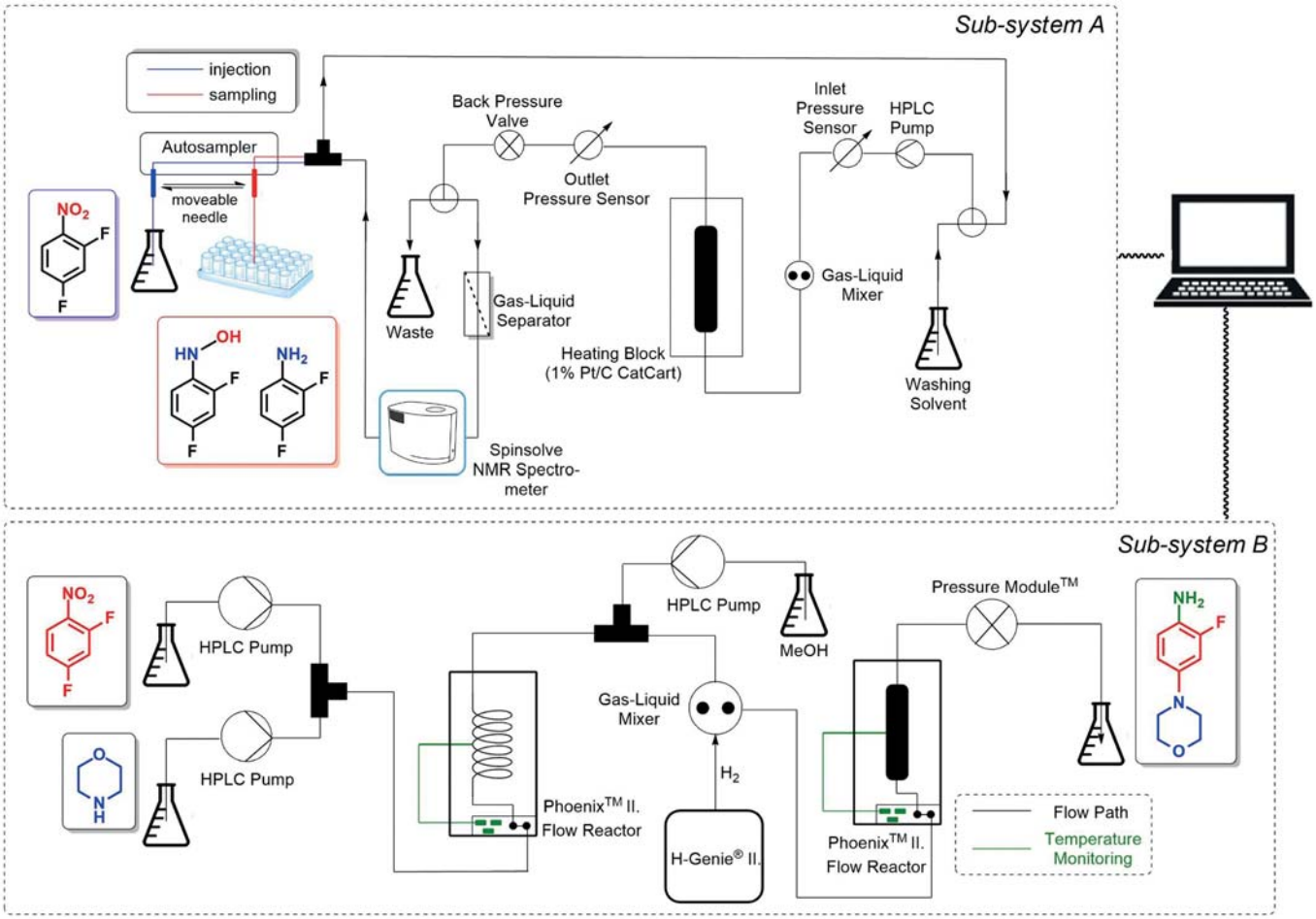
Konkrét példa egy platformalapú rendszer bemutatására

A fentiekben ismertetett platformkoncepciót a THS budapesti laboratóriumában a gyakorlatban is megvalósították, igazolva annak alkalmazhatóságát. A kísérlet részletei és eredményei a vállalat honlapján közzétett alkalmazástechnikai leírásban (application note) érhetők el [26]. Az eredményeket emellett a 2025-ben Malagában megrendezett Flow Chemistry Europe konferencián is bemutatták.

A kifejlesztett platform célja egy többlépéses szintézis méretnövelésének megvalósítása úgy, hogy a reakciókörülmények optimalizálása a termelési folyamattal párhuzamosan is elvégezhető legyen. Ennek érdekében a rendszer két, egymással összehangolt alrendszerből épül fel. A kisebb léptékű, reakcióoptimalizálásra szolgáló alrendszerbe integrált, áramlás közbeni (inline) analitikai egység lehetővé teszi a reakciók nyomon követését és az optimális paraméterek gyors meghatározását. Az így nyert információk közvetlenül felhasználhatók a nagyobb léptékű szintézist végző alrendszer működési körülményeinek módosítására, akár a gyártás megszakítása nélkül. A koncepció gyakorlati bemutatására egy linezolidanalóg kulcsfontosságú intermedierjének szintézisét választották modellreakcióként.

Az integrált analitika és a léptéknövelés két kapcsolódó megvalósítását az **1. ábra** szemlélteti: az „A alrendszer" fluorozott nitroaromás vegyület hidrogénezésének követését, a „B alrendszer" pedig aromás nukleofil szubsztitúció és hidrogénezés soros összekapcsolását mutatja be.

A kis léptékű kísérleti rendszer kialakításának célja a reakciókörülmények gyors, automatizált optimalizálása volt: a fluorozott nitrobenzol-származék adagolása automatikusan történt, az áramlásos reaktor működési paramétereit programozottan állították be, a reakciót követően a felesleges gázt elválasztották a folyadékfázistól, majd a reakcióelegyet inline ^{19}F-NMR-spektroszkópiával követték. Mindössze 10 különböző paraméterkombináció vizsgálata elegendő volt a teljes konverzió és szelektivitás eléréséhez; egy kísérleti ciklus az analitikai vizsgálattal együtt 10



1. ábra. Az analitikával összekapcsolt hidrogénezés [A] és a soros reakciómodulokból álló rendszer [B] vázlata

percet vett igénybe, ciklusonként 150 mg terméket szolgáltatva, ami 0,9 g/h termelékenységnek felelt meg.

A méretnövelési kísérletekben a reagenseket két pumpával adagolták és keverték össze, majd az első, csőreaktorral felszerelt Phoenix-rendszerben aromás nukleofil szubsztitúciót (S_NAr) hajtottak végre. A nyers reakcióelegyet metanollal 0,5 M koncentrációra hígították, in situ előállított hidrogénnel keverték, majd egy második, félcolos, 10%-os Pd/C katalizátort tartalmazó oszloppal felszerelt Phoenix-reaktorba vezették. A méretnövelés optimalizálásához ebben az esetben is mindössze 10 kísérletre volt szükség; a tizedik kísérletre kvantitatív konverziót értek el, miközben egy 10 perces ciklusban 10 g termék előállítása vált lehetővé. Ez a kis léptékű, 150 mg/10 perc kiindulási értékhez képest mintegy 67-szeres termelékenységnövekedést jelentett. A nagyobb léptékű konfiguráció folyamatos, 24 órás működésére extrapolálva a termelékenység 1,44 kg/nap, tíz párhuzamosan működtetett rendszerből álló reaktorflotta esetén pedig elméletileg 14,4 kg/nap lehet.

Az eddigiekből egyértelműen kirajzolódik, hogy az áramlásos kémia digitalizációja a jövőben is folytatódik, várhatóan egyre gyorsuló ütemben. Érdemes felidézni, hogy a mesterséges intelligencia kémiai alkalmazásának gyökerei Magyarországon egészen az 1970-es évek elejéig nyúlnak vissza, és az akkor megkezdett úttörő munka máig élő tudományos és technológiai hagyományt teremtett. Az akkoriban kibontakozó, logikai alapú mesterséges intelligencia a numerikus optimalizálási módszerekkel együtt ma is értékes kiegészítője lehet a nagy nyelvi modellekre épülő MI-rendszereknek. E technológiák együttes alkalmazása a jövőben meghatározó szerepet játszhat az áramlásos kémiai platformok irányításában és optimalizálásában, további versenyelőnyt jelentve a hazai ipar és kutatás számára.

Összefoglalás és perspektívák

Az áramlásos kémia az elmúlt évtizedekben a speciális mikroreaktoros megoldásoktól a széles körben alkalmazható, moduláris és digitálisan vezérelt technológiai platformok irányába fejlődött tovább. Elterjedését a kedvező hő- és anyagátadás, a pontos szabályozhatóság, a nagyobb biztonság, a reprodukálhatóság és a rugalmas méretnövelés egyaránt segítette.

A következő fejlődési szintet várhatóan egy-egy új reaktortípus megjelenése mellett az integrált és részben autonóm működésű platformok térnyerése jelenti majd.

Ígéretes fejlesztési irány a platformok kiegészítése a nagy nyelvi modellekkel (large language models, LLM-ek) támogatott autonóm ágensekkel. Ezek nyelvi modellek és külső eszközök segítségével terveznek és hajtanak végre feladatokat, majd az eredmények alapján módosítják további lépéseiket [4]. Automatizált kémiai platformokhoz kapcsolva a kísérlettervezéstől az eredmények értékeléséig több munkafázist támogathatnak. Megnövekedett számítástechnikai erőforrásigényeiket a jövőben kvantumszámítógépek biztosíthatják [5].

A reaktorflották és a párhuzamos működtetés ezzel egyidejűleg a termelékenység növelésére kínálnak új lehetőséget. Ebben a szemléletben az áramlásos kémia már nem csupán reaktortechnológia, hanem a digitalizált, adatvezérelt és egyre önállóbban működő kémiai kutatás és gyártás fizikai alapjává válhat.

Rendszertechnikai és vezérlési szempontból nagy kihívás az áramlásos és szakaszos reaktorrendszereket tartalmazó hibrid rendszerek egységes platformba integrálása, továbbá a reakciókinetika gyors és megbízható feltérképezése.

Összefoglalva: a hazai áramlásos kémia képviselői az egyedi és innovatív műszerfejlesztések, a hazai és nemzetközi együttműködések kialakítása, valamint az oktatás és a szakterület nemzetközi szintű szervezése révén jelentős szerepet játszottak az áramlásos kémia alapjainak megteremtésében. Munkásságuk hozzájárult ahhoz, hogy az analitika, a digitalizáció, így a robotizáció és a mesterséges intelligencia integrálásával az áramlásos kémia a kémia jövőjének egyik legfontosabb irányzatává és meghatározó alappillérévé váljon.

IRODALOM

[1] Szegedi Tudományegyetem (www.u-szeged.hu), ELTE (www.elte.hu), Pannon Egyetem (www.uni-pannon.hu), Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (www.bme.hu), Semmelweis Egyetem (www.semmelweis.hu).
[2] Fekete, M., Glasnov, T. (átdolg.) Hii, K.K., Deadman, B.J. Technology overview/Overview of the devices. Flow Chemistry. Fundamentals. Szerk: Darvas, F., Dormán, Gy., Hessel, V., Ley, S.V. de Gruyter, Berlin, 2021, 3. fejezet, 87–144, DOI: 10.1515/9783110693676-003
[3] a) Bonciolini, S.; Pulcinella, A.; Noël, T., J. Am. Chem. Soc. (2025) 147, 28523–28545. b) Pilon, S., Savino, E., Bayley, O.M., Vanzella, M., Claros, M., Siasiaridis, P., Liu, J., Lukas, F., Damian, M., Tseliou, V., Intini, N., Slattery, A., San Jose Orduna, J., den Hartog, T., Peters, R., Gargano, A., Mutti, F., Noël, T., ChemRxiv (2025) DOI: 10.26434/chemrxiv-2025-73xqf
[4] Ramos, M.C., Collison, C.J., White, A.D., Chem. Sci. (2025) 16(6), 2514–2572, doi.org/10.1039/d4sc03921a
[5] Weidman, J.D., Sajjan, M., Mikolas, C., Stewart, Z.J., Pollanen, J., Kais, S., Wilson, A.K., (2024) Cell Reports Physical Science Perspective (2024) 5(9), szeptember 18.
[6] Kiss, T. Magyar Kémikusok Lapja (2009) 64(10), 312–315.
[7] Vörös A., Baán Z., Hermecz I., Mizsey P., Finta Z., Magyar Kémiai Folyóirat (2011) 117, 22.
[8] Jones, R.V., Gödörházy, L., Szalay, D., Gerencsér, J., Dormán, Gy., Ürge, L., Darvas, F., QSAR Comb. Sci., (2005) 24, 722.
[9] Csajági Cs., Borcsek, B., Niesz, K., Kovács, I., Székelyhidi, Z., Bajkó, Z., Ürge L., Darvas, F., Org. Lett. (2008) 17, 1589.
[10] Lengyel, L.Cs., Nagy, T.Z., Sipos, G., Jones, R.V., Dormán, Gy., Ürge, L., Darvas, F., Tetrahedron Lett. (2012) 53, 738.
[11] Lengyel, L.Cs., Sipos, G., Sipőcz, T., Vágó, T., Dormán, Gy., Gerencsér, J., Makara, G., Darvas, F., Org. Process Res. Dev. (2015) 19, 399.
[12] Angi, R., Solymosi, T., Ötvös, Zs., Ordasi, B., Glavinas, H., Filipcsei, G., Heltovics, G., Darvas, F., Eur. J. Pharm. Biopharm. (2014) 86, 361.
[13] Mándity, I.M., Martinek, T.A., Darvas, F., Fülöp, F., Tetrahedron Lett. (2009) 50 (30), 4372.
[14] Mándity, I.M.; Olasz, B.; Ötvös, S.B.; Fülöp, F., ChemSusChem (2014) 7, 3172.
[15] Balogh, S., Farkas, G., Madarasz, J., Szöllősy, Á., Kovács, J., Darvas, F., Ürge, L., Bakos, J., Green Chem. (2012) 14, 1146.
[16] Csajági, Cs., Szatzker, G., Tőke, E.R., Ürge, L., Darvas, F., Poppe, L., Tetrahedron: Asym. (2008) 19, 237.
[17] Mándoki, A., Orsy, G., Pászti, Z., Porcs-Makkay, M., Bogdán, D., Simig, G., Mándity, I.M., Volk, B., Synthesis (2023) 55, 4025.
[18] Fülöp, Z., Szemesi, P., Bana, P., Éles, J., Greiner, I., React. Chem. Eng. (2020) 5(9), 1527.
[19] Tukacs, J. M., Jones, R.V., Darvas, F., Dibó, G., Lezsák, G., Mika, L.T., RSC Adv. (2013) 37, 16283.
[20] Endrődi, B., Bencsik, G., Darvas, F., Jones, V.R., Rajeshwar, K., Janáky, Cs., Prog. Energy Combust. Sci. (2017) 62, 133.
[21] Darvas, F., Mezey, P.G., Dormán, Gy, Buchholcz, B., Janáky, Cs, Jones, R.V., Sipos, G., Peidl, T., Mezőhegyi, G., In-Space Manufacturing and Resources: Earth and Planetary Exploration Applications. Chemistry-Related Innovations in Space, Benefits of Flow Chemistry. Wiley, Szerk. Hessel, V., Stoudemire, J., Miyamoto, H., Fisk, I.D., 2022, 6. fejezet, 111–140. https://doi.org/10.1002/9783527830909.ch6
[22] Jones, R.V., Darvas, F., Janáky, Cs., Nature Rev. Chem. (2017) 1, 0055.
[23] Dormán, Gy., Buchholcz, B., Puskás, I., Szabó, P., Varga, E., Szente, L., Keserű, Gy. M., Darvas, F., Nature Scientific Reports (2025) 15:4182, DOI: 10.1038/s41598-024-81428-5
[24] Darvas, F., Dormán, Gy., Hessel, V., Ley, S.V. szerk., Flow Chemistry. Fundamentals/Applications (Vol.1., Vol.2). de Gruyter, Berlin, 2021. ISBN 978-3-11-069359-1
[25] Darvas, F., Marokházi, S., Kormos, P., Kulkarni, G., Kalász, H., Papp, Á., in Databases and High-Throughput Screening Testing During Drug Design and Development (szerk. P. W. Erhardt). IUPAC-Blackwell Science, Oxford, 1999, 237–270.
[26] a) https://thalesnano.com/wp-content/uploads/2024/07/ThalesNano19FNMRMagritekEngBroschureA44Pages20240613Web.pdf b) https://thalesnano.com/wp-content/uploads/2023/05/Phoenix-H-Genie-application-note-Kilogram-scale-synthesis-of-a-Linezolid-analogue.pdf

Agárdi Tamás

AFV Kft.

Biztonsági jelek: jó és rossz gyakorlatok

A biztonsági jelzés nem attól látja el a feladatát, hogy valaki kipipálta: „tábla kihelyezve”. A jó szándék és egy tekercs ragasztószalag még nem feltétlenül garantálja az észlelhetőséget és a tartósságot. Az alábbi példák azt mutatják meg, hol csúszhat félre a kivitelezés, és hogyan lehet szakszerű a megoldás. Elsőként nézzünk körül egy fogorvosi rendelőben, ahol ezúttal a biztonsági jelzés szorul kezelésre.



A jelzést a fogorvosi rendelő várójában helyezték el, és vélhetően a saját szakmájában kétségkívül nagy tapasztalatú asszisztensre bízták a kivitelezését és kihelyezését. Mérete kb. 10×10 cm, anyaga papír, melyre irodai tintasugaras nyomtatóval vitték fel a jelzést. A felhelyezést átlátszó ragasztószalaggal oldották meg. A jelzés ebben a formában nem tisztítható, nem vízálló és mindössze csak a színösszeállításában felel meg az ISO 7010 szabványnak.

A helyes grafikai kivitelen nemcsak az idevágó figyelmeztető jel ISO 7010 szerint piktogramja kerül feltüntetésre, hanem tájékoztató szövegmezőben a figyelmeztetés oka, a veszély elkerülését szolgáló tiltó jel, valamint utasítást adó színkombinációban a helyes magatartás. A jelzés kivitele egészségügyi intézmény esetén a hátoldalon nyomtatott PETG-lemez, amely lehetővé teszi a fertőtlenítőszeres lemosást. A tábla felhelyezése a hátoldali öntapadó réteg segítségével könnyen kivitelezhető.



Egy másik példában egy építkezés bejáratához elhelyezett többfunkciós – úgynevezett összegző – biztonsági jelcsoportot látunk. A képen látható jelzés jó példája

Táblák | Feliratok
Reklámtechnika
AFV tabla.hu



annak, hogy egy szakmailag átgondolt jelcsoport funkciója sérül, amennyiben a láthatóság a rosszul megválasztott hordozófelület miatt korlátozódik. Ebben az esetben a hordozóanyagnak az úgynevezett épülethálót vagy mesh-hálót választották, amely kiváló reklámipari anyag, de ha hátulról is megvilágítást kap, a hálós kialakítása miatt a felületen elhelyezett motívum láthatósága nagymértékben lecsökken.

A jelcsoport helyesen megválasztott hordozóanyaga ilyen esetben az ún. molinó, amely rövidebb időszakra megfelelő, könnyen hordozható, összetekerve szállítható. Hosszabb – akár éven túli – időszakra



tervezve javasolt PVC-lemezt vagy szendvicslemezt (alumínium kompozitlemez) választani.

Egy újabb példában jó helyre van kitéve a szabványos felirat, az egyetlen probléma a felület és a választott biztonsági jel anyagának inkompatibilitása, azaz a jel anyagának tulajdonságai és a választott felület



– ezúttal festett betonfelület – porózussága miatt nem ad kellő tapadási lehetőséget az öntapadó fólia számára, így az idővel le fog válni.

A megfelelő anyagválasztás ebben az esetben valamilyen merev anyagú tábla (PVC-, PETG- vagy szendvicslemez), amit



csavarral vagy szerkezeti ragasztóval lehet a porózus betonfelületre rögzíteni. Ezzel a megoldással a biztonsági jel hosszú időn át, akár több évig is ellátja funkcióját, és nem kell bosszankodni a folyamatosan leeső jelzések miatt. Ha a cég karbantartója helyezi ki a jelzéseket, úgy érdemes felhívni a figyelmét a gyártó oldalán található információk megismerésére, a funkcióhoz társított anyagválasztásra és a telepítési segédletekre.

A negyedik példa egy magyarországi kastélyszálló és múzeum kertjében található, és a menekülési útirányjelzés rendszerének logikája szerint a menekülési utak ide, e veszélyzónán kívüli gyülekezési ponthoz vezetnek. Azért fontos ez az információ, hogy láthassuk, az intézmény befogadóképességéhez és méreteihez képest a gyülekezési pont jelzése részben alulméretezett, részben nyilvánvalóan nincs elég magasan elhelyezve. Látszik, hegy „nem akarták elcsúnyítani" a szép kastélykertet egy nagy zöld táblával, ami ráadásul mindenhonnan látszik. A jelzés másik hibája, hogy a nyilvánvaló kültéri igénybevételéhez képest egy egyszerű öntapadó jelzést választottak, amit ráadásul egy földbe szúrható, vaslemez alapra ragasztottak fel, amely a festés hibájából rozsdásodhat. Mint a képen is látszik, ez a gyártástechnológiai alultervezettség hamar megmutatkozott a jelzés esztétikai és funkcióbeli tulajdonságaiban. A jelzés helyes mérete legalább 300×300 mm lett volna, mivel 24 m feletti felimerési távolságok egy ekkora létesítménynél előfordulhatnak, a telepítési magasság pedig 3 m, lévén a jelzésnek akkor is látszania kell, ha már állnak előtte. Az esztétikai megjelenést akár egy zöldre festett oszloppal, akár egy szebb keretbe helyezéssel lehetséges javítani, az időjárásállóságot pedig például kompozitlemez direktnyomtatásával lehet elérni.



A bemutatott példák is alátámasztják, hogy a szakemberek által meghatározott biztonsági jelzések megfelelő észlelhetőségének, egyértelmű értelmezhetőségének és tartós alkalmazhatóságának biztosításához az üzemi és környezeti hatásoknak megfelelő alapanyagok, gyártástechnológiák és rögzítési megoldások ismerete is szükséges. Ezek szakszerű megválasztását és a munkavállalók, valamint a látogatók hatékony tájékoztatását jelentősen segítheti az erre nyitott gyártópartnerrel folytatott szakmai egyeztetés.

Új magyar–kínai együttműködés indul a szén-dioxid környezetbarát ipari hasznosítására

A HUN-REN Természettudományi Kutatóközpont (HUN-REN TTK) vezetésével és az AndTECH Környezetbarát Technológiák Mérnöki Irodája Kft. (AndTECH Kft.) részvételével új magyar–kínai alkalmazott kutatás-fejlesztési projekt indul a szén-dioxid körforgásos hasznosításának előmozdítására. A „Kutatás-fejlesztés nagy hozzáadott értékű vegyipari alapanyagok előállítására és hasznosítására szén-dioxid hidrogénezésével a környezeti terhelés csökkentésére” című projekt a Kulturális és Innovációs Minisztérium Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból nyújtott támogatásával, a 2024-1.2.8-TÉT-IPARI-CN pályázati program finanszírozásában valósul meg. A projekt azonosítószáma: 2024-1.2.8-TÉT-IPARI-CN-2025-00063. A kínai kutatási partner a University of Science and Technology of China (USTC), az ipari partner pedig a Shandong Industrial Ceramic Research and Design Institute Co., Ltd. A hároméves projekt 2026. március 1-én indult.

A kutatás-fejlesztési program megvalósítására a magyar konzorcium 69 158 941 Ft vissza nem térítendő támogatást nyert el a 75 686 188 Ft összköltségvetésű projekthez. A támogatásból a HUN-REN TTK 34 806 838 Ft-tal, az ipari partner AndTECH Kft. pedig 34 352 103 Ft-tal részesül. A HUN-REN TTK támogatottsága 100%-os, míg az AndTECH Kft. 6 527 247 Ft-ot saját forrásból biztosít.

A projekt célja olyan innovatív termokatalitikus technológia fejlesztése, amely lehetővé teszi a megújuló villamos energiából előállított „zöld” hidrogén és az ipari eredetű szén-dioxid együttes hasznosítását. Az együttműködés során a kutatók olyan katalitikus rendszereket fejlesztenek, amelyek segítségével a szén-dioxid és a hidrogén reakciójával nagy hozzáadott értékű vegyipari alapanyagok állíthatók elő. A fejlesztés középpontjában a finomvegyipar számára kiemelt jelentőségű szénhidrogének, különösen a C9–C10 szénatomszámú lineáris alfa-olefinek előállítása áll. Ezek az anyagok számos vegyipari és ipari alkalmazás alapanyagául szolgálnak.

A konzorcium vezetője a HUN-REN TTK. A projekt aktív résztvevője a HUN-REN TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézetének Megújuló Energia Kutatócsoportja, amely az emberi tevékenységből származó káros környezeti hatások csökkentésének lehetőségeivel és a megújuló energia- és szénforrások energiahordozóvá, illetve a társadalom számára szükséges vegyi anyagokká alakításával foglalkozik.

A ZT-AndTECH cégcsoportba tartozó AndTECH Kft. konzorciumi partner évtizedek óta foglalkozik részecskeszűrő katalizátorhordozók, katalizátorok fejlesztésével és gyártásával. A vállalat számos piaci területen rendelkezik referenciákkal, többek között a füstgázszűrés, a katalitikus utókezelés, a maradékhő dekarbonizációs és termoelektromos hasznosítása, valamint a biomassza-tüzelőanyagok előkezelése terén.

A partnerek eredményeiket rangos nemzetközi folyóiratokban publikálják, hazai és nemzetközi konferenciákon mutatják be. Az együttműködés várhatóan hozzájárul a körforgásos széngazdálkodás fejlődéséhez, a karbonsemleges vegyipari technológiák elterjedéséhez, valamint a magyar és kínai kutatóhelyek, illetve vállalkozások közötti tudományos és gazdasági kapcsolatok erősítéséhez.

HUN REN ttk

Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal

AZ NKFI ALAPBÓL MEGVALÓSULÓ PROJEKT



A HUN-REN TTK AKI Megújuló Energia Kutatócsoport projektben részt vevő munkatársai



Fischer János
Richter Gedeon Nyrt.

Az EFMC gyógyszerkémiai kongresszusa Bázelben

Kétévente kerül sor az EFMC (European Federation for Medicinal Chemistry and Chemical Biology) nemzetközi gyógyszerkémiai szimpóziumára, melyet legutóbb Bázelben rendeztek meg 2026. szeptember 6. és 11. között.

A rendezvényen 1100 résztvevő volt és 115 előadást tartottak, amit 500 poszterbemutató egészített ki. A résztvevők 20%-a diák volt.

A hatalmas kongresszust három szekcióban lehetett megvalósítani.

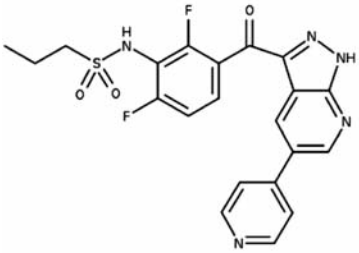
Jelen beszámoló szükségszerűen szubjektív, elsősorban a beszámolót készítő érdeklődési köre határozta meg és a szóbeli előadásokra korlátozódik.

Egy ilyen nagy kongresszusra előzetesen készülni kell, át kell tanulmányozni az előadás-kivonatokat és időpontokat, hogy a szekció-előadásokra időben megérkezzünk. Sajnos néhány esetben az időpontokat nem tartották be, és előfordult, hogy az előadásokról lemaradtam. Úgy gondolom, hogy szekció-előadások esetén nem helyes, ha például egy elmaradt előadásnál a rákövetkező előadásokat előrehozzák, és így a szekció összes időpontja megváltozik.

Ennek ellenére a konferencia rendezése példás volt. A bázeli konferenciacentrum kiválóan alkalmas egy ilyen nagy konferenciára. A konferencián mintegy 60 kiállító (Contract Research Organization) is részt vett. A statisztikai adatok után rátérek az előadások egy részének ismertetésére.

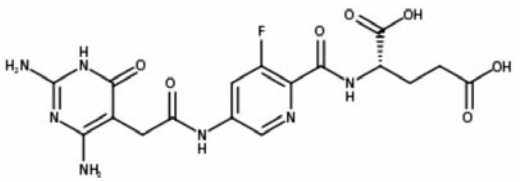
Colette Andrée (Bázeli Egyetem, gyógyszerkutatási központ): Megnyitó előadásában a migrén epidemiológiájával és gyógyszerkutatási kérdéseivel foglalkozott. A triptánok és a CGRP-antagonisták terén jelentős eredményeket értek el, de ezek a vegyületek nem minden esetben hatékonyak. A migrén utáni állapotra (postdrome) pedig nincsen még gyógyszer.

Stefan Laufer (a Tübingeni Egyetem gyógyszerkémiai tanszékének professzora): Laufer professzor nyerte el az EFMC Nautadíját, amelyet a Nauta Alapítvány képviselője adott át a díjazottnak a Tübingeni Gyógyszerkutatási Centrum vezetésében elért sikereiért, többek között a darizmetinib gyógyszerjelölt felfedezéséért. A MKK4 kinázinhibitor a máj regenerálódását segíti elő májkárosodás, májtumor és májtranszplantáció során.



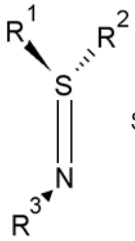
Darizmetinib

Martin Henriksson (Karolinska Intézet, Svédország): Az MTHFD1/2 enzim ráksejtekben emelkedést mutat, míg egészséges sejtekben előfordulása kismértékű vagy elő sem fordul. A kutatás célja, hogy gátolja ezt az enzimet. Az új reakciómechanizmus szerint ható gyógyszert a One-carbon Therapeutics cég fejleszti.



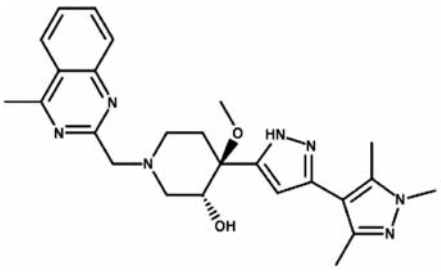
TH9619

Christian Gnamm (Boehringer-Ingelheim): A szulfiliminekről tartott előadás elemezte ennek a struktúrának a felhasználását a gyógyszerkémiában.



Szulfilimin-szerkezet

Anders Johansson (AstraZeneca, Molndal, Svédország): A kardiorenális betegségek kezelésére szolgáló AZD4248 felfedezéséről számolt be, melynek hatása a nikotinamid-N-metiltraszferáz (NNMT) gátló hatásán alapszik. A diabéteszes vesebetegséget egéren modellezték. A gyógyszerjelölt jelenleg a klinikai kipróbálás Fázis I szakaszában van.

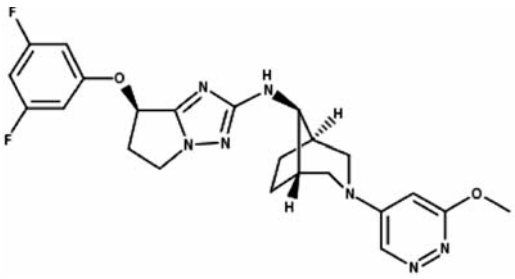


AZD4248

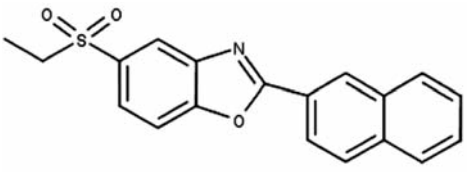
Rosa Maria Rodríguez Sarmiento (Roche Innovation Center, Bázel): Az Alzheimer-betegek számát a világon mintegy 50 millióra becsülik. Az amiloid-béta fehérjeaggregátumok megkötésére és eliminációjára két monoklonális antitestet hoztak forgalomba: 2023-ban a Biogen cég lecanemab és 2025-ben a Lilly cég donanemab gyógyszereit. Ezek még alacsony forgalmú készítmények, aminek két fő oka lehet: a készítményeket intravénás vagy szub-

kután injekció formájában alkalmazzák és a biztosítók támogatása hiányzik.

A Roche cég az orálisan alkalmazható nivegacetor felfedezésével a betegek számára jobban használható készítményt fejleszt a klinikai Fázis II szakaszban. A nivegacetor gamma-szekretázmodulátor mechanizmusával akadályozza az amiloid-béta 42 protein képződését, ami Alzheimer-betegségben emelkedett szintet mutat.


Nivegacetor

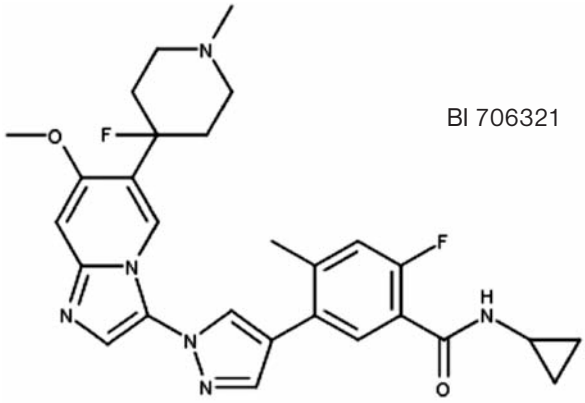
Angela J. Russell (Oxfordi Egyetem): Az előadás a gyógyszerkémia és a kémiai biológia integrációját mutatta be a ritka gyerekkori Duchenne-féle izomdisztrófia terén végzett gyógyszerkutatásával. A korábbi, ezutromiddal folytatott kutatások sikertelenek voltak, és az utrofinmodulátor fejlesztését a Fázis II szakaszban abbahagyták. A jelenlegi kutatások a GPR84 receptoragonisták területén folynak.


Ezutromid

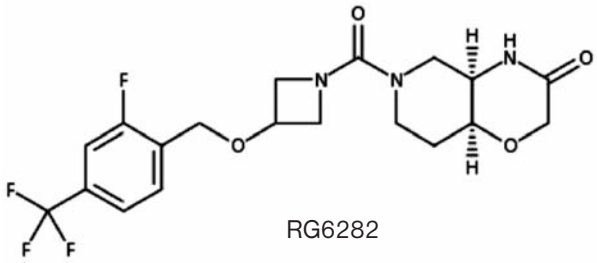
Kotschy András (Servier Gyógyszerkutatási Intézet, Budapest): Áttekintést adott az antitest-gyógyszer konjugátumokról, melyek egy célba juttató antitestből és egy citotoxikus hatóanyagból („payload") állnak, és a kettőt egy „linker" köti össze. Mintegy 20 ilyen gyógyszer van már forgalomban. Említette azt az S227928 kódszámú gyógyszerjelöltet, melyet a Servier fejleszt.

Mindig nagy érdeklődés kíséri azokat az előadásokat, melyek első alkalommal hozzák nyilvánosságra egy új gyógyszerjelölt szerkezetét („first disclosures"):

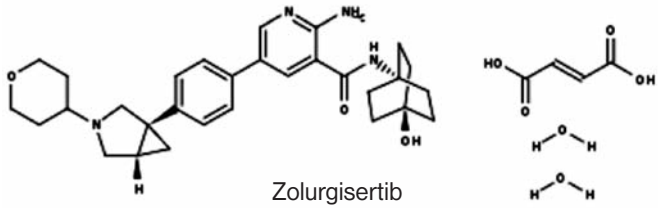
Craig Miller (Boehringer Ingelheim): A BI 706321 kódszámú metilbenzamid-származékot a RIPK-2 kináz gátlói között fedezték fel, és a cég a klinika Fázis II-ben fejleszti immunológiai betegségek kezelésére.


BI 706321

Uwe Grether (F. Hoffmann-La Roche): A MAGL- (monoglicerid lipáz) gátlók között találták az RG6182 jelzésű vegyületet, melyet a Roche a szklerózis multiplex kezelésére fejleszt a klinikai Fázis II-ben.

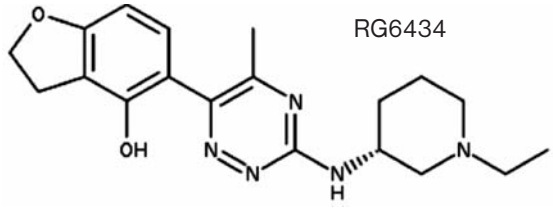

RG6282

Thomas Ullrich (Novartis, Bázel): Igen ritka genetikai rendellenesség, a kőember-szindróma (fibrodysplasia ossificans progressiva), melyben a lágy szövetek (pl. izmok) fokozatosan csonttá alakulnak. Ennek a súlyos betegségnek még nincsen gyógyszere. A Novartis kutatóinak sikerült az ACTR-1 (activin receptor type 1) inhibitorai között azonosítani a zolurgisertib kódjelű molekulát, mely jelenleg a Fázis II fejlesztési szakaszban van.

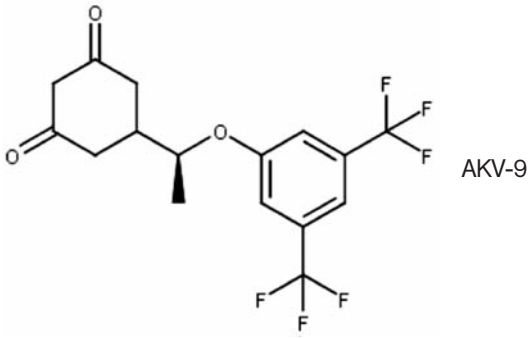

Zolurgisertib

Georg Jaeschke (Roche Pharma Research & Early Development): Az NLRP3 protein az inflammaszóma komponense, melynek rendellenes aktiválása gyulladásos folyamatokat vált ki. Korábbi NLRP3-gátlókat is ismertek, de ezek vagy nem voltak eléggé hatékonyak, vagy nem jutottak át a vér-agy gáton, és a májat károsították.

A Roche kutatói az RG6434 (clasornoflast) felfedezésével a fenti hiányosságot kiküszöbölték, és a gyógyszerjelöltet neurodegeneratív rendellenességek kezelésére a klinikai kutatások Fázis I szakaszában fejlesztik.


RG6434

Richard B. Silverman (Northwestern University, US): A neurodegeneratív betegségek kezelését célzó AKV-9 felfedezését ismertette. Ez volt az IUPAC-Richter Díj második előadása, mivel a díjátadásra Atlantában került sor.


AKV-9



Richard B. Silverman

A gyógyszerjelölt hatékonyságot mutat az amiotrófiás laterálszklerózis (ALS), valamint az Alzheimer-demecia egyes állatmodelljein. Az egyetem és az Akava Therapeutics cég engedélyt kapott a klinikai kipróbálásra.

Az EFMC nemzetközi gyógyszerkémiai szimpóziuma sikeres rendezvény volt, mely a gyógyszerkémia szerteágazó területeiről sikeres kutatásokat és kezdeti eredményeket mutatott be.



Az EFMC következő nemzetközi gyógyszerkutatási szimpóziumára Madridban kerül sor. Az EFMC tanácsülésen, melyen az IUPAC megfigyelőjeként vettem részt, értesültem, hogy az EFMC és ACS MEDI (Amerikai Gyógyszerkémiai Divízió) közös rendezésében 2028-ban Budapesten rendezik meg a Medicinal Chemical Frontiers konferenciát: a helyi szervezést Keserű György és Kotschy András vállalta.

Chemistry Europe
European Chemical Societies Publishing

WILEY VCH

The Journal for Excellence in Chemistry, Open to All

Why publish with *ChemistryEurope*?

- Fully open access for global reach and impact
- No article publication charges until June 2026
- Highest publishing standards backed by a team of academic Editors-in-Chief and expert in-house editors
- Rapid dissemination of your research through fast editorial decisions and efficient article processing



The flagship journal of the Chemistry Europe publishing association

Nagy Roland

75 év tudás, gyakorlat és ipari együttműködés

A Pannon Egyetem MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszékének jubileumi ünnepsége

Hetvenöt év egy egyetemi tanszék életében egyszerre jelent szakmai örökséget, közösségi emlékezetet és folyamatos megújulást. A jubileum alkalmat adott arra, hogy a Tanszék múltját, mai oktatási és kutatás-fejlesztési tevékenységét, valamint az iparral kialakított kapcsolatokat egyetlen történeti ívben tekintsük át.

Tanszéki múlt

A tanszék története 1951-ben kezdődött, amikor létrejött az Ásványolaj- és Széntechnológia Tanszék. Első vezetője Varga József kétszeres Kossuth-díjas akadémikus, egyetemi tanár volt. A kezdetektől kettős küldetés határozta meg a működést: a magas színvonalú vegyészmérnökképzés és az ásványolaj- és széntechnológiához kapcsolódó kutatómunka. Ehhez szorosan társult az ipari igények és a gyakorlati problémák követése.

Az első évtizedek szakmai kultúráját olyan oktatók és kutatók alapozták meg, akik a tudományos igényességet mérnöki gyakorlattal és erős ipari kötődéssel kapcsolták össze. Varga József, Retezár Árpád és Péchy László különböző korszakokat képviseltek, de közös volt bennük a korszerű, alkalmazható tudás átadásának igénye.

A tanszék történetének meghatározó szakasza kezdődött 1982-ben, Deák Gyula vezetésével. Deák Gyula maga is a tanszéken szerzett diplomát, majd rövid ipari és kutatóintézeti kitérőt követően 1964-től dolgozott ismét a tanszéken. Angliai tanulmányútján – a tanszéken elsőként – számítógépes ismereteket is szerzett. Széles műveltsége és nyitottsága miatt nagy tisztelet övezte. Vezetésével a hagyományos szénhidrogénipari ismeretek megőrzése mellett megkezdődött az eljárástervezés oktatásának és a diplomatervek vezetésének bevezetése, ezzel is előkészítve a tanszék alkalmazkodását a korszerű vegyészmérnöki képzéshez.

1999-től Bartha László irányította a tanszéket, nehéz gazdasági és infrastrukturális körülmények között. Az elöregedett műszerpark és a csökkenő létszám ellenére sikerült új kutatási irányokat kijelölni. A hagyományos kőolaj-feldolgozási és motorhajtóanyag-kutatások mellett egyre nagyobb szerepet kapott a műanyag- és gumihulladékok kémiai újrahasznosítása, a kenőolaj-adalékok, valamint a tüzelő- és fűtőolajok fejlesztése. Kiemelkedő eredményük volt a kémiailag stabilizált gumibitumen kifejlesztése és útépítési alkalmazása. A korszak jelentős műszerfejlesztést is hozott, többek között egy korszerű nagynyomású reaktorrendszer beszerzését.

Új fejezet kezdődött 2009-ben, amikor a MOL Nyrt. a korábbi tanszék bázisán létrehozta a MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszéket, amelynek vezetését Hancsók Jenő egyetemi tanárra bízták. Irányításával jelentősen megújult a Tanszék infrastruktúrája, biztonságtechnikája és műszerparkja, miközben megerősödött az ipari együttműködés és a gyakorlatorientált oktatás. A kutatások középpontjában a korszerű motorhajtóanyagok, katalitikus eljárások és adalékanyagok mellett egyre inkább az alternatív üzemanyagok és a hulladékok hasznosítása állt.

Ebben a fejlődési folyamatban meghatározó szerepet töltött be Varga Zoltán egyetemi docens, akinek kutatásai a gázolajok heterogén katalitikus kéntelenítésére és a vegyipari technológiák energiahatékonyságának növelésére irányultak. Az oktatás és a nemzetköziesítés területén is jelentős munkát végzett: vezette a MOL Ásványolaj- és Petrolkémiai Mester Szakirányt, valamint a Hydrocarbon Technology Development Advance Engineer angol nyelvű továbbképzést. A 2017-ben elindított angol nyelvű képzés, illetve a 2017-ben bevezetett duális képzés tovább erősítette a tanszék nemzetközi és ipari kapcsolatait.

2020-tól Miskolczi Norbert vezetésével tovább erősödött a fenntarthatósághoz és a körforgásos gazdasághoz kapcsolódó kutatás. A műanyagok és a biomassza újrahasznosítása, a hulladékalapú hidrogén- és szintézisgáz-előállítás, valamint a CO_2 leválasztása és hasznosítása mellett a nemzetközi együttműködések is jelentősen bővültek. 2021-ben új, automatizált mikroreaktor-rendszerrel gazdagodott a laboratóriumi infrastruktúra, 2020 és 2024 között pedig megvalósult a Fenntartható Energiák Reaktorcsarnokának kiépítése.

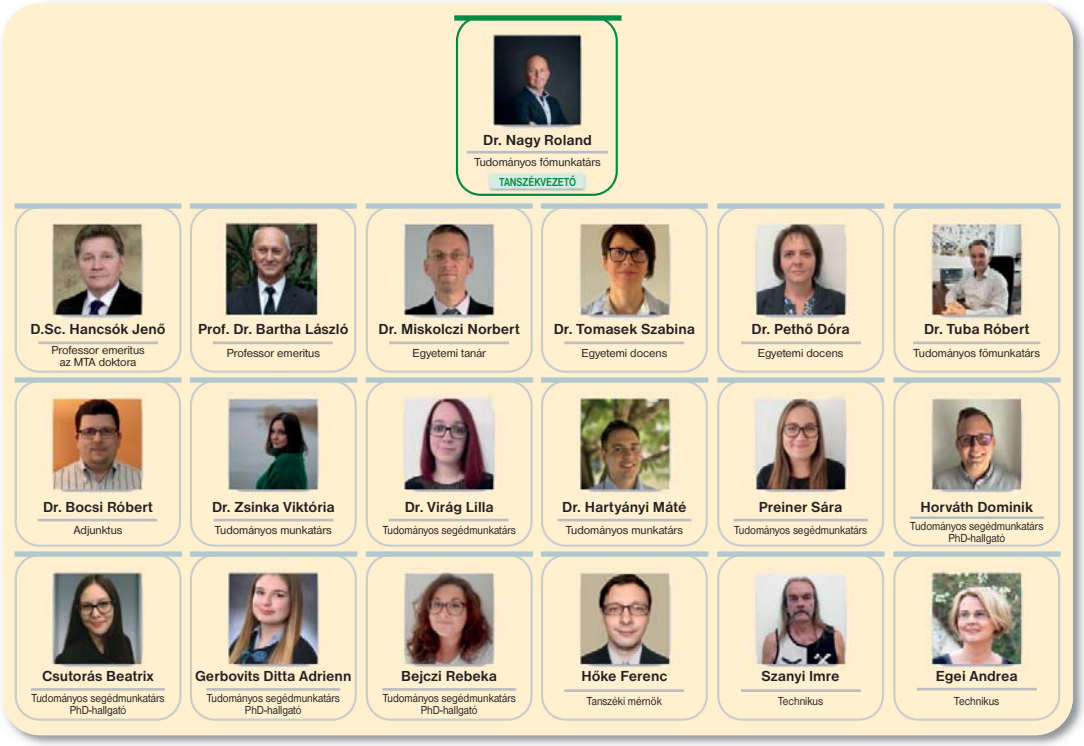
A jelenlegi intézeti tanszékvezető Nagy Roland tudományos főmunkatárs. Nagy eredmény, hogy változó szemléletű világunkban sikerült fenntartani a korábbi évtizedekben kialakult jelentős ipari szemléletet és gyakorlatorientáltságot.

A tanszék fejlődésének több évtizedes íve jól példázza a hagyomány és a megújulás egységét: a szénhidrogénipari és petrolkémiai szakmai örökség megőrzése mellett folyamatosan új kutatási területek, korszerű technológiák és nemzetközi oktatási formák jelentek meg. Az iparral kialakított szoros kapcsolat pedig mindvégig meghatározó szerepet játszott abban, hogy a tanszék oktatási és kutatási eredményei a gyakorlatban is hasznosuljanak.

Tanszéki jelen

A 2026-os tanszéki közösség több évtized szakmai örökségére épít. A jelenlegi oktatásban és kutatásban egyszerre vannak jelen az ásványolaj- és petrolkémiai technológiák, a művelettan és a transzportfolyamatok, a katalízis, a termék- és technológiafejlesztés, a tervezés és optimalizálás, valamint a minőség- és biztonságtechnika.

A képzési portfólió a BSc-szintű mérnöki alapoktól az MSc-, posztgraduális és PhD-képzésig terjed. Az elméleti ismereteket laboratóriumi gyakorlatok, tervezési feladatok, projektmunka és ipari problémák egészítik ki. A cél ma is ugyanaz: olyan mérnöki gondol-



A MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék munkatársai, 2026

kodás kialakítása, amely az elméletet képes a gyakorlati alkalmazással összekapcsolni.

A kutatás-fejlesztési témák a szénhidrogén-kutatástól és -kitermeléstől a kőolaj-feldolgozáson, petrolkémián, energetikán és kenőanyag-fejlesztésen át a biomassza- és hulladékfeldolgozásig, valamint a vegyipari üzemek hatékonyságjavításáig terjednek. A közös nevező az alkalmazásorientált szemlélet: a kérdések jelentős része valós ipari problémákból indul ki, és a tudományos érték mellett a mérnöki hasznosíthatóságot is szem előtt tartja.

Az ipari együttműködések ezért nem pusztán kutatási projekteket jelentenek. A partnerkapcsolatok a hallgatók gyakorlati képzésében, szakdolgozati és diplomamunka-témáiban, valamint az oktatás folyamatos megújításában is meghatározó szerepet töltenek be.

Tanszék75 jubileumi ünnepség – találkozás múlt és jelen között

A 75. évfordulót ünnepi rendezvény tette emlékezetessé, amelyen a tanszék jelenlegi és korábbi munkatársai, egykori hallgatói, valamint szakmai és ipari partnerei közösen tekintettek vissza az elmúlt évtizedek eredményeire. A jubileumot Abonyi János, Kelemen Béla, Szabó János Zoltán, Cseri Gábor és Grád Ottó köszöntötte. A hosszú távú együttműködéseket a Magyar Kémikusok Egyesülete, a MOL Nyrt. és a MOL-LUB Kft. elismerő oklevéllel méltatta.

A szakmai program különböző nézőpontokból kapcsolta össze a tanszék múltját és jelenét. Nagy Roland a Tanszék mai életét és tevékenységét mutatta be, Gyarmati Vince pedig a hallgatói évektől az ipari szakmai pályáig vezető utat helyezte középpontba. Hancsók Jenő a kutatás-fejlesztési munka meghatározó területeit és eredményeit, Holló András az elmúlt 25 év ipari termékfejlesztési példáit, Miskolczi Norbert pedig a hulladékok kémiai hasznosításával kapcsolatos tanszéki munkát ismertette. A programot Baladincz Jenő előadása zárta, amely a jövő szénhidrogéniparát vázolta fel.

Az ünnepség ugyanakkor nemcsak szakmai előadásokból állt. Az állófogadást követően a vendégek felkeresték a tanszéket, ahol régi fényképekből és felvételekből összeállított válogatás fogadta őket. Az egykori munkatársak és hallgatók közül sokan hosszú idő után tértek vissza azokba a laboratóriumokba és csarnokokba, ahol korábban tanultak, oktattak vagy kutattak. A régi képek személyes történeteket idéztek fel, így a jubileum közös emlékezéssé is vált.

A résztvevők fotókkal és a jubileumi emlékkönyv aláírásával is nyomot hagyhattak a 75. évforduló történetében. Ez a személyesebb programrész jól érzékeltette, hogy a Tanszék története nem pusztán szervezeti és szakmai mérföldkövek sora, hanem több oktatói, kutatói és hallgatói generáció közös emlékezete is.

A jubileum üzenete ezért túlmutat egyetlen évfordulón. Az elmúlt évtizedek során változtak a technológiák, a kutatási irányok és az oktatási módszerek, de a tanszék működésének alapját továbbra is ugyanaz a hármas szemlélet adja: szakmai tudás, gyakorlati mérnöki gondolkodás és szoros ipari kapcsolat. Erre az örökségre épít a jelenlegi közösség is – immár a következő évtizedek feladatai felé fordulva.

A Tanszék75 jubileumi ünnepség résztvevői



Személyes történetek



Szántay Csaba*

A nulladik kísérlet

TE ÉS A TERMÉSZETTUDOMÁNYOK
mesés történetek

Hol volt, hol nem volt, volt egyszer egy képzeletbeli iskola. Abban az iskolában tanított egy kiváló természettudományos tanár, akit mindenki úgy hívott, „Tetanár”. Igen, pontosan így, hiszen ő mindig terád figyelő és remek természettudományos tanár volt.

Tetanár imádta a munkáját és a diákokat – mindkettőt egyformán és egymással szoros összefüggésben. Folyvást azon töprengett és munkálkodott, hogyan tudná diákjaival minél jobban megértetni és megszerettetni a természettudományokat. Töprengése és munkálkodása eredményeként, sok-sok év szorgalmas erőfeszítése révén – amely során többek között pályázat útján nyert pénzt az iskola oktatási infrastruktúrájának bővítésére –, sikerült felépítenie egy mesébe illő természettudományos szertárat. Ez a szertár párját ritkította: csodálatosnál csodálatosabb, izgalmasabbnál izgalmasabb természettudományos kísérleti és demonstrációs eszközök tömkelege sorakozott polcain és szekrényeiben. A szertár nagy, világos, klimatizált helyiségéből még külön vegyszerraktár is nyílt, benne zárható méregszekrénnyel. E szertárhoz még csak hasonló sem létezett a Hetedhét Univerzumban!

Mondanom sem kell, hogy Tetanár, a szertár legfőbb őrzőjeként, kimondhatatlan büszkeséget érzett alkotása iránt. Ha csak tehette, bejárt oda, halkan magára csukva az ajtót, hogy egymagában, titokban elárassza szellemét és lelkét a szertár különös energiája. Gyakran merengett ott, áhítattal szemlélve, ahogy a hatalmas ablakon beáradó napfény fotonjai és elektromágneses hullámai részecske-hullám kettős természetüket fitogtatva bevilágítják a termet. De Tetanár merengésének legfőbb tárgyát egy bizonyos háromszintes polcos állvány képezte, ami a szertár legnapfényesebb falát borította. Ez az állvány volt az ő csodaállványa! Az állvány széles és hosszú polcai tele voltak a legkülönfélébb természettudományos tanulói kísérletek példátlan sokaságával. A középső polc nagyjából köldökmagasságban helyezkedett el, azon sorakoztak a Látványos Kísérletek eszközei és leírásai. A felső polc szemmagasságban húzódott, ezen voltak a Kutatásalapú Kísérletek eszközei.

Mindkét polc kísérleteivel Tetanár a diákok természettudományos vonzódását akarta erősíteni. A középső polc Látványos Kísérleteinek szerepe a tanulók lenyűgözése volt. Tetanár ezt a polcot Első Polcnak, a rajta levő kísérleteket pedig Első Típusú Kísérleteknek hívta. A felső polc Kutatásalapú Kísérletei már magasabb szintet képviseltek: a tudományos módszer alapjainak elsajátítására irányultak. Használatukkal a tanulók beavatást kaphattak a kíváncsiságvezérelt kísérletezésbe, a természettudományos elméletek saját megalkotásának, a hipotézisek saját felállításának, az azok megerősítését vagy cáfolatát tesztelő kísérletek saját tervezésének és elvégzésének, valamint a kísérleti adatokból a saját következtetések levonásának művészetébe. A felső polcot Tetanár Második Polcnak, az azon levő kísérleteket pedig Második Típusú Kísérleteknek hívta.

No, de szót kell ejtenünk a legalsó polcról is, ami közvetlenül a padlót fedte. Azon a polcon nem volt semmi, miután Tetanár kimondottan ódzkodott attól, hogy olyan mélyre kelljen hajolgatnia. Úgy hívta ezt a polcot, a Nulladik Polc, és miután nem voltak rajta kísérletek, nem is adott nevet e nem létező kísérleteknek…

Történetünk eddigi alakulásából úgy tűnhet, Tetanárnak minden oka megvolt rá, hogy roppant elégedett legyen tanítási helyzetével. Igen ám, de a valóságban a dolgok nem egészen működtek úgy, ahogy szerette volna. Szertári merengései során, olykor, amikor a napfény fotonjai és elektromágneses hullámai a Föld légkörének felhőin Rayleigh- és Mie-szóródást szenvedve elgyengülten bucskáztak át az ablakon, ezzel teret adva a termet eluraló homálynak, Tetanár homlokán is mély hullámok jelentek meg. Miért, vajon miért van az, hogy habár diákjai többségében mindig nagy lelkesedést váltanak ki az Első Típusú Kísérletek, ez a lelkesedés csak átmeneti jellegű? És miért, vajon miért van az, hogy diákjainak többsége kényelmetlenül érzi magát a Második Típusú Kísérletek alkalmazásánál? Láthatóan jobban szerették az egyértelmű instrukciók alapján elvégzendő kísérleteket, mint azokat, amik a kreativitásukat tették próbára. Mintha félnének az alkotásra, felfedezésre hívó kihívástól, mintha nem mernék megtapasztalni az alkotás és felfedezés fenséges élményét… Miért, miért!?



ILLUSZTRÁCIÓ: CSÁKÁNY EMMA

* A TETT egyik ötletgazdája



Tetanár rengeteget töprengett ezeken a kérdéseken. Megoldásként igyekezett minél látványosabb Első Típusú Kísérleteket bemutatni diákjainak, és igyekezett számukra minél izgalmasabb Második Típusú Kísérletezést igénylő feladatokat kitalálni. De mindhiába, csak nem ért el érdemi áttörést a probléma kezelésében.

Történt egyszer, hogy éjjel, éppen legintenzívebb REM-fázisának kellős közepén megjelent Tetanár előtt egy leírhatatlan természetű, nem emberből való, de mégis emberi aurát sugárzó Entitás, aki így szólt.

– TUTI vagyok, a tudományos törvényszerűségek istene. Egy másik meséből transzlálódtam hozzád átmeneti jelleggel, mert ismerem a problémádat, és segíteni akarok neked. A tanácsom: használd a Nulladik Polcot!

Azzal TUTI már vissza is transzlálódott eredeti meséjébe…

Másnap reggel Tetanár eddig soha nem tapasztalt élénkséggel emlékezett álmára. „Használd a Nulladik Polcot!" Mit akar ez jelenteni? Gondolataiba mélyedve baktatott be az iskola kapuján. Hirtelen, az egyik ajtón élénk színű új plakátot pillantott meg. „Tedd le az ujjlenyomatodat a világban!" – hirdette a plakát.

– Nocsak, ez érdekes – gondolta Tetanár.

Közelebb ment a plakáthoz, hogy alaposabban elolvassa. „Richter TETT-mesepályázat." „Te és a természettudományok." „Lépj a TETT-ek mezejére!" „Írj természettudományos mesét!" „A TETT-szerűség kritériumai." „Jelenjen meg műved a TETT-könyvben." „www.tettmesepalyzat.hu".

– Hm, ez tényleg érdekes. – gondolta Tetanár ismét. – Talán az sem véletlen, hogy ez a diákoknak szóló pályázati felhívás éppen különös álmom másnapján jelenik meg!

Tetanár már nem baktatott, hanem szaladt a számítógépéhez, hogy mielőbb átolvashassa a részletes pályázati kiírást. Ahogy olvasott, egyre jobban tetszett neki a pályázat alapgondolata. Ráadásul minden atomjában érezte, hogy ennek a pályázatnak köze kell legyen furcsa álmához. De vajon mi lehet az összefüggés?

Még első tanítási órája előtt akadt néhány perce a szokásos szertári merengésre – hátha az segít. Halkan besurrant a szertárba, és leült a csodaállvány elé. Miért a Nulladik Polc? Hogy jön ide a TETT? Teljes intenzitással fókuszált az állványra. Úgy érezte, mintha az ablakon beáradó napfény fotonjai és elektromágneses hullámai agyának felhőjét perzselnék a Rayleigh- és Mie-szóródás jelenségével. És ahogy így koncentrált, ebben a perzselő mentális állapotban hirtelen támadt egy perzselő gondolata a TETT és a Nulladik Polc mágikus egységéről…

Tetanár még éppen beért az osztályterembe becsengetéskor. Az egész osztály meglepetten figyelte tanáruk megbabonázott állapotát.

– Bizonyára mindannyian láttátok a TETT-pályázat felhívását – mondta. – Kitaláltam számotokra ezzel kapcsolatban egy új és különleges kísérletet. A kísérlet nem egyszerű. Hosszú ideig tart és minden nap kell vele foglalkozni, de biztos vagyok benne, hogy életre szóló eredménnyel jár. Kérek hét önként jelentkezőt, akik kellően elszántnak érzik magukat ehhez a kísérlethez!

Az osztály szerette és nagyra becsülte Tetanárt, így a hét kéz szempillantás a magasba repült.

– Rendben van – mondta Tetanár. – Találkozunk holnap nulladik órán a természettudományos szertár előtt. Addigra olvassátok el a TETT szabályait, és hozzatok valamilyen eszközt, amelynek segítségével írni tudtok.

Óra után Tetanár szaladt vissza számítógépéhez, és egy azonnali kiszállítást vállaló online kereskedelmi szolgáltatótól rendelt hét különböző színű ülőpárnát: egy pirosat, egy narancssárgát, egy sárgát, egy zöldet, egy kéket, egy indigót, egy ibolyát – a szivárvány színeit.

Másnap a hét diák nulladik órában izgatottan ácsorgott a természettudományos szertár előtt. Jött is Tetanár, még náluk is izgatottabban, karján a hét ülőpárnával.

Amikor mindannyian bevonultak a szertárba, Tetanár így szólt:

– Figyeljetek jól, elmagyarázom az új kísérlet lényegét. Ez a kísérlet alapjaiban különbözik az Első és Második Típusú Kísérletektől. Olyannyira különbözik, hogy nem is az Első vagy a Második Polcra, hanem a legmélyebben fekvő polcra, a Nulladik Polcra tartozik. Mint tudjátok, ez a polc mindeddig üres volt.

Ekkor Tetanár némi drámainak szánt gesztus kíséretében, szépen, akkurátusan, a szivárvány színeinek természetes sorrendjében elhelyezte egymás mellé az ülőpárnákat a Nulladik Polcra. Ezután így magyarázott:

– Ennek a kísérletnek a tárgya és egyben eszköze ti magatok lesztek! A kísérlet neve: a Nulladik Kísérlet. A hipotézis, amit a kísérlet tesztelni hivatott, a Nulladik Hipotézis. A nulla igen fontos szám és egyben fogalom: ő az origó, a kezdet, a forrás, a kiindulópont. A Nulladik Hipotézis szerint az Első és Második Típusú Kísérletek mély hatásának eléréséhez először nekünk is mélyre kell hajolni: az origóhoz. Ez azt jelenti, először nektek magatoknak kell önmagatokban megtalálni az alkalmasságotokba vetett hitet, fel kell fedezni és meg kell erősíteni magatokban az intenzív kíváncsiság mentalitását, a felfedezés és alkotás képességét és örömét, a független gondolkodóvá válás szándékát és útját, meg kell találnotok saját személyiségetek egyedi erejét. A Nulladik Hipotézis azt mondja, mindannyiotokban ott van ez az erő, csak meg kell találni a módját, hogyan lehet felszínre hozni. Ehhez ad módszert a Nulladik Kísérlet a kreatív történetírás mágikus személyiségfejlesztő potenciáljára építve. A feladatotok a következő. Válasszatok magatoknak egy-egy párnát, és kucorodjatok le rá. Így ti magatok fogjátok kísérleti eszközként benépesíteni a Nulladik Polcot. A nulladik órát azzal töltitek majd el, hogy a TETT-pályázat szabályainak megfelelően mindannyian különkülön dolgoztok egy-egy saját történet megírásán. Az írást akkor is erőltetnetek kell, ha úgy érzitek, pillanatnyilag nincs ötletetek. Mindvégig alkalmazzatok introspektív, osztatlan fókuszált figyelmet. Okostelefont csakis a tudományos tartalmak pontosítására használhattok, ChatGPT alkalmazása pedig szigorúan kizárva! A nulladik órán kívül, amikor nem írtok aktívan, hagyjátok, hogy a történet magától érlelődjön tudatalatti és tudatos tudatotokban. Mostantól kezdve három héten át minden reggel itt találkozunk és rendületlenül folytatjátok az írást. A harmadik hét végére el kell készülnötök történeteikkel. Ha úgy érzitek, már előbb készen vagytok, akkor is ki kell töltenetek a maradék időt a narratíva csiszolgatásával.

Történetünk eme pontjáról ugorjunk most nagyot előre időben. Hogy pontosan milyen nagyot, az nem igazán számít. Gondolhatunk hónapokra, évekre. A lényeg, hogy ez az idő elég hosszú legyen a Nulladik Kísérlet eredményének statisztikailag szignifikáns értékelhetőségéhez. Történetüknek ezen az új pontján Tetanár éppen szokásos magányos merengését tölti a szertárban, színes párnáit szemlélve csodaállványának Nulladik Polcán. Arcán elégedett (de nem önelégült!) mosoly uralkodik. Csodásnál csodásabb, eredetibbnél eredetibb, TETT-szerűbbnél TETT-szerűbb természettudományos történetek sokasága született már meg ezeken a párnákon! Történetírás közben diákjai sokasága tapasztalta meg a Nulladik Hipotézis igazságát: felszínre hozták magukban az alkotás, a felfedezés, az önmagukban hinni tudás

képességét és örömét. Megismerték önmaguk egyedi és komplex személyiségét, ráébredtek, hogy éppen különböző személyiségeik vezetnek olyan mesékhez, amiket csakis egyedül ők képesek megalkotni. Megtanulták, hogy ez az egyedi alkotóképesség mindannyiuk számára megszerezhető, de csakis hosszan tartó, elmélyült figyelem és erőfeszítés árán, miközben alkotásuk formálása önmagukat is formálja. Írás közben mindannyian átestek kudarcokon, tanácstalanságokon, írói blokkokon, miközben ráébredtek, hogy sosem szabad feladni, hiszen ezek a nehézségek szerves részei az alkotói folyamatnak. A Nulladik Kísérletet sikerrel elvégző diákok pedig immáron befogadó, izgatott magabiztossággal, kíváncsisággal és felfedező attitűddel viszonyultak az Első és Második Polc Kísérleteihez is. Az Első Típusú Kísérletek már nemcsak fellelkesítették, de maradandóan el is kötelezték őket. A Második Típusú Kísérletek pedig tovább energizálták kutató tudásszomjukat. Tetanár szemében ott ragyogott a felismerés: akármilyen büszke az Első és Második Polc Kísérleteire, csodaállványának legfontosabb polca – amit korábban szinte észre sem vett –, a Nulladik Polc, rajta a Nulladik Kísérlet örökös ígéretét hordozó színes párnákkal!

Így történt, hogy a Nulladik Kísérlet fényesen bizonyította a Nulladik Hipotézis igazságát. Tetanár, ahogy most csodaállványának Nulladik Polcát szemléli, úgy látja, mintha e bizonyíték fénye fotonok és elektromágneses hullámok bűvös keveréként magából a hét színes ülőpárna szivárványspektrumából sugározna, bevilágítva a helyiséget, kiáradva az ablakon át a világba…

– Köszönöm, TUTI! – suttogja csendesen, végtelen alázattal a lelkében.

(Majdnem) itt a vége, (még ne) fuss el véle!

Kedves Olvasó! Bátran képzeld el magadnak e képzeletbeli iskola képzeletbeli csodaállványát, és ebbéli képzeletedben kucordj le a Nulladik Polc valamelyik párnájára. Talán arra, amelynek színe a hangulatod színéhez legjobban illik. Amikor már kényelmesen kucorogsz, tedd fel magadnak a kérdést: alkalmas vagyok alkotóvá válni? Majd folytasd így: ahhoz, hogy ezt megtudjam, el kell végeznem a Nulladik Kísérletet, amelynek én vagyok a tárgya és eszköze. Aztán egyszerűen csak kezdd el írni a TETT-történetedet – de ne csak képzeletben, hanem a valóságban. Talán még nem is tudod, mivé fog fejlődni ez a történet, de azt már most biztosan tudhatod, hogy amivé fejlődik, azzá te fogod fejleszteni, miközben a történeted éppen úgy fog fejleszteni téged. Válj hát te magad a saját Tetanároddá!

Itt a (valódi) vége, (most már tényleg) fuss el véle…



Farkas-Lévai Péter

Buli Lombikfalván

Egyszer volt, hol nem volt, a végtelenségen is túl, volt egyszer egy kis falu, Lombikfalva. A település onnan kapta a nevét, hogy minden kis ház üvegből készült, és az összes úgy nézett ki, mint egy lombik. A lombikok formájukban és színükben különböztek egymástól. Volt ott gömb alakú, kissé háromszög formájú, kék, sárga, sőt rózsaszín lak is.

Egy épület kitűnt a többi közül. Már messziről is lehetett látni: szép smaragdzöld színű kupolája a falu közepén magasodott a többi építmény fölé. Nagy Kémcsőtoronynak hívták a falu lakói. Ebben a toronyban élt egy nagy hatalmú varázsló, akit Oxigénnek hívtak. Az öreg mágusnak majdnem földig érő fehér szakálla és magasra nyúló, hosszú csúcsos kalapja volt. Ő volt a falu legöregebb és legbölcsebb lakója, aki szinte láthatatlan volt, mégis a legfontosabb szerepet töltötte be a falu életében. Nem sokszor mozdult ki kedvenc kémcsőtornyából. Szívesebben olvasgatott otthon, poros könyveit lapozgatva, hiszen minden tudományhoz értett.

Egy szép napon a falu polgármestere, Szén-Dioxid úr eltervezte, hogy megrendezi az első vegyszerünnepséget. A falunapot úgy képzelte, hogy minden vegyszer elhagyja a lombikját, és boldogan táncolnak, barátkoznak egymással. Az ünnepségnek gyorsan híre ment a faluban, és nemsokára Oxigén varázsló fülébe is eljutott. A bölcs varázsló nem tartotta jó ötletnek a rendezvényt, hiszen tudta, hogy ha a vegyszerek keverednek egymással, annak bizony nagyon rossz vége is lehet. Egyes lakók hevesen reagálhatnak egymás közelségére, ami akár a falu pusztulását is okozhatja. Ezért úgy döntött, hogy elmegy a polgármesterhez, és meggyőzi arról, hogy ne rendezze meg az ünnepséget.

Másnap Oxigén varázsló felkerekedett, és elindult Szén-Dioxid úrhoz. A polgármester egy szép fehérrel kivilágított, kobaltkék Erlenmeyer-lombikra hasonlító házban lakott. A varázsló bekopogtatott az épület üvegajtaján. Az ajtó kisvártatva kinyílt, és Szén-Dioxid úr állt a küszöbön. Küllemében kicsit hasonlított a varázslóra, de mégis más volt. Lábai úgy néztek ki, mint a fordított C betű, törzse olyan volt, mint az O betű, és feje a kettes számra hasonlított. Miután Oxigén varázsló alaposan megszemlélte Szén-Dioxid urat, illedelmesen köszöntötte, aki viszonozta az üdvözlést.

– Miben segíthetek? – kérdezte kissé lenézően a polgármester.

– Polgármester úr… A falu érdekében kérem, hogy ne rendezze meg az ünnepséget! – esdekelt a varázsló. Majd elkezdte sorolni az érveit: Ha a vegyszerek keverednek, annak sajnos beláthatatlan következményei lehetnek a falura nézve. Akár meg is semmisülhet Lombikfalva!



– Kedves Oxigén, megértem, és köszönöm az aggodalmát, de azt gondolom, felesleges a riadalom. Nem fogom lefújni az ünnepséget ön miatt – mondta mérgesen Szén-Dioxid úr. – A meghívókat már kiküldtük, és Lombikfalva népe izgatottan készülődik.

Szén-Dioxid úr igen nehéz természetű volt, és ragaszkodott az elképzeléseihez. A Periódusos Rendszer terén eközben elkezdődött a készülődés az ünnepségre. A közepén hatalmas máglyát raktak, amivel kivilágították a teret. Lassan mindenki megérkezett, kivéve a Nemesgáz családot, akik végül úgy döntöttek, hogy ők bizony nem keverednek a pórnéppel.

A falu tagjai jókat beszélgettek, ettek-ittak majd a tűz körül táncoltak.

– Dobjuk föl a bulit! – szólalt meg Magnézium Márton.

– Én benne vagyok! – válaszolt Vasreszelék Vilmos.

Ezzel az elhatározással belesimítottak a tűz lángnyelveibe, mire a falu népe tapsolásba és éljenzésbe kezdett. A tűz ugyanis néhol vakító fehérré változott, máshol pedig apró szikrák jelentek meg benne, mint a csillagszóróban. Ezen felbuzdulva jött Kalcium Károly, aki csatlakozott a tűzsimogatáshoz. Gyönyörű jelenséget láthattak az ujjongók: ő téglavörösre festette a lángokat.

Egyedül Oxigén úr aggódott a Kémcsőtoronyból kitekintve:

– Elkezdődött, hát nincs mit tenni! – sóhajtott.

Az ünnepségen egyre felszabadultabban táncoltak a lakók a tűz körül. A gyönyörű, szőke Hidrogén Helgát mindenki meg akarta táncoltatni, sorban kérték föl az ifjak. Az egyik pörgetés közben elvesztette egyensúlyát, és a tűzbe ért a lobogó haja.

Ebben a pillanatban hatalmas robbanás rázta meg Lombikfalvát, Helga haja pedig kékes lánggal égett. A falu lakói pánikban törtek ki, rohanni kezdtek, újabb baleseteket okozva, ami miatt Sósav Sándor teljesen kiborult, idegesen és sisteregve hömpölygött az utcán. A többiek menekültek maró természete elől. Magnézium Márton, Vasreszelék Vilmos és Kalcium Károly már nemcsak a robbanás miatt szaladtak, hanem Sósav Sándor elől is menekülniük kellett.

Szén-Dioxid úr szégyenében a háza menedékét választotta, és gyorsan magára zárta az ajtót.

Csak az öreg Oxigén varázsló tudta, mit kell tenni, ehhez azonban szüksége volt a polgármester segítségére. Így hát gyorsan felkerekedett, és dörömbölni kezdett ajtaján:

– Szén-Dioxid úr, nyissa ki az ajtót! – kiáltotta.

– Nem lehet, nagyon szégyellem magam, mindenben igaza volt – felelte kétségbeesve. – Katasztrófa történt! Hidrogén Helga haja még mindig ég, Alkohol András próbálta oltani, de csak jobban belobbantotta a partit. Sósav Sándor kiborult, mindenki menekül. A falunak vége! Ó, mit tettem, én meggondolatlan!

– Próbáljon megnyugodni! Az igazság az, hogy a katasztrófának csak Ön tud véget vetni. Legyen bátor, mentse meg a lakókat! Ha belesimít Helga hajába, és a tűzbe fúj, akkor az kialszik. Higgyen nekem! Ön lehet Lombikfalva megmentője!

– De akkor miért nem teszi ezt Ön? Megérdemelné, hiszen figyelmeztetett a veszélyre… – csuklott el Szén-Dioxid úr hangja.

– Azért, mert sajnos én csak jobban belobbantanám a tüzet. Erre csak Ön képes, én addig megyek, és próbálom Sósav Sándort megnyugtatni. Már kiskorában is ilyen ingerlékeny volt…

Azzal elindultak karöltve megmenteni a falut. Szén-Dioxid úr gyorsan eloltotta a tüzet, Oxigén varázsló pedig bemutatta Sósav Sándornak Nátrium-hidroxid Nórit. Nóri jó hatással volt Sándorra, semlegesítette maró természetét.

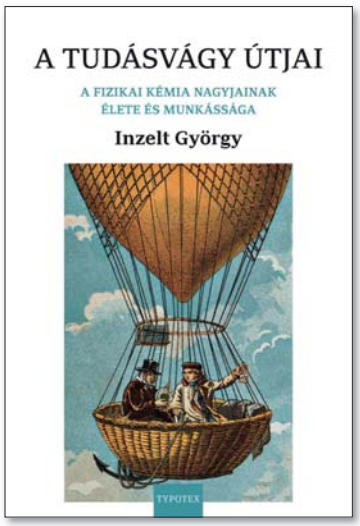
Lombikfalva végül megmenekült, és a polgármester úr belátta, hogy rossz ötlet volt az ünnepség. A varázslóval együtt meg tudták menteni a falut, és hősként tekintettek rájuk. Szén-dioxid úr pedig ezentúl csak Oxigén varázslóval együtt rendezett ünnepséget. Részletesen megtervezték az ülésrendet és a táncrendet is, hiszen nem minden vegyszer keveredhet egymással.

Ezután minden lombikfalvai fiatal megtanulta: A jó buli alapja az alapos tervezés és a kémiatudás!

KÖNYVISMERTETÉS

Fizikai kémia Pierre Bouguer-től Teller Edéig

(Inzelt György: A tudásvágy útjai, Typotex, 2026)



A tudománytörténeti könyvek eszményképe számomra Simonyi Károly *A fizika kultúrtörténete* című, több nyelven is kiadott, monumentális műve. Ebből igazából nem is fizikatörténetet lehet tanulni, hanem fizikát.

Valami hasonlót szoktam érezni akkor, amikor Inzelt György könyvei vagy folyóiratcikkei kerülnek a kezembe. Szerencsésen sok van belőlük, a moly.hu internetes adatbázisa szerint a *Kalandozások a kémia múltjában és jelenében* (2003), a *Vegykonyhájában szintén megteszi* (2006), a *Mély kútforrása a bölcsességnek* (2012) és a *Természettudomány háborúban és békeidőben* (2020) című kötetek mind-mind ebbe a gondolatkörbe tartoznak. A 2026-as évben ezekhez csatlakozott *A tudásvágy útjai* címmel egy 25 történeti írást egybegyűjtő, gazdag irodalomjegyzéket is tartalmazó könyv.

Ezek az írások a *Magyar Kémikusok Lapja* olvasói számára sem feltétlenül ismeretlenek, hiszen könyvbe szerkesztésük előtt kettő kivételével lapunk hasábjain jelentek meg 2021 és 2025 között a *Kiről nevezték el?* sorozat darabjaiként. Ezért a tartalmukról többet nem is szeretnék írni – a könyv mellett akár a saját archívumunkat is ajánlhatom azoknak, akik esetleg fel szeretnék eleveníteni őket.

Egy gondolatot azért még hozzáfűznék a kötethez. Inzelt György történeti írásaiból a tudósokról elnevezett törvények mellett még valami fontosat lehet tanulni, aminek a tudománytörténeten túlmutató jelentősége van: ez maga a tudományos módszer. Amedeo Avogadro történetét elolvasva például nagyon is logikussá válik, miért telt el fél évszázad, mire a ma róla elnevezett törvényt széles körben elfogadták.

Inzelt György 2026-ban is írt cikkeket a *Magyar Kémikusok Lapjá*ba. Nagyon remélem, hogy ez a könyvsorozat folytatásához is elvezet majd.

Lente Gábor

Földön kívüli élet Londonban

A 2025-ös Faraday-előadásról

A Royal Institution karácsonyi előadásai a tudományos ismereteket izgalmas módon, látványos bemutatókkal és interaktív elemekkel teszik hozzáférhetővé mindenki számára, és évtizedek óta a tudományos ismeretterjesztés egyik legfontosabb eseményének számítanak. A 2025-es előadás-sorozat egy különleges évfordulóhoz is kapcsolódhatott volna, mert az első karácsonyi bemutatókat éppen 200 évvel korábban tartotta John Millington (1779–1868) mérnök-jogász a természettudományokról. A videófelvételeken, amelyek szokás szerint megtekinthetők a Royal Institution hivatalos weboldalán (https://www.rigb.org/watch-2025-christmas-lectures-0), azonban kevés nyoma volt a bicentenáriumnak.

Az előadó Margaret (Maggie) Ebunoluwa Aderin űrkutató volt, aki jelenleg Leicester egyetemének kancellárja, a University College London Fizikai és Csillagászati Tanszékének tiszteletbeli munkatársa, illetve a BBC *The Sky at Night with Chris Lintott* című, népszerű csillagászati tévéműsorának egyik házigazdája. A 2025-ös karácsonyi előadás-sorozat címe *Van-e élet a Földön kívül?* volt,



helyszíne a Royal Institution megszokott, amfiteátrumszerű stúdiója. Az aprópót pedig maga a tudomány adta: 2025-ben észlelték a Naprendszeren kívüli biológiai folyamatok legígéretesebb jelét a K2-18b jelzésű exobolygón.

Az első előadás a földön kívüli élet keresését legközelebbi szomszédunk, a Hold felfedezésével kezdte. Ez a rész fajunk űrbeli történetét járta körül az Európai Űrügynökség (ESA) legújabb brit űrhajóscsapatának – Rosemary Coogannak, John McFallnak és Meganne Cristiannak – a társaságában. A korai Apollo-küldetésektől egészen a 2027-re tervezett Artemis-holdraszállásig az űrhajósok a közönség soraiból érkező gyerekekkel közösen mutattak be olyan kísérleteket, amelyek az emberi űrrepülés kihívásait, valamint a Holdon és azon túl létesítendő kolóniák megvalósíthatóságát szemléltették. A Holdról nézve alkalom nyílt arra is, hogy saját bolygónkra visszatekintve alapvető kérdéseket tegyenek fel az élettel kapcsolatban.

A második rész végigkísérte, hogyan változott az emberiség Naprendszerről alkotott képe az ókori görögök bolyongó csillagokkal kapcsolatos megfigyeléseitől egészen a modern űrküldetések legújabb felfedezéséig. Az előadó a Napnál kezdve mutatta be, hogyan teszi lehetővé a központi csillag energiája és anyaga az életet, és miért nem túlzás a néhai Carl Sagannak az az állítása, hogy mindannyian csillagporból vagyunk. Ezt követően a résztvevők a Merkúr és a Vénusz felé vették az irányt. Mérlegelték az élet létezésének lehetőségeit a Vénusz sűrű légkörében, majd a sokkal alaposabban ismert Marsra indított közelmúltbeli küldetések megfigyeléseit elemezték, amelyek arra utalnak, hogy a bolygón egykor bőségesen volt víz, és a mikrobiális élet számára is megfelelő körülmények uralkodtak. A közönség megismerkedhetett a brit gyártmányú Rosalind Franklin marsjáróval is, amely a tervek szerint 2028-ban indul útnak a vörös bolygó felé.

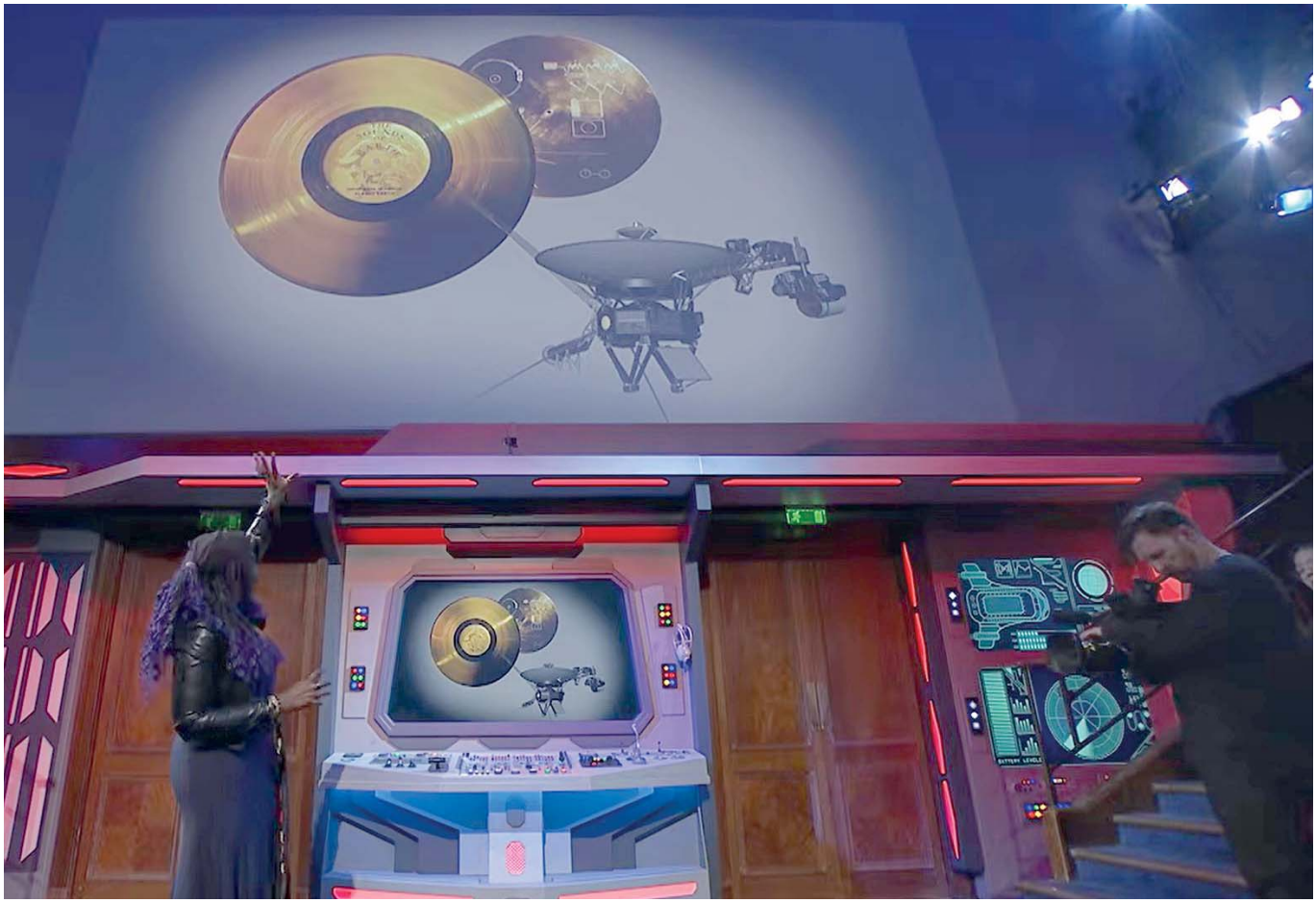
Az utazás a Jupiter és a Szaturnusz felé folytatódott, ahol leginkább a holdakra érdemes odafigyelni. Vajon az Európa rejtett óceánja vagy a Titán metántavai biztosíthatják az élet feltételeit? A kérdések egy részére választ remélhetünk a 2024 októberében útjára indított Europa Clipper küldetéstől. A naprendszerbeli utazás itt még nem ért véget: az Uránuszon, a Neptunuszon és a Plútón túlra utazva az előadás utolérte a Voyager szondákat, amelyek immár közel ötven éve tartanak a csillagközi tér felé.

A harmadik alkalom a hallgatóságot Naprendszerünkön túlra kalauzolta, mélyen a Tejútrendszerbe, sőt még távolabbra, az univerzumba, ahol minden eddiginél nagyobb az esély arra, hogy valahol életre bukkanjunk. 2021 karácsonyán útjára indították minden idők legnagyobb Földön kívüli teleszkópját, a James Webb Űrtávcsövet (JWST). Margaret Ebunoluwa Aderin maga is kivette a részét a munkából: segített megépíteni a fedélzeten található egyik kulcsfontosságú műszert. A JWST azóta lenyűgöző felvételeket küld vissza, és a Földön kívüli élet utáni kutatás egyik legfontosabb eszközévé vált. Az előadásban Tim Peake brit űrhajós segítségével felidézték Frank Drake nevezetes, 1961-ben javasolt egyenletét, amelyet arra dolgoztak ki, hogy megbecsüljék a galaxisunkban létező, észlelhető civilizációk számát. Hogyan módosulnak az egyenletbe eredetileg behelyettesített értékek annak fényében, hogy immár tudjuk: az exobolygók rendkívül gyakoriak, galaxisunkban pedig sokkal több csillag található, mint korábban hittük? Azt is megtudhattuk, hogy a galaxisok számát a közelmúltig mintegy 100 milliárdra becsülték, a Hubble űrtávcső megfigyelései azonban ennek legalább a hússzorosáról tanúskodtak.

Találunk-e valaha megdönthetetlen bizonyítékot a földön kívüli élet létezésére? Vagy akár személyesen is találkozhatunk idegenekkel? Ha sikerülne felfedeznünk egy idegen civilizációt, milyennek képzelnénk el, és mit üzennénk neki? Ezekre a kérdésekre természetesen az előadás sem adott választ, de azt remekül bemutatta, mennyire izgalmas gondolkodni rajtuk.

A nagy hagyományú előadás-sorozat a kétszázadik évfordulón természetesen nem ért véget. A 2026-os karácsonyi előadás-sorozatot kivételesen elismert tudománykommunikációs szakember tartja majd: Jim Al-Khalili, aki az időről alkotott elméleti fizikai elképzeléseket mutatja be.

Lente Gábor







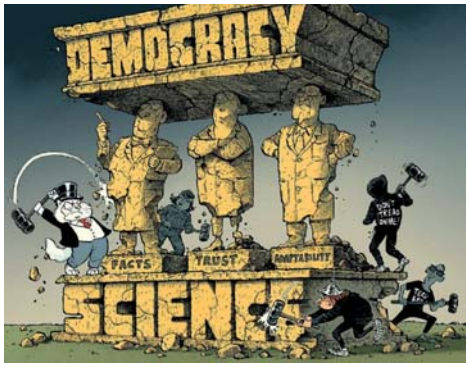





esa
AIRBUS

TÚL A KÉMIÁN

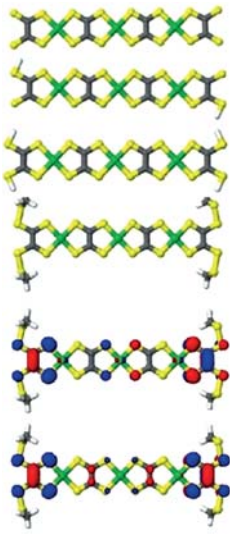
A tudomány mint a demokrácia alapja



A *Nature* folyóirat egyik írása a tudomány és a demokratikus kormányzás egymásra utaltságát elemzi. A cikk szerzői szerint a tudomány három fő pilléren keresztül erősíti a társadalmat: közös tényalapokat biztosít, növeli az intézményekbe vetett bizalmat és eszközöket ad a rugalmas szakpolitikai alkalmazkodáshoz. A modern digitális eszközök és a mesterséges intelligencia terjedése ugyan új lehetőségeket kínál a közérdekű kérdések széles körű megvitatására, ám egyúttal felerősíti a félretájékoztatás kockázatát, illetve teret ad a szélsőséges vélemények és összeesküvés-elméletek terjedésének is. Ezek szűk csoportok érdekeinek megfelelően, gyakran ijesztően hatékonyan használják ki a polgárok gazdasági és társadalmi bizonytalanságból fakadó, nem egyszer indokolt aggodalmait. Emiatt a demokratikus ellenálló képesség növeléséhez már nem elegendő a puszta tényellenőrzés, hanem átlátható adatforrásokra, független médiára és biztonságos információs infrastruktúrákra van szükség.

Nature 659, 36. (2026)

Fém–organikus vázszerkezetek a természetből



Szűk egy évvel a fém–organikus vázszerkezetek (MOF) előállítását elismerő Nobel-díj után a természetben is találtak ilyen típusú vegyületet. A *Candidatus Electrothrix gigas*, tengerfenéken élő baktériumfaj a kémikusok által használthoz nagyon hasonló építőegységekből készít ilyen anyagot, de ennek szerkezete jelentősen különbözik az eddig ismert mesterséges példákétól: egymásba fonódó nanoszalagok keletkeznek, amelyekben a delokalizált szerkezet nagy távolságú elektronszállítást is lehetővé tesz. A spektroszkópiai eredmények arra utalnak, hogy ugyanilyen MOF-szerkezetek akár 90 rokon baktériumfajban is keletkezhetnek. *Nat. Commun. 17*, 8814. (2026)

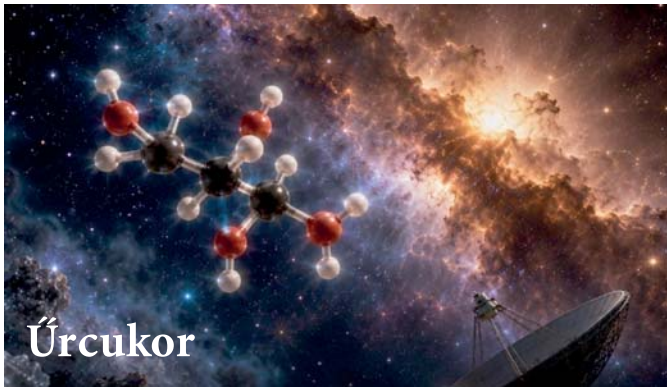
Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: lenteg1206@gmail.com. A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő internet-oldalon: http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index_magyar.html



CENTENÁRIUM

Enrico Fermi: Quantum Mechanics and the Magnetic Moment of Atoms
Nature Vol. 118, p. 876.
(1926. december 18.)

Enrico Fermi (1901–1954) olasz–amerikai fizikus volt. 1938-ban fizikai Nobel-díjat kapott az újabb radioaktív elemek neutronbesugárzással történő létrehozásáért és a lassú neutronok által keltett atommagreakciók felfedezéséért. A díjátadó után nem tért vissza Stockholmból Olaszországba, hanem az Amerikai Egyesült Államokba emigrált. Szilárd Leóval együtt az első atomreaktor megépítését irányította, ezt „neutronic reactor” néven szabadalmaztatták is.



Rádiótávcsövek segítségével négy szénatomos cukormolekulát azonosítottak az űrben. Az ertitrulóz ($C_4H_8O_4$) jeleit a Tejútrendszer középpontjának irányában, a Földtől mintegy 26 000 fényévre lévő, molekulákban gazdag csillagközi térben detektálták. Kvantummechanikai és kozmokémiai modellek szerint ez az anyag glikolaldehid ($C_2H_4O_2$) és etilén-glikol ($C_2H_6O_2$) reakciójában keletkezhet kozmikus porszemcséken. A molekula vizes közegben könnyen izomerizálódik eritrózzá és treózzá, illetve a nukleinsavakban megtalálható ribóz keletkezésének ismert köztiterméke.

Nat. Astron. 10, 1353. (2026)

APRÓSÁG

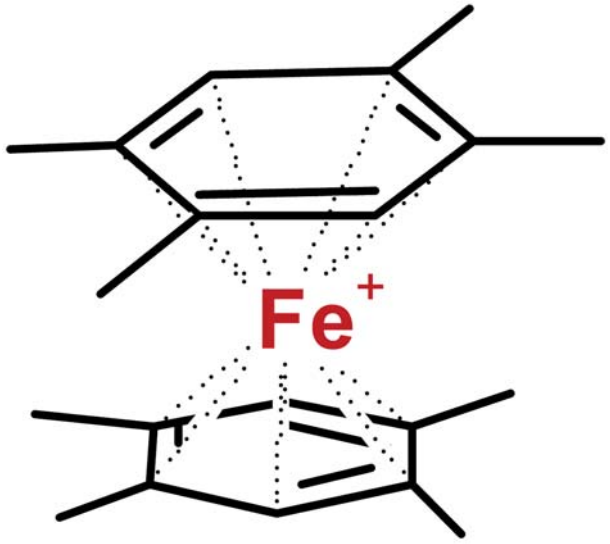


2025-ben a világ vegyipari cégei közül a BASF bevétele volt a legnagyobb: 67,4 milliárd dollár.

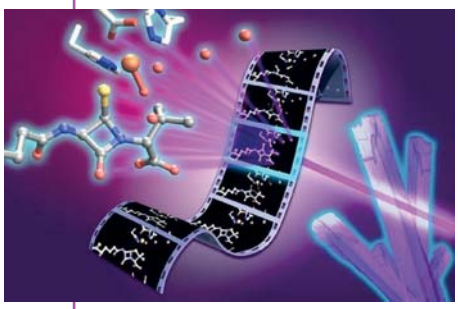
A HÓNAP MOLEKULÁJA

Az ábrán látható, vas(I)iont tartalmazó szendvicskomplex ($C_{20}H_{28}Fe^+$) tetrafenil-borán típusú, $B(C_6H_3(CF_3)_2)^-$ képletű anionnal alkotott vegyülete levegőn stabilnak bizonyult. Szerkezetét röntgendiffrakcióval is meghatározták. A részecske katalitikus aktivitását hasonlónak találták a jóval drágább nikkel- és palládiumtartalmú komplexekéhez.

J. Am. Chem. Soc. 148, 16255. (2026)



Röntgenmozi a penicillinről



A penicillinszármazékok a bakteriális rezisztencia vészes terjedése ellenére a mai napig az ipari antibiotikum-gyártás felét adják. Az előállítás gazdaságos módja biotechnológiai, a kémiai szintézis még mindig bonyolult és kevéssé hatékony folyamatsor. A módosítás reményében vizsgálták meg a természetes reakcióút köztitermékeit ultragyors röntgenimpulzusok segítségével. A kulcslépést az izopenicillin N-szintáz (IPNS) enzim végzi, amely egy lineáris tripeptid átrendezésével kialakítja a négytagú ß-laktámból és az öttagú tiazolidinből álló kondenzált gyűrűrendszert. Az eredmények szerint az enzimben lévő vas molekuláris oxigént köt meg, s az így létrejövő vas(III)-szuperoxo részecske a tripeptid ciszteinjéből hidrogénatomot távolít el. A keletkező tioaldehid típusú köztitermék viszont nem koordinálódik a fématomhoz. Ezt a molekuláris eseménysort a korábbi kvantumkémiai számítások nem látták előre. A megfigyelések szerint a folyamat során a környezetben lévő vízmolekulák is jelentős szerepet játszanak.

Nat. Catal. 9, 1141. (2026)

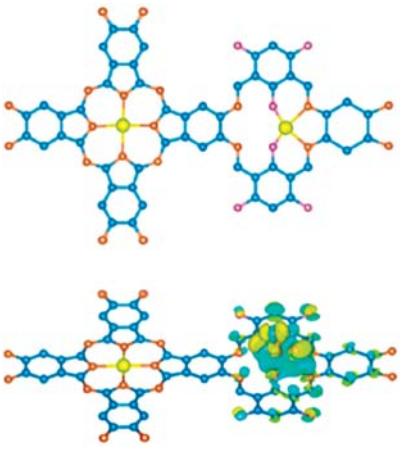
Polippigment baktériumsegítséggel



A polipok színváltó képességét nagyrészt a xantommatin nevű pigment okozza. Genetikai módosításokkal sikerült olyan baktériumokat előállítani, amelyek a kémiai szintézisúthoz képest ezerszer hatékonyabban készítik ezt a festékanyagot. A vegyület a legtöbb mikroorganizmusra mérgező hatású, ezért a feladat első lépéseként meg kellett találni azt a fajt, amely ellenáll neki: ilyennek bizonyult a *Pseudomonas putida* talajbaktérium. Szerencsés egybeesésként ez már eleve tartalmazta a triptofánt kinureninné alakító enzimek genetikai kódját is. A legérdekesebb trükk az volt, hogy a xantommatin bioszintézisének melléktermékeként keletkező, a mikroorganizmus életfolyamataihoz egyébként is szükséges hangyasav előállításához vezető más utakat sikerült blokkolni, így ezzel ösztökélték a pigment keletkezését.

Nat. Biotech. 44, 1525. (2026)

Nitrátredukció ftalocianinvázon



Noha a Haber–Bosch-ammóniaszintézis kiindulási anyagai a hidrogén és a nitrogén, vagyis nincs bennük szén, az évi 250 millió tonnás lépték közbenső folyamatai és energiaigénye miatt a társadalmi szén-dioxid-kibocsátás közel 2%-át okozza ez a technológia. Az ammóniából készülő műtrágya emellett környezeti nitrátterhelést is okoz. Mindkét problémát enyhítené, ha a nitrátion elektrokémiai redukciójával sikerülne az ipari termelés egy részét kiváltani. A folyamat régebbről ismert katalizátorai a réz-ftalocianinokat tartalmazó kovalens szerves vázszerkezetek (COF). A közelmúltban ezekbe az anyagokba építettek be hidroxilcsoportokat, így jelentősen megnövelték a hatékonyságot. Elméleti számolások szerint a pozitív hatás kulcsa a vízmolekulák erősebb kötődése a vázszerkezethez.

Proc. Natl. Acad. Sci. USA 123, e2615084123. (2026)



Érintésmentes papiruszkitekerés

Az ókori Rómából egyetlen teljes könyvtár maradt fenn napjainkig, de eddig az ebben összegyűjtött műveket senki sem tudta elolvasni, mert a Herculaneum városában talált papirusztekercsek a Vezúv kitörésében elszenesedtek. Ha megkísérelnék kitekerni őket, akkor maguktól elporladnának. Számítógépes tomográfiával azonban a maradványok jelenlegi állapotát is lehet vizsgálni. A papiruszon használt tinta ólomtartalmú, tehát a röntgensugárzás kivételesen érzékeny rá. A fő probléma innentől számítógépes megoldást kívánt: a háromdimenziós képalkotásban kapott jelet kétdimenziós írássá kellett kitekerni. Ezt sikerült megoldani – egyelőre egy olyan mintapéldányon, amelyet nem az értékes leletből emeltek ki, hanem tesztcélokra hoztak létre, a lehető legjobban követve a római dokumentumkészítési szokásokat.

PLoS ONE 21, e0353485. (2026)

Válogatás

Az MTA Kémiai Tudományok Osztálya által kiválasztott publikációk közül az elsőben a szerzők lézeres spektroszkópia és fejlett (gépi tanulási) algoritmusok alkalmazásával a klórtartalmú növényvédő szerekre gyors, terepen is használható detektálási módszert fejlesztettek ki. A második kiemelt közlemény szerzői szerint a kísérleti eredmények kapcsolatot teremtenek a Turing-mintázatok és a fillotaxis között, megmutatva hogyan alakítja a front geometriája a kémiai mintázatokat.

Felinger Attila
az MTA Kémiai Tudományok Osztályának elnöke

Klórtartalmú növényvédőszer-maradványok kimutatása és azonosítása paradicsomon lézerindukált letörési spektroszkópiás adatok gépi tanulással történő kiértékelésével

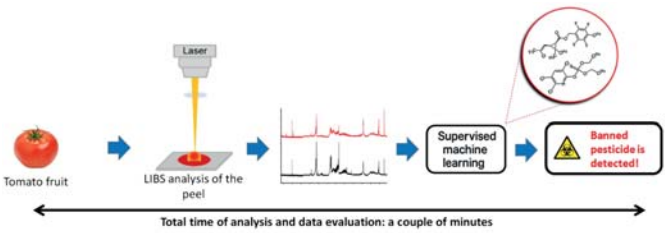
Food Chemistry, 2026

https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814626036X?via%3Dihub

Fernando A. Casian-Plaza[1], Bálint Bodó[1], Dávid Palásti[1], Laura Lakatos[2], Zsuzsanna Kolbert[3], Gábor Galbács[1]

[1] Department of Molecular and Analytical Chemistry, University of Szeged, Hungary
[2] Department of Applied and Environmental Chemistry, University of Szeged, Hungary
[3] Department of Plant Biology, University of Szeged, Hungary

A szerzők azt vizsgálták, hogy a lézerindukált plazmaspektroszkópia és gépi tanulási algoritmusok alkalmazásával lehetségese a klórtartalmú növényvédő szerekre gyors, terepen is használható detektálási módszert kifejleszteni. Öt növényvédő szerrel folytatták a kísérleteket, amelyek közül kettőnek az alkalmazása az EU-ban már tilos. A vizsgálatot a peszticidek permetezési koncentrációtartományában végezték és két gépi tanulási eljárást is kipróbáltak. Módszerük pontossága eléri a 90%-ot.



Görbült reakció–diffúzió frontok által létrehozott kváziszimmetrikus fillotaxis kémiai Turing-rendszerben

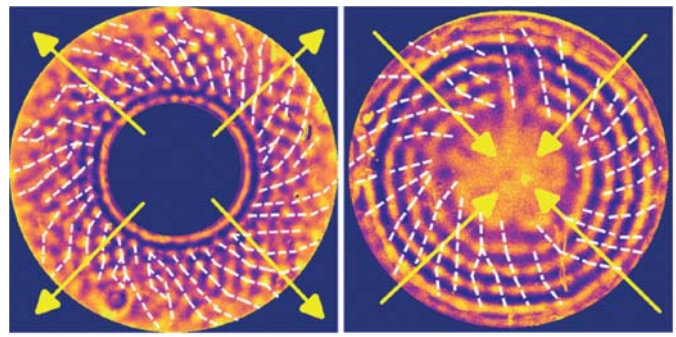
The Journal of Physical Chemistry Letters, 2026

https://pubs.acs.org/jpclcd/article-abstract/17/39/11279/5430848/Curved-Reaction-Diffusion-Fronts-Generate-Quasi?redirectedFrom=fulltext

Panna Farkas[1], István Szalai[2]

[1] Hevesy György PhD School of Chemistry, Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary
[2] Institute of Chemistry, Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary

A klórdioxid–jód–malonsav reakcióban kialakuló kémiai frontok Turing-mintázatot hoznak létre: síkhullámú front mögött pontsorok, görbült, sugárirányban terjedő front mögött pedig a növényi fillotaktikus elrendeződésre emlékeztető, két ellentétes irányú spirálcsalád alakult ki. A kifelé és befelé terjedő frontok eltérő mintázatokat hoztak létre. A kísérleti eredmények kapcsolatot teremtenek a Turing-mintázatok és a fillotaxis között, és megmutatják, hogyan alakítja a front geometriája a kémiai mintázatokat.



A HÓNAP HÍREI

Országos Ipari Örökségvédelmi Konferencia Várpalotán

Október 21-én negyedik alkalommal rendezte meg a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum (MMKM) az Országos Ipari Örökségvédelmi Konferenciát. A konferenciának az MMKM Vegyészeti Gyűjteménye adott otthont a várpalotai Thury-várban. A konferenciasorozat fő célkitűzése az ország ipari örökségének a megóvása. A negyedik konferencia a várpalotai vegyészeti és bányászati gyűjteményekre fókuszált, azok helyben maradását, értékeik elismertségét kívánta támogatni.

A konferencián Campanari Talabér Márta polgármester, Zima Richard, az MMKM múzeumszakmai és tudományos igazgatója, valamint Nyári Katalin gyűjteményvezető köszöntötte a vendégeket. Ezt követően két szekcióban folytatódott a szakmai munka. Az első szekció témája a „Kulturális örökség” volt. Szekcióvezető elnöknek Prof. Dr. Várnagy Katalint, az MKE főtitkárát kérte fel Kelemen Kristóf, a konferencia egyik fő szervezője, az MMKM székesfehérvári tagintézményének muzeológusa. A szekcióban négy előadásra került sor. Budai László a Devecseri Kastélykönyvtár és Művelődési Központ igazgatója „Várpalota bányászattörténete”-t mutatta be. Dr. Kurdi Róbert, a Pannon Egyetem rektorhelyettese „Veszprém megye vegyészeti múltjá”-val ismertette meg a hallgatóságot. A „Vegyészeti Múzeum története”-t



A várpalotai gyűjtemény vezetőjét, Nyári Katalint Kelemen Kristóf köszöntötte



A konferencia megnyitóján

Lábodi Csaba, a Vegyészeti Múzeumot Támogató Alapítvány igazgatója vázolta fel. Prezentációja végén a gyűjteményt ért személyi veszteségekről is beszélt. Júniusban Pallós József Péter, a Pannon-Pharma Gyógyszergyártó Kft. ügyvezető igazgatója, a Gyógynövénykutató Intézet vezetője, a Vegyészeti Múzeumot Támogató Alapítvány kuratóriumának elnöke hunyt el. Augusztusban kellett búcsút vennünk Próder Istvántól, a Vegyészeti Múzeum nyugalmazott igazgatójától, a hazai ipartörténeti kutatások jeles képviselőjétől, aki az MKL Évfordulónaptár című rovatának több mint 40 éven át volt a szerzője. Mindkét személy távozása súlyos veszteség a gyűjtemény életében. Dr. Szemán Attila, a Soproni Központi Bányászati Múzeum főmuzeológusa zárta az első szekciót, aki „A magyar bányász egyenruha története”-t mutatta be.

A „Jó gyakorlatok az ipari örökségvédelemben” szekció levezető elnöke Dr. Veöreös András, az ICOMOS Magyar Nemzeti Bizottságának elnöke volt. Az első előadó Horváth Csaba, az MMKM Fejlesztési és Üzemeltetési igazgatója az Új Közlekedési Múzeum projektet ismertette „Az ipari örökség kontinuitása” címmel. Mednyánszky Miklós az OMBKE és az ICOMOS elnökségi tagja „Felkiáltójelek az ég alatt. Érték-e az aknatorony?” címmel tartott bemutatót. Őt követte Raffai Csilla turisztikai tanácsadó prezentációja „Örökségturizmus” címmel. Az előadások sorát Perjámosi Sándor, az MMKM muzeológusa zárta, „Egy hazai ipartörténeti bibliográfia szükségszerűsége és lehetőségei” címmel. A konferencia tudományos része észrevételekkel és hozzászólásokkal zárult. Ezt követően a látogatók a Vegyészeti és a Bányászati Múzeumban tartott tárlatvezetéseken vehettek részt.

Az Ipartörténeti Konferenciák során az első rendezvényre – az MMKM várhatóan új helyszínén – az Északi Járműjavító Épületében került sor, Budapesten. Második alkalommal a székesfehérvári tagintézmény fogadta a vendégeket. A harmadik alkalomra a Győri Iparkamara épületében került sor. A negyedik konferenciára érkező vendégeket a Vegyészeti Gyűjtemény látta vendégül. Bízunk abban, hogy 2027-ben megrendezik a konferenciasorozat következő eseményét, ahol ismét lehetőség nyílik a téma iránt elkötelezettek tartalmas és eredményeket hozó szakmai találkozójára.

Nyári Katalin

Vegyipari mozaik

Átadták az idei BoschxRichter Ipari Innovációs Díjakat. Mit tehetnek hozzá a legújabb technológiák az egészségünkhöz vagy a biztonságos és fenntartható közlekedéshez? Lehet-e egyszerre hatékony és környezetkímélő a jövő mobilitása? Milyen megoldások segíthetik a látássérültek biztonságosabb mozgását az utcákon? Vizsgálható-e mélyebben a figyelemzavarral küzdő gyermekek viselkedése, akár játék közben is? Többek között ezekre a sokrétű kihívásokra kerestek jövőformáló válaszokat azok az ígéretes fiatal tehetségek, akik 2026-ban elnyerték a BoschxRichter Ipari Innovációs Díjat.

A magyarországi Bosch-csoport és a Richter Gedeon Nyrt. idén harmadik alkalommal hirdette meg pályázatát „Láss a jövőbe!” címmel egyetemisták és főiskolások számára. A diákok az egészségügy és a mobilitás témakörében adhatták be pályamunkáikat egyéni vagy csapat kategóriában.





A közös díjjal innovatív gondolkodásmódra, napjaink legégetőbb problémáinak megoldására és friss ötletek kidolgozására

szeretnék sarkallni a Z-generáció tehetségeit a közlekedés és a gyógyítás területén.

A BoschxRichter Ipari Innovációs Díjat 2026-ban két egyéni pályázó és egy csapat nyerte el, a zsűri emellett különdíjjal ismerte el további két induló jövőbemutató munkáját. A pénzjutalommal járó díjakat a BoschxRichter Innovátorok Napján adták át a budapesti Richter Központban.

A következő évtizedben tovább nő az elektromos autók, e-bike-ok, e-rollerek és a robotok száma, ezért egyre fokozódik az igény a megbízható, csendes, karbantartásmentes hajtóművekre.

„A jövő hajtásrendszerét nem elég erősebbé vagy hatékonyabbá tenni, a fenntarthatóság ugyanennyire kulcskérdés" – emelte ki Mikula Brigitta, a BME első helyezett hallgatója. Díjnyertes pályázatában olyan hajtóművet mutatott be, amely a nyomatékot hagyományos fogaskerekek helyett mágneses erővel továbbítja. Ez a jövőálló megoldás nemcsak alacsonyabb kopással, kisebb zajjal és kevesebb karbantartással jár, de mivel vas-nikkel felhasználásával készül, ritkaföldfémre sincs szükség a fejlesztéséhez.

Magyarországon az elmúlt években jelentősen nőtt a figyelemzavarral küzdő gyermekek száma. Mégis kevés olyan eszköz áll rendelkezésre, amely gyorsan, objektíven és gyermekbarát módon képes mérhető adatokat gyűjteni a viselkedésükről. Paskuj Áron, a SZTE hatodéves orvostanhallgatója, a másik első helyezett, éppen erre keresett megoldást pályázatában. A Cogniroots olyan digitális viselkedéselemző platform, amely játék közben képes megfigyelni a gyermekek működését. Míg ők a tableten virtuális állatkertet építenek, az eszköz a háttérben folyamatosan rögzíti többek között a döntéseiket, a reakcióidejüket vagy éppen a figyelmük változásait.

A jövő közlekedésének főszereplői az okosautók, melyeknek egyre több funkciója épül mesterséges intelligenciára. Ilyen a sofőr fáradtságát és figyelmének lankadását érzékelő vezetőfigyelő rendszer, mellyel 2026 nyarától minden új autónak rendelkeznie kell az EU-ban. Ahhoz, hogy ezek a rendszerek megbízhatóan működjenek, jó minőségű adatok kellenek, ám van egy nagy kihívás. Az MI az általánostól eltérő csoportok, például nők, idősek, sötétebb bőrtónusúak vagy szemüveget viselők esetében kevésbé pontosan működhet. Mohammad Zeeshannak és Tanuj Namboodrinak, az ELTE és a Miskolci Egyetem hallgatóinak pályázata erre a problémára keresett választ. Koncepciójuk, a díjnyertes TrueGaze, szintetikus adatok segítségével támogatja a mesterséges intelligenciára és képfeldolgozásra épülő vezetőfigyelő rendszerek fejlesztését. A modell különös értéke, hogy a felelős, etikus és friss jogi szabályozáshoz illeszkedő mesterségesintelligencia-használatra is választ keres.

A várandósság a női lét egyik legérzékenyebb időszaka. Ebben a speciális élethelyzetben kell a kismamáknak eligazodniuk a különböző leletek és információk tengerében, miközben egyedül ők jelentik a kapcsolatot az orvos, a védőnő és a rengeteg egészségügyi adat között. Fülöp Sára Viola, a Semmelweis Egyetem különdíjas hallgatójának pályázata olyan hiánypótló digitális egészségügyi platformról szól, amely egységes rendszerben kapcsolja össze a várandós édesanyát, a védőnőt és a kezelőorvost. A pályázatban kidolgozott EESZTer fantázianevű rendszerben az ellátás során keletkező információkat egy közös adatközpont kezeli, így lehetőség nyílik a szereplők közötti valós idejű információmegosztásra és együttműködésre. Az édesanyák emellett folyamatosan közérthető edukációt kapnak, így biztonságos, átlátható rendszerben érezhetik magukat.

A hagyományos fehér bottal a látássérültek főként csak a talaj szintjén lévő akadályokat érzékelhetik: egy belógó faág, egy hangjelzés nélküli közlekedési lámpa vagy egy nagyobb nyílt tér mind-mind kihívást jelenthet számukra. Kovács Márton, a BME különdíjas hallgatója a hagyományos fehér botot a legújabb technológiákkal teszi okosabbá. A Walkira elnevezésű eszköz szenzorok, kamera, GPS és intelligens navigációs megoldások segítségével érzékeli a környezetet, ismeri fel az akadályokat, és hangalapú visszajelzésekkel támogatja a felhasználót a tájékozódásban.

Öt éven belül az ipari növekedést is veszélyeztetheti a vízhiány. A Schneider Electric, a világ egyik vezető energiatechnológiai vállalata közzétette The Water Crunch Report című kutatását. Az eredmények szerint a vízellátás az Egyesült Királyságban és Európában már ugyanolyan jelentős kockázatot jelent az ipari vállalatok folyamatos működésére, mint a kibertámadások vagy az ellátási láncok zavarai. Ez összhangban van a Schneider Electric tavalyi, az Egyesült Államokra összpontosító kutatásával,



amelyben az üzleti vezetők több mint fele (56 százaléka) arra számított, hogy a vízzel kapcsolatos kockázatok a következő években gyorsabban nőnek majd, mint az infrastruktúrát érintő egyéb kockázatok.

A kutatásban európai ipari vállalatok felsővezetőit, valamint víziközmű-szolgáltatók és önkormányzatok döntéshozóit kérdezték meg. Az ipari vezetők beszámolói szerint a vízhiány és a vízellátási nehézségek az elmúlt két évben már növelték a működési költségeket (44 százalék), megterhelték az infrastruktúrát és a karbantartási költségkereteket (38 százalék), valamint fennakadásokat okoztak az ellátási láncokban (30 százalék). Ha holnap súlyos vízellátási zavar következne be, a vállalatok 44 százaléka szerint annak hatásai 24 órán belül jelentkeznének a működésükben. Az ipari vezetők több mint fele (52 százaléka) arra számít, hogy a víz minősége vagy rendelkezésre állása a következő öt évben, 2031-ig komoly akadálya lesz vállalata növekedésének. Minden hetedik válaszadó (14 százalék) szerint ez már ma is korlátozza a működést vagy a növekedést.

A kutatás eredményei akkor látnak napvilágot, amikor Európa az elmúlt évtizedek egyik legsúlyosabb aszályával küzd. Az áruszállításban, az energetikában és a mezőgazdaságban jelentkező következmények egyértelműen mutatják, hogy ezek a kockázatok már nem csupán elméletben léteznek.

„Az Európai Aszálymegfigyelő Központ adatai szerint jelenleg az EU és az Egyesült Királyság területének mintegy felét érinti valamilyen mértékű aszály. A víz újrafelhasználásával csökkenthetjük a már most is túlterhelt folyóktól és víztározóktól való függőségünket, az EU-ban mégis csupán a tisztított települési

szennyvíz 2,4 százalékát hasznosítják újra. Az intelligens vízgazdálkodási technológiákba beruházó szervezetek versenyelőnyt teremtenek a hatékonyabb vízfelhasználásból" – fogalmazott Sophie Borgne, a Schneider Electric vízügyi és környezetvédelmi szegmensének elnöke.

Az intelligens vízgazdálkodási technológiákat széles körben alkalmasnak tartják a vízgazdálkodási kihívások kezelésére, alkalmazásuk azonban elmarad az ismertségüktől. Ennek oka nem a bizalmatlanság: az ipari vezetők 86 százaléka és a víziközmű-szolgáltatók 98 százaléka szerint ezek a technológiák csökkenthetik a működési költségeket. Több mint 80 százalékuk pedig úgy véli, hogy a működés folytonosságát is segítik, és javítják a fenntarthatósági teljesítményt.

A megkérdezett víziközmű-szolgáltatók mindegyike és az ipari vezetők 98 százaléka szerint a víz rendelkezésre állása vagy minősége már befolyásolt jelentős döntéseket. Ezek között szerepel a hatékonyabb vízfelhasználást célzó beruházások növelése (47 százalék), valamint a vízzel kapcsolatos kockázatok vezetőségi szintű, formális felülvizsgálata (43 százalék). A megkérdezett ipari vezetők több mint felének vállalata már alkalmaz automatizált vezérlési megoldásokat (56 százalék) és okosmérőket (55 százalék). Az okosmérők használata a víziközmű-szolgáltatók körében még elterjedtebb, aránya eléri a 76 százalékot.

A kiberbiztonság is egyre nagyobb figyelmet kap: az ipari vezetők és a víziközmű-szolgáltatók több mint fele a legfontosabb kezelendő kockázatok közé sorolja, ahogyan a vízellátó rendszerek egyre inkább összekapcsolódnak és digitalizálódnak. (www.se.com)

Fraunhofer IWU

Alumíniumforgácsból fémhab. A Fraunhofer IWU kutatói új eljárást dolgoztak ki az alumíniumhab fenntarthatóbb előállítására. A technológia lehetővé teszi, hogy a költséges alumíniumpor helyett újrahasznosított forgácsot és gyártási hulladékot használjanak fel, jelentősen csökkentve az alapanyagigényt és a környezeti terhelést.

Az alumíniumhab a korszerű könnyűszerkezetes gyártás egyik ígéretes alapanyaga. Porózus szerkezetének köszönhetően kis sűrűség mellett kiváló energiaelnyelő és rezgéscsillapító tulajdonságokkal rendelkezik. Alkalmazása különösen a járműiparban, a gépgyártásban és az építőiparban előnyös, ahol a szerkezeti elemek tömegének csökkentése fontos szempont.

A hagyományos alumíniumhab-gyártás azonban jellemzően alumíniumötvözet-porokat alkalmaz, amelyek előállítása energiaigényes és költséges. A németországi Fraunhofer Szerszámgép- és Alakítástechnikai Intézet (IWU) kutatói ezért olyan megoldást vizsgáltak, amelyben az elsődleges alapanyagot újrahasznosított alumíniumforgács, gyártási maradék és életciklusa végére ért alumíniumtermékek helyettesítik.



Az új eljárás lényege, hogy a megfelelően szétválogatott, azonos ötvözetű alumíniumforgácsot mechanikai feldolgozással, őrléssel és szemcseméret szerinti osztályozással porszerű alapanyaggá alakítják. Ez az anyag a hagyományos alumíniumporhoz hasonlóan felhasználható habosítható félkész termékek előállítására.

A kutatási eredmények szerint az újrahasznosított forgácsból készített alumíniumhab szerkezete és sűrűsége összehasonlítható a hagyományos technológiával gyártott változatokéval. Ez fontos előrelépés, hiszen a másodlagos alumínium alkalmazása nem feltétlenül jár a megkívánt anyagszerkezet romlásával.

A technológia egyik legfontosabb előnye az energiafelhasználás mérséklése. A másodlagos alumínium előállítása lényegesen kevesebb energiát igényel, mint az elsődleges alumínium gyártása, így az új eljárás az alapanyagköltségek és a szén-dioxid-kibocsátás csökkentéséhez is hozzájárulhat.



A fejlesztés a körforgásos gazdaság szempontjából is jelentős. A forgácsolási műveletek során keletkező alumíniumhulladék közvetlenül visszavezethető lehet egy magasabb hozzáadott értékű gyártási folyamatba. Ez új lehetőségeket kínál az autóipari beszállítóknak, a gépgyártóknak és a könnyűszerkezetes alkatrészek előállítóinak.

A Fraunhofer IWU kutatásai azt mutatják, hogy az alumíniumhab-gyártásban az újrahasznosított alapanyagok alkalmazása műszakilag megvalósítható alternatívát jelenthet a hagyományos, poralapú technológiával szemben.

A kutatók emellett alumíniumfóliák, lemeztekercsek vágási maradékai és keréktárcsák feldolgozását is vizsgálták. A darabolásból, aprításból, őrlésből és szitálásból álló folyamatokkal ezekből is megfelelő szemcseméretű alapanyag állítható elő. Az intézet a szilárd fázisú újrahasznosítást részesíti előnyben, amely olvasztás nélkül teszi lehetővé az anyag visszaforgatását.

Az ipari bevezetés előtt ugyanakkor további vizsgálatok szükségesek, elsősorban az eltérő minőségű hulladékanyagokból előállított fémhab tulajdonságainak stabilizálására. A kutatók életciklus-elemzésekkel kívánják számszerűsíteni a környezeti előnyöket, és ipari partnereket keresnek a technológia továbbfejlesztéséhez.

(https://www.muszaki-magazin.hu/2026/10/22/femhab-aluminium-forgacsolas-fraunhofer/?utm_campaign=&utm_medium=email&utm_source=weboldal+h%C3%ADrek)

Dobó Dorina összeállítása

SZERETETTEL VÁRJUK ÖNÖKET 2027. ELSŐ FÉLÉVI NAGYRENDEZVÉNYEINKEN!

LABORTECHNIKA KIÁLLÍTÁS
és
Analitikai ankét 2027
2027. február 16–17.

HUNGARIAN CHEMICAL SOCIETY
MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE
120 éves a Magyar Kémikusok Egyesülete
NEMZETI VEGYÉSZKONFERENCIA
2027. május 25–27.
Neumann János Egyetem,
6000 Kecskemét, Izsáki út 10.

MKE-HÍREK

Oktatási panelbeszélgetések

Szalay Péter, az MKE elnöke 2026. október 8-án részt vett a 32. MAVESZ Vegyipari Konferencia oktatási panelbeszélgetésén. Hozzászólásában kifejtette, hogy az MKE nagyon fontosnak tartja a kémia mint iskolai tantárgy fejlesztését és a kémiatanárok pályán maradásának támogatását az utánpótlás biztosítása érdekében. Ehhez az MKE Kémiatanári Szakosztálya egyre nagyobb mértékben járul hozzá továbbképzésekkel, online workshopokkal, a kémiaversenyek fejlesztésével, kiadványokkal, valamint ajánlások és sajtóközlemények kiadásával.



A képen a beszélgetés résztvevői (balról): Szabó Csaba MAVESZ-igazgató; Csapodi Csaba miniszteri biztos, Oktatási és Gyermekügyi Minisztérium; Szalay Péter elnök, Magyar Kémikusok Egyesülete; Holtzer Péter elnök, Szabó Szabolcs Alapítvány



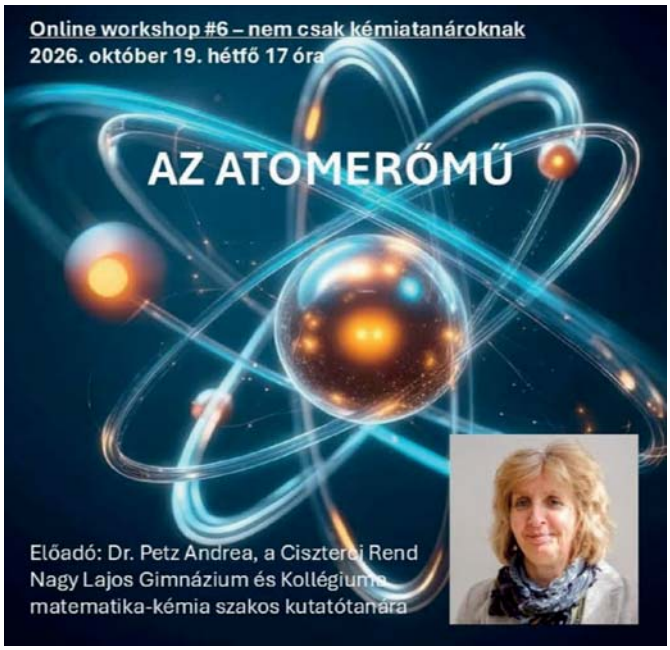
Délelőtt egy másik panelbeszélgetésre is sor került a duális képzésekről Szabó Csaba, a MAVESZ igazgatója; Naderi Zsuzsanna államtitkár, Oktatási és Gyermekügyi Minisztérium; Tirpák Zsolt kancellár, Debreceni Szakképzési Centrum; Kissné Dési Viktória képzésiközpont-vezető, MOL Petrolkémia részvételével.

Az atomerőmű

Ezzel a címmel került sor a 6. online kémiatanári workshopra 2026. október 19-én, hétfőn, a szokásos 17 órai időpontban. Az előadó Dr. Petz Andrea, a Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma matematika-kémia szakos kutatótanára volt, az előadás elérhető YouTube-videón.

A tárgyalt kérdések: hogyan lehet érthetővé tenni a diákok számára a nukleáris energiát? Hogyan lehet tiszta, stabil és hatalmas mennyiségű villamos energiát termelni anélkül, hogy a

napra vagy a szélre támaszkodnánk? Mi van egy atomerőmű belsejében? Miért kellenek szabályozórudak, hűtőtornyok és biztonsági rendszerek?



A gyógyszergyártás digitalizációs kihívása Magyarországon

Ezzel a címmel rendezett október 15-én szakmai kerekasztal-beszélgetést a BME dísztermében a Magyar Kémikusok Egyesülete Kémiai Digitalizáció Szakosztálya.



A kerekasztal-beszélgetésen részt vett: Tanács Zoltán tudományos és technológiai miniszter; Charaf Hassan, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem rektora; Abonyi János, a Pannon Egyetem rektora; Honti Barbara, a BME vegyipari digitalizációs szakértője, a Kémiai Digitalizáció Szakosztály elnökségi tagja; Fehérdi Zsolt, az Egis Gyógyszergyár Zrt. műszaki vezérigazgató-helyettese; Heiszmann Gábor, a Richter Gedeon Nyrt. informatikai vezetője.

A beszélgetést Finta Zoltán, az EUROAPI Global ipari erőforrások digitalizációs igazgatója és Vida Gábor, az IFUA Horváth gyógyszeriparért felelős partnere vezette.

A résztvevők egyetértettek abban, hogy a digitalizáció, a mesterséges intelligencia és az automatizáció alkalmazása óriási lehetőségeket rejt magában, de a puszta technológia nem elegendő a sikerhez. A hatékony fejlődéshez elengedhetetlen a megfelelő szakemberek jelenléte, a korszerű képzési rendszerek kialakítása, valamint a vállalatok, az egyetemek és az állam közötti szoros együttműködés.

Napjainkban számos gyógyszergyártó küzd hasonló digitalizációs és szabályozási kihívásokkal, gyakran egymástól elszigetelten keresve a megoldásokat. A szakmai fórum rávilágított arra, hogy bizonyos területeken a közös fellépés gyorsabb és hatékonyabb előrelépést tenne lehetővé az ágazat számára.

A párbeszéd célja az volt, hogy a tudást, a technológiát és az ipari tapasztalatot hatékonyabban kapcsolják össze, ezzel is erősítve Magyarország gazdasági pozícióját.

Őszi Radiokémiai Napok

Balatonszárszó, 2026. október 12–14.

A konferenciát – a több évtizedes hagyományoknak megfelelően – az MTA Radiokémiai Tudományos Bizottsága és munkabizottságai, valamint a Magyar Kémikusok Egyesülete Radioanalitikai Szakcsoportja közösen szervezte meg.

Az Őszi Radiokémiai Napok évről évre lehetőséget teremt a radiokémikusok számára kutatásaik bemutatására, a legújabb műszerfejlesztések megismerésére. De ami talán ennél is fontosabb, színtere a személyes találkozásoknak, szakmai együttműködések és személyes barátságok kialakításának. Különös figyelem övezi a rendezvényeken a fiatal kollégák bemutatkozását, szakmai fejlődését. 1997 óta jutalmazzák is az előadásaikat.

Az idei rendezvény egyik kiemelkedő előadója Prof. Christer Halldin (a svédországi Karolinska Institutet professor emeritusa) volt. A nemzetközileg elismert professzor a PET-alapú molekuláris képalkotás, az agyi receptorok vizsgálata és a gyógyszerfejlesztéshez kapcsolódó legújabb radiokémiai kutatások világába engedett betekintést a résztvevőknek.



A Vértes Attila Alapítvány, az MTA Radiokémiai Tudományos Bizottsága és a Magyar Kémikusok Egyesülete közreműködésével lebonyolított „Vértes Attila Ifjúsági Nívódíj” ösztöndíj-pályázaton

Abir Dhib doktorandusz „Challenges of particle identification in laser acceleration experiments” című pályázatával és előadásával különdíjat,

Fűrész Kristóf doktorandusz „Kompakt Rowland-körös spektrométer tervezése és vizsgálata kis energiájú röntgenemissziós mérésekhez” című pályázatával és előadásával különdíjat,

Baricsán Fruzsina doktorandusz „A [^{18}F]FET-készítmény tisztaságának vizsgálata folyadékkromatográfiás módszerrel” című pályázatával és előadásával nívódíjat nyert.

XXXII. Nemzetközi Vegyészkonferencia

A mindegy 130 résztvevő ismét együtt élvezhette a szervezők, az Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) Kémia Szakosztálya és a Babeş–Bolyai Tudományegyetem, Kémia és Vegyészmérnöki Kar, Magyar Kémia és Vegyészmérnöki Intézet vendégszeretetét. A konferenciát ezúttal Szatmárnémetiben, a Megmaradás Házában rendezték meg 2026. október 29–31-én.

Együttműködő partnerek: Magyar Kémikusok Egyesülete, Budapest és Magyar Természettudományi Társulat, Budapest.

A konferencia célja, hogy lehetőséget teremtsen a Kárpát-medencei magyar szakembereknek tudományos eredményeik bemutatására, az ismerkedésre, kapcsolatteremtésre, együttműködések kialakítására. A doktoranduszok előadást tarthatnak a doktoranduszplénumon, az egyetemi hallgatók posztereken mutathatják be eredményeiket, munkájukat díjazzák is.

A díjazottak

Doktoranduszplénum-szekció

Richter-díjban részesült:

Szász Andrea-Anita – BBTE (Babeş–Bolyai Tudományegyetem)

Bakó Máté – MATE (Magyar Agrár- és Élettudományi Egyetem)

MKE-díjas: *Fikó László Szilvia* – Sapientia-EMTE

EMTE-díjas: *Kutas Adriana* – Miskolci Egyetem

A BME Varga József Alapítvány különdíjasa: *Gémes Gergő* – BME

Az MKE Kolloidkémiai és Nanotechnológiai Szakosztályának díja a legjobb Kolloidkémiai és Nanotechnológiai előadásért: *Borbás Balázs* – BME

Dicséretben részesült: *Fent Máté* – BME, *Kisfaludi Péter* – BME, *Szentpétery Vira* – Miskolci Egyetem, *Bogyor Andrea* – BBTE

Diákposzter-szekció

A Magyar Természettudományi Társulat Kémia Szakosztályának díját kapta: *Hangya Kinga Imola* – BME

MKE-díjas: *Vámi Ármin* – ELTE

A Kolozsvári Magyar Kémikusok Egyesületének különdíjasa: *Fekete Máté* – Szegedi Tudományegyetem

Dicséretben részesült: *Tóth Levente* – Pannon Egyetem, *Kardos Barnabás* – Pannon Egyetem



Egyéni tagdíj és kiadványok (2027)

Tagdíjkategóriák	Ft/fő/év
Alaptagdíj	12 000
Közoktatásban dolgozó kémiatanár (50%)	6000
Nyugdíjas (50%)	6000
Ifjúsági tag (25%)	3000
Gyesen lévő (25%)	3000

Tagdíjbefizetési lehetőségek:

• banki átutalással*	az MKE CIB banki számlájára: 10700024-24764207-51100005
• személyesen	1106 Bp., Fehér út 10. I/110.

* Kérjük, a közleményben tüntesse fel a következőket: név és lakcím **vagy** tagsági azonosító szám

MKE-tagoknak a Magyar Kémikusok Lapja előfizetése:

Tájékoztatjuk, hogy az MKL nyomtatott változatát csak azok a tagjaink kapják meg, akik **10 500 Ft**-tal hozzájárulnak a Lap postázásához és tagdíjuk is rendezve van. Kérjük, ha az online hozzáférés mellett a nyomtatott példányt is szeretné megkapni, küldje el nevét és címét az Egyesület Titkárságának (postán: 1106 Bp., Fehér út 10. I/110., vagy e-mailben: mkl@mke.org.hu).

Az MKE Kémiatanári Szakosztály tagjai számára a KÖKÉL előfizetése ingyenes.

A kiadványok előfizetési díjai nem tagoknak:

MKL: 1800 Ft/lap + aktuális postaköltség, éves kedvezményes (11 megjelenés egy dupla számmal): 24 900 Ft (postaköltséggel együtt).
KÖKÉL: 1600 Ft/lapszám, éves kedvezményes (5 lap): 8000 Ft

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

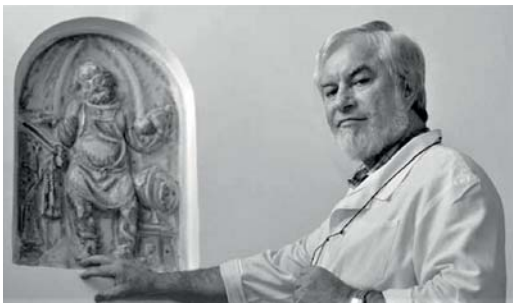
LXXXI. No. 12. December

CONTENTS

Science has no nationality. An interview with Nobel Prize winner ***Omar Yaghi*** **350**
GÁBOR LENTE
40 years in carotene chemistry. An interview with ***József Deli*** **353**
GÁBOR LENTE
Growing importance and digitalization of flow chemistry, Hungarian contributions **358**
TAMÁS HERGERT, NÁNDOR KÁNYA, PÉTER KORMOS, GYÖRGY DORMÁN, ÁRON BAJCSI, LEVENTE JUHÁSZ, VIKTOR TÖRÖK, SZILVIA GILMORE, and FERENC DARVAS
Safety signs: good and bad practices **362**
TAMÁS AGÁRDI
On the EFMC Medicinal Chemistry 2026 Basel **365**
JÁNOS FISCHER
75 years of knowledge, experience, and industry collaboration. Anniversary celebration of the MOL Department of Petroleum and Coal Technology, Pannon University **368**
ROLAND NAGY
The zero experiment **370**
CSABA SZÁNTAY
A party in Flask Village **372**
PÉTER FARKAS-LÉVAI
Book review
The paths of thirst for knowledge (by György Inzelt) **373**
GÁBOR LENTE
Life beyond Earth in London. On the 2025 Faraday Lecture **374**
GÁBOR LENTE
Chembits **376**
GÁBOR LENTE
Publication of the month **378**
News of the month **379**

PÁLYÁZAT

Hannus István Kémiatanári Díj



1. A Hannus István Kémiatanári Díjat a Magyar Kémikusok Egyesülete Csongrád-Csanád Megyei Csoportja (MKE CSMCS) alapította 2024-ben **kiváló általános és középiskolai kémia szakos tanárok munkájának elismerése céljából** a Csoport 2022-ben elhunyt örökös tiszteletbeli elnöke, Prof. Hannus István tanár úr emlékére.
2. A díjat évente egyszer adományozzuk, **egy általános iskolai és egy középiskolai kémiatanár** számára.
3. A díj egyenként 250 000 forint készpénzből és elismerő oklevélből áll.
4. A díj odaítéléséről az MKE CSMCS vezetősége dönt, titkos szavazással, a helyezési pontszámok összesítése alapján.
5. A díjat az évente megrendezésre kerülő Kémiai Előadói Napok megnyitó ünnepségén (a következő 2027. január végén, február elején lesz) adjuk át, ahol a pályázó életművének rövid ismertetésére is sor kerül.
6. A díjra történő felterjesztésre jogosultak köre: legalább 5 éve a közoktatásban dolgozó, magyar állampolgárságú vagy magyar anyanyelvű, a dél-alföldi régióban (Csongrád-Csanád, Jász-Nagykun-Szolnok, Békés és Bács-Kiskun megyék), valamint a régióban a határon túl (Vajdaság, Partium) tevékenykedő vagy az SZTE bázisiskoláinak általános és középiskolai kémia szakos tanárai.
7. A díjjal **a kémiatanári kiválóságot (ami nem feltétlenül jelenti az életművét) kívánjuk elismerni**.
8. A díjra magyar nyelven írott, legföljebb 3 gépelt oldal terjedelmű **pályázati felterjesztés**t kérünk benyújtani. **Felterjesztést nyújthatnak be olyan közösségek vagy magánszemélyek, szakmai vagy társadalmi szervezetek, akik/amelyek a felterjesztett munkásságát jól ismerik (ezt kérjük a felterjesztésben is röviden kifejteni). A felterjesztés benyújtási határideje 2027. január 10.** A felterjesztésnek be kell mutatnia, hogy a felterjesztett
   - kimagasló kémiatanári munkát folytat mind az oktatás, mind a nevelés területén;
   - tanítványai jelentős számban tanultak tovább a Szegedi Tudományegyetemen;
   - tanítványai sikeresen szerepeltek kémiából országos vagy nemzetközi versenyeken;
   - aktív szerepet vállal különböző szintű szakmai programok (pl. versenyek, továbbképzések, konferenciák) szervezésében és lebonyolításában;
   - folyamatosan képezi magát, követi a kémiaoktatás fejlődését és tapasztalatait megosztja kollégáival;
   - mind személyisége, mind szakmai tudása, mind életvitele példaként állítható a kémiatanárok közössége és a tanulók elé.
9. A díj egy alkalommal nyerhető el. Sikertelen pályázat esetén a felterjesztés a következő ciklusban újra benyújtható. Nem megfelelő minőségű felterjesztések, illetve az anyagi fedezet esetleges hiánya miatt az MKE CSMCS fenntartja a jogot arra, hogy a díjat ne ítélje oda, illetve ne írja ki.
10. **A felterjesztést tartalmazó doc- vagy pdf-fájlt e-mailen kérjük benyújtani** a Magyar Kémikusok Egyesülete Csongrád-Csanád Megyei Csoportja elnökének címezve (Prof. Sipos Pál, SZTE Molekuláris és Analitika Kémia Tanszék, 6720 Szeged, Dóm tér 7.) a sipos@chem.u-szeged.hu e-mail-címre.

Akadémiai kutatói díjak 2026 őszén

Az Oláh György-díjat az idén *Bálint Erikán*ak, a BME Szerves Kémiai és Technológiai Tanszék egyetemi docensének ítélték oda.
A Zemplén Géza-fődíjat *Hell Zoltán,* a BME Szerves Kémia és Technológia Tanszék egyetemi tanára, a Zemplén Géza-díjat *Mándi Attila,* a Debreceni Egyetem Szerves Kémiai Tanszékének egyetemi docense kapta.
A Pungor Ernő-díjat *Járvás Gábor,* a Pannon Egyetem tudományos főmunkatársa, a Bio-nanotechnológiai és Műszaki Kémiai Kutatóintézet Igazgatója nyerte el.
A Richter–MTA-alapítású Bruckner Győző-fődíjjal *Csámpai Antal*t, az ELTE Szerves Kémiai Tanszékének egyetemi tanárát, a fiatal kutatói Bruckner Győző-díjjal *Papp Dórá*t, az SZTE Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszék egyetemi adjunktusát ismerték el.

FITT Alkotói Díj

A Richter Gedeon Nyrt. 2022-ben alapított FITT Alkotói Díjának célja a 35 év alatti természettudományos pedagógusok támogatása, szakmai fejlődésük, pályán maradásuk és közösségépítésük elősegítése. A pályázatban a tanárok pedagógiai módszereiket, szakmai elképzeléseiket, eredményeiket és tanári hitvallásukat mutathatják be.
2026-ban a rekordszámú, 62 pályázó közül 41 általános és középiskolai pedagógus, technikumban természettudományos tárgyakat oktató szakember nyerte el a díjat (a névsor itt olvasható: https://www.gedeonrichter.com/hu-hu/media/261008). Mindegyikük havi 100 000 forintos ösztöndíjban részesül tíz hónapon keresztül.
A Richter programja nemcsak elismeri a tehetséget, hanem megerősíti a pedagógusokat abban, hogy munkájuknak országos és társadalmi jelentősége van.

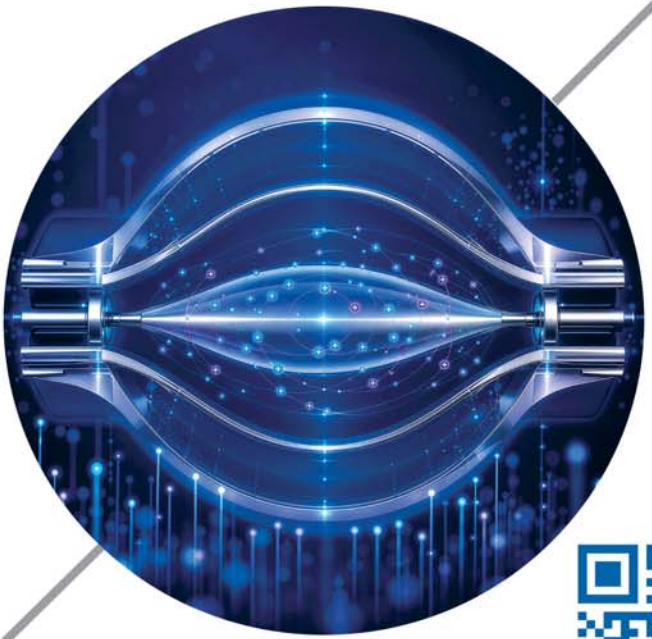


A FITT-díjazottak

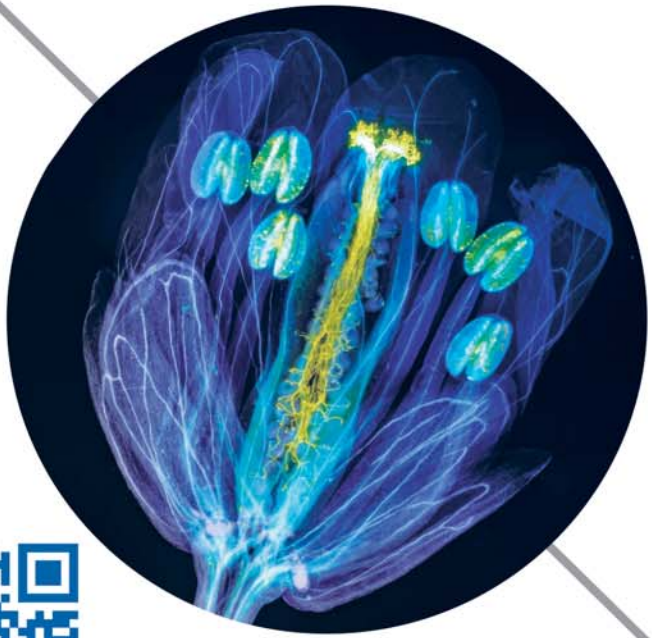
UNICAM
Magyarország Kft.

SZAKÉRTELEM
amelyre építhet

ANALITIKA



KÉPALKOTÁS





ÉLETTUDOMÁNY



ANYAGTUDOMÁNY

ThermoFisher SCIENTIFIC · OLYMPUS · EVIDENT · TA Instruments · HITACHI · SARTORIUS · LabTech

www.unicam.hu

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

2026. évi 81. évfolyamának

névmutatója



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

Felelős szerkesztő:
LENTE GÁBOR
KISS TAMÁS
örökös tb. főszerkesztő

Olvasószerkesztő:
SILBERER VERA

Tervezőszerkesztő:
HORVÁTH IMRE

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

Szerkesztőségi titkár:
KOCOR ERIKA

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete,
1106 Budapest, Fehér út 10. (White Office I/110.)

Felelős kiadó:
SZABÓ JÁNOS ZOLTÁN
ügyvezető igazgató

A MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA
A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETÉNEK FOLYÓIRATA ÉS HIVATALOS LAPJA
A MAGYAR VEGYIPAR VÁLLALATAINAK TÁMOGATÁSÁVAL

A

A bizottságok beszámolói (Küldöttközgyűlés 2026).....**211**
Agárdi Tamás: A narancssárgától a gyémántig. A veszélyjelölések evolúciója az Európai Unióban.....**4**
Agárdi Tamás: A piktogram is beszél – a biztonság vizuális nyelve a laborban.....**48**
Agárdi Tamás: Miért piros a tiltás és zöld a menekülés? A színek és formák pszichológiája a biztonsági jelzésrendszerekben.....**72**
Agárdi Tamás: Rövidítések, amelyek mögött életvédelmi elvek állnak.....**102**
Agárdi Tamás: Biztonsági jelek anyagválasztása – amikor a hordozófelület is életvédelmi kérdés.....**143**
Agárdi Tamás: Amikor a menekülési jel már rendszer – utánvilágító útirányjelzés a gyakorlatban.....**181**
Agárdi Tamás: Csővezetékek jelölése – A színcsíkoktól az ISO 20560 globális iparági sztenderdig.....**227**
Agárdi Tamás: A leesett tábla nem jelzés.....**254**
Agárdi Tamás: A fény használata a biztonsági jelek esetében. Fényvisszavető fluoreszcens, fotolumineszcens és megvilágított biztonsági jelzések.....**295**
Agárdi Tamás: Pillantsunk a jövőbe! A biztonságos jel, amely válaszol – a DESS-koncepció.....**329**
Agárdi Tamás: Biztonsági jelek: jó és rossz gyakorlatok.....**362**
A hónap kémiai publikációja.....**28, 60, 94, 124, 158, 190, 242, 275, 312, 342, 378**

Á

Ágoston Csaba: Azbesztügy: ej, mi a kő, velünk élő középkor?.**229**

B

Bajcsi Áron, lásd *Hergert Tamás*.....**358**
Bazsa György: 250 éve született Amedeo Avogadro, az Avogadro-állandó névadója.....**233**
Bencze Kinga: Egy közös álom.....**171**
Buzafalvi Dénes: Rekordrészvétel a Nemzetközi Kémia Torna (IChTo) hazai válogatóversenyén.....**128**
Buzafalvi Dénes: Hatalmas magyar győzelem a kilencedik Nemzetközi Kémia Tornán.....**304**

CS

Csonka Szabolcs, lásd *Makk Péter*.....**39**

D

Darvas Ferenc, lásd *Hergert Tamás*.....**358**
Dobó Dorina: Vegyipari mozaik.....**30, 66, 95, 129, 161, 193, 243, 315, 344, 379**
Dormán György, lásd *Hergert Tamás*.....**358**
Duda Ernő: Fiziológiai és orvostudományi Nobel-díj – 2025. Szabályozó immunsejtek – perifériás tolerancia.....**37**

F

Farkas-Lévai Péter: Buli Lombikfalván.....**372**
Fischer János: Gyógyszer- és szintetikus kémiai konferencia Sankt Antonban.....**103**
Fischer János: Az EFMC gyógyszerkémiai kongresszusa Bázelben.....**365**

G

Gerencsérné Berta Renáta, lásd *Zrínyi Zita*.....**288**
Gilmore Szilvia, lásd *Hergert Tamás*.....**358**
Gresina Fruzsina, lásd *Zrínyi Zita*.....**288**

H

Hargittai Balázs, Hargittai István: Karikó Katalin és Krausz Ferenc Stockholmban – képes megemlékezés.....**6**
Hargittai István: Száz éve született Hajós Zoltán, az aszimmetrikus szerves katalízis úttörője.....**74**
Hargittai István: Textil-krisztallográfia.....**155**
Hargittai István, Hargittai Magdolna: James D. Watson (1928–2025): személyes búcsú.....**51**
Hargittai István, lásd *Hargittai Balázs*.....**6**
Hargittai István, lásd *Hargittai Magdolna*.....**105**
Hargittai Magdolna, Hargittai István: A paritássértés 1957-es Nobel-díja még mindig izgalmas történet.....**105**
Hargittai István: Kémiai Nobel-díj, 1956.....**282**
Hergert Tamás, Kánya Nándor, Kormos Péter, Dormán György, Bajcsi Áron, Juhász Levente, Török Viktor, Gilmore Szilvia, Darvas Ferenc: Az áramlásos kémia növekvő jelentősége és digitalizációja, magyar hozzájárulások.....**358**
Horváth Dezső: Mit, miért, mivel mérünk? Zűrzavaros mértékeink a rőftől a fényévig.....**331**
Hosztafi Sándor: Marie Curie doktori dolgozata és az 1903-as fizikai Nobel-díj (Első rész).....**54**
Hosztafi Sándor: Marie Curie doktori dolgozata és az 1903-as fizikai Nobel-díj (Második rész).....**83**
Huszthy Péter: In memoriam Fogassy Elemér.....**76**

I

Inzelt György: A Greifswaldi Egyetem és Peenemünde múzeuma.....**78**
Inzelt György: Kémikusok vagy vegyészek vagyunk?.....**108**
Inzelt György: A Tennessee Egyetem és környéke. Első rész...**264**
Inzelt György: A Tennessee Egyetem és környéke. Második rész.....**301**

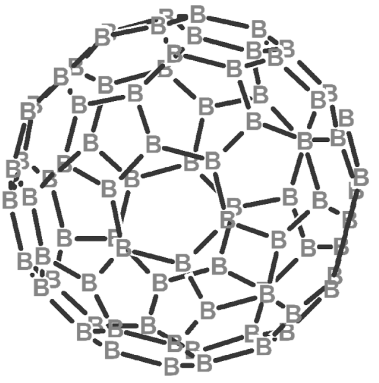
J

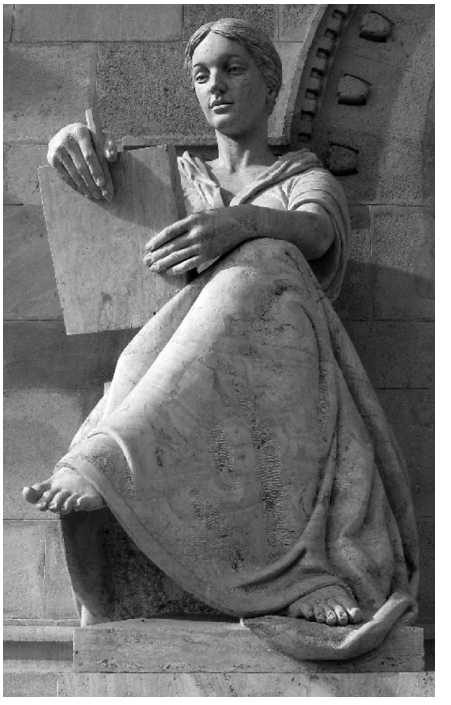
Juhász Levente, lásd *Hergert Tamás*.....**358**

K

Kathó Ágnes: Tudósnők (Nők a tudomány fellegvárában – kutatói életutak a Magyar Tudományos Akadémián, 1949–2021)...**307**
Kálmán Ferenc: Az OQEMA Kft: a vegyianyag-kereskedelemtől a kutatás támogatásáig.....**253**
Kánya Nándor, lásd *Hergert Tamás*.....**358**
Kele Péter, Németh Krisztina: IV. Zechmeister László előadói verseny – 2025.....**50**
Kiss Edina, lásd *Szalay Luca*.....**256**
Kiss Tamás: Kutatóként meg kell őriznünk a kíváncsiságot. Beszélgetés Samu Gergely Polányi-díjas egyetemi adjunktussal...**42**











Kiss Tamás: Célunk, hogy a mai kihívásoknak megfelelő, értő és gondolkodó diákokat neveljünk. Beszélgetés Tóth Ágota JATE-díjas egyetemi tanárral.....**70**
Kiss Tamás: A 2026. évi TETT mesepályázat díjkiosztó ünnepsége.....**145**
Kiss Tamás: Olyan fiatalokkal dolgozhattam együtt, akik szerették, amit csináltak – beszélgetés Sóvágó Imre professor emeritussal.....**285**
Kormos Péter, lásd *Hergert Tamás*.....**358**
Kovács Mihály, Murányi Zoltán: Hogyan tegyük élővé a kémiát? Zöld és fenntartható kémiai gyakorlatok a középiskolai oktatásban.....**146**
Kutasi Csaba: A textilkémia fejlődése, főbb részterületei korunkban. Első rész.....**88**
Kutasi Csaba: A textilkémia fejlődése, főbb részterületei korunkban. Második rész.....**117**
Kutasi Csaba: A tűzoltó védőruházatok főbb jellemzői.....**149**
Kutasi Csaba: A röntgensugárzás káros hatásaitól védő öltözékek, árnyékolók.....**184**
Kutasi Csaba: Azbeszt szálasanyagokból készült textiltermékek?.....**238**
Kutasi Csaba: Kézdy Árpád emlékére (1930–2026).....**276**
Kutasi Csaba: Redukálószerek a textilkikészítésben.....**335**
Kun Róbert, Pálinkás Gergely István, Schmidtka Gábor: A hazai akkumulátorcella-gyártásból származó hulladékok jogi helyzete, jellege és mennyiségi viszonyai.....**174**
Kun Róbert, lásd *Schmidt Máté*.....**215**

L

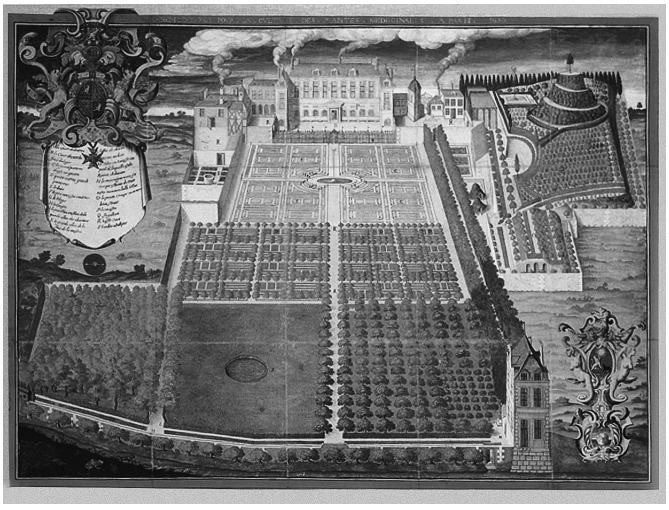
Laczó-Duba Barbara, lásd *Zrínyi Zita*.....**288**
Lente Gábor: Vegyészleletek.....**26, 58, 92, 122, 156, 188, 240, 272, 310, 340, 376**
Lente Gábor: A Palomares-baleset hatvan év távlatából.....**2**
Lente Gábor: Periódusos domb.....**B3(33)**
Lente Gábor: Kémiai üzenet egy kisbolygóról.....**137**
Lente Gábor, Ősz Katalin: Az 58. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny döntője.....**166**
Lente Gábor: A hatalom újratölthető elemei (Nicolas Niarchos: The Element of Power).....**237**
Lente Gábor: Jól emészthető IgNobel-díjak 2025-ben.....**274**
Lente Gábor: Kémiai út egy falusi padlásról a Magyar Tudományos Akadémia elnökségi üléseire – Beszélgetés Felinger Attila osztályelnökkel.....**250**
Lente Gábor: A századik részt vevő országra várva. Beszélgetés J. L. Kiappesszel.....**322**
Lente Gábor: Fizikai kémia Pierre Bouguer-től Teller Edéig (Inzelt György: A tudásvágy útjai).....**373**
Lente Gábor: Földön kívüli élet Londonban. A 2025-ös Faraday-előadásról.....**374**
Lente Gábor: A tudománynak nincs nemzetisége. Beszélgetés Omar Yaghi Nobel-díjas kémikussal.....**350**
Lente Gábor: Negyven év karotinkémia. Beszélgetés Deli Józseffel.....**353**

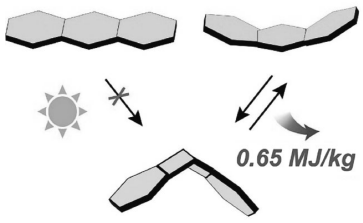
M

Magyarfalvi Gábor, Szabados Ágnes, Tarczay György: Innovatív kémiaoktatás a jövő vegyészeinek: ELTE Kémiai Okoslabor – SuperSmartLab.....**169**
Magyarfalvi Gábor: Az 58. Nemzetközi Kémiai Diákolimpia...**262**
Makk Péter, Csonka Szabolcs: A 2025. évi fizikai Nobel-díjról.....**39**
MTA 200 – Másképp látni: A mindennapok molekuláris világa.**318**
Murányi Zoltán lásd *Kovács Mihály*.....**146**

N

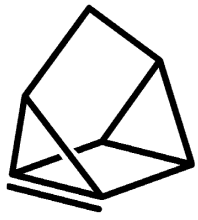
Nagy Roland: 75 év tudás, gyakorlat és ipari együttműködés. A Pannon Egyetem MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszékének jubileumi ünnepsége.....**368**
Nagyné László Krisztina: Kémiai Nobel-díj, 2025.....**34**











Nemes Attila, Szirbik Eleonóra: Magyarországon készülnek a Michelin-csoport felső kategóriás abroncsai.....**226**
Nemes László, lásd *Zrínyi Zita*.....**288**
Németh Krisztina, lásd *Kele Péter*.....**50**

NY

Nyári Katalin lásd *Próder István*.....**13**
Nyári Katalin: Próder István emlékezete.....**306**
Nyulászi László: Pokol György (1950–2026).....**183**
Nyulászi László: 100 éve született Dr. Nagy József, „a szilikonkémikus”.....**343**

O

Orzó László, lásd *Zrínyi Zita*.....**288**
Osváth Szabolcs és munkatársai: Az Egészségügyi Radiológiai Mérő és Adatszolgáltató Hálózat (ERMAH) tevékenységének rövid bemutatása.....**223**

Ő

Őri János: Szabadalmaztassunk… De hol és hogyan?.....**221**
Ősz Katalin, lásd *Lente Gábor*.....**166**

P

Palugyai István: 22 évvel ezelőtti találkozás Sir David Attenborough-val.....**134**
Pálinkás Gergely István, lásd *Kun Róbert*.....**174**
Pintér Péter Imre: Ózon, a csodák csodája, avagy egy kémiatörténet.....**326**
Próder István, Nyári Katalin: Évfordulónaptár, 2026. Magyar vonatkozású kémia- és vegyipartörténeti évfordulók.....**13**

S

Sánta Réka: Donau Lab-megoldások az élelmiszeripar, a takarmány- és a környezettechnológia számára.....**140**
Silberer Vera: Amikor a kémia házat kapott Párizsban.....**9**
Silberer Vera: Akik „kitalálták” a gyógyszerészetet.....**112**
Silberer Vera: Okoslabor a Kémiai Intézetben: a SuperSmart-Lab.....**127**
Silberer Vera: „A jó kérdés jogosságát, értékét mindenki elismeri” (Staar Gyula: Egy diszkrét matematikus. Beszélgetések Lovász Lászlóval).....**268**
Silberer Vera: Technológiatranszfer. A LynXes Kft.....**297**
Simon Dorka-Boróka: EtilÉn és Argon.....**261**
Schmidt Máté, Kun Róbert: A lítiumion- és vanádium-redox-folyadékáramos akkumulátorok összehasonlító értékelése: teljesítménymutatók és alkalmazási forgatókönyvek.....**215**
Schmidtka Gábor, lásd *Kun Róbert*.....**174**

SZ

Szabados Ágnes, lásd *Magyarfalvi Gábor*.....**169**
Szalay Luca, Kiss Edina: Mivel járul hozzá az acaSTEMy projekt a magyar természettudományos tanárképzéshez?.....**256**
Szántay Csaba: Új sorozat indul.....**260**
Szántay Csaba: A nulladik kísérlet.....**370**
Szirbik Eleonóra, lásd *Nemes Attila*.....**226**
Székely György: Membrántechnológia a fenntartható fejlődés szolgálatában.....**292**

T

Tarczay György, lásd *Magyarfalvi Gábor*.....**169**
Tömpe Péter: Kémiai visszaemlékezés (Jáky Péter: „Ahogyan én láttam”).....**334**
Török Viktor, lásd *Hergert Tamás*.....**358**

V

Várnagy Katalin: Főtitkári beszámoló *(Küldöttközgyűlés, 2026).***198**
Villányi Attila: 22. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia.....**64**

W

Wágner Rózsa: Egy élet a tudomány szolgálatában: Görög Sándor öröksége.....**277**

Z

Zarándy Ákos, lásd *Zrínyi Zita*.....**288**
Ziegler Ildikó: Meghatalmazott személyek 50 éve a gyógyszeripari minőségügy szolgálatában.....**44**
Zrínyi Zita, Gerencsérné Berta Renáta, Laczó-Duba Barbara, Gresina Fruzsina, Orzó László, Nemes László, Zarándy Ákos: Mikroműanyagok vizsgálata a felismeréstől a holografikus azonosításig.....**288**