

A TARTALOMBÓL:

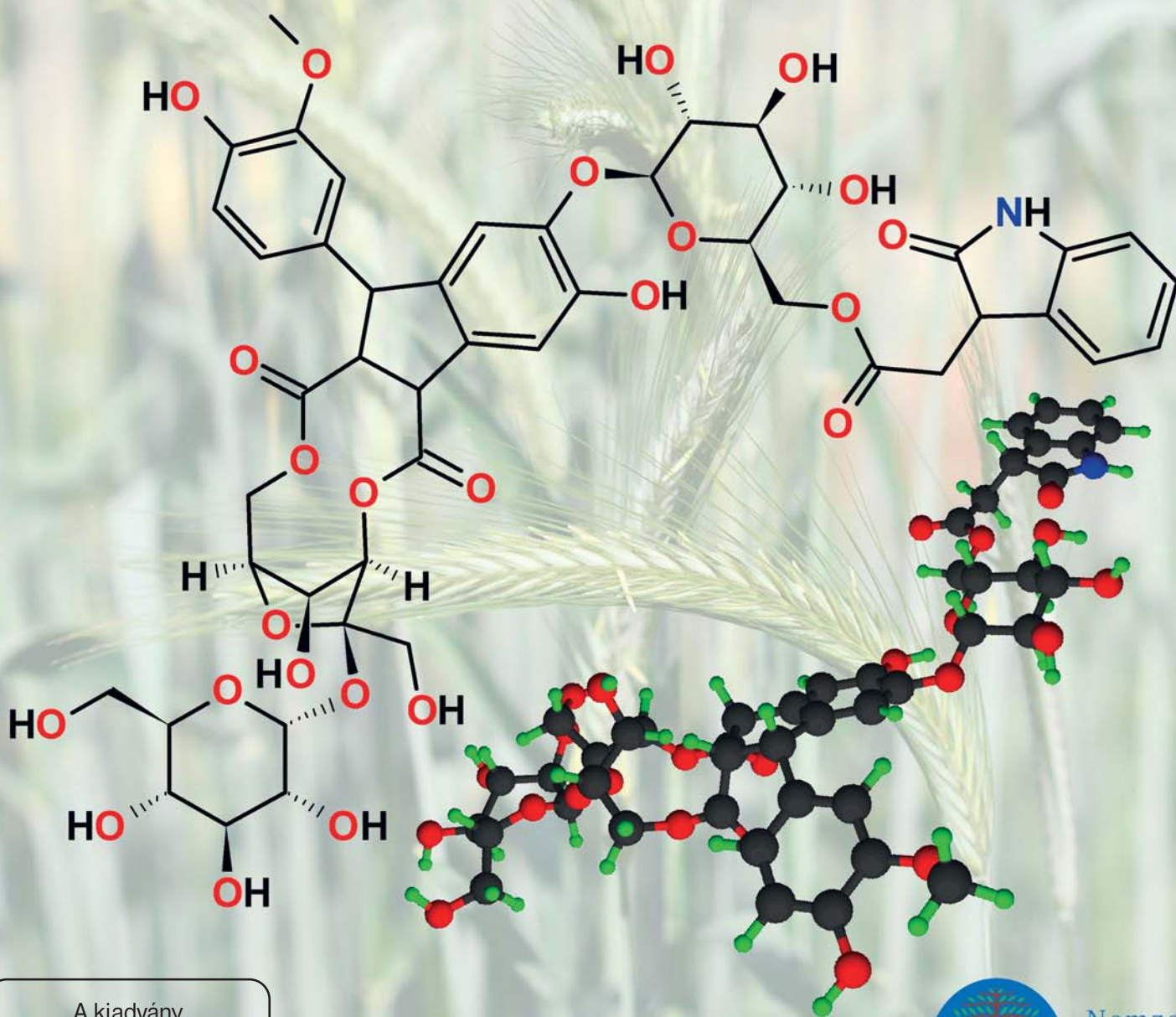
- Gondolkodó diákok nevelése
- Aszimmetrikus szerves katalízis: Hajós Zoltán
- In memoriam Fogassy Elemér
- Miért piros a tiltás és zöld a menekülés?
- A Greifswaldi Egyetem



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

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

Vegyészlelet a virágpорban



A kiadvány
a Magyar Tudományos
Akadémia támogatásával
készült



Nemzeti
Kulturális
Alap



MESSE
MÜNCHEN

Merüljön el és fedezze fel a laboratóriumok világát!



analytica

Információ: Promo Kft., Müncheneri Vásárképviselőt
Tel.: +36 1 224 7764, e-mail: messemunchen@promo.hu

A laboratóriumi technológiától és analitikától a biotechnológiáig és az analytica konferenciáig: a laboratóriumi világ gyors ütemben fejlődik – az analytica kiállításon pedig Ön a fejlődés középpontjában áll.

A laboratóriumi technológia, analitika és biotechnológia vezető világására 55 000 m²-en kínál teljes körű piaci áttekintést. Találkozzon iparági vezetőkkel és szakértőkkel, fedezze fel a világújításokat, és találja meg az igényeihez legjobban illő megoldást.

2026. március 24-27., München analytica.de



SZERKESZTŐSÉG:

Felelős szerkesztő: LENTE GÁBOR
KISS TAMÁS örökös th. főszerkesztő
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE

Szerkesztőbizottság:

KEGLEVICH GYÖRGY,
a szerkesztőbizottság elnöke,
BÁLINT MÁRIA, BUZÁS ILONA,
DOMBRÁDY ZSOLT, FABIÁN 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 számainak honlapunkon

(mkl.mke.org.hu) olvashatók

Index: 25 541

HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)

HU ISSN 1588-1199 (online)

DOI: 10.24364/MKL.2026.03

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



Sokan várjuk a tavaszt: a természet újraéledését, energiáink megsokszorozódását, az újrakezdés lendületét. Ebbe a megújulásba illeszkedik a Magyar Kémikusok Lapja márciusi száma, amely ezúttal is színes és tartalmas olvasmányokkal jelentkezik.

Nagyjaink munkássága előtt tisztelgve olvashatunk Marie Curie és Hajós Zoltán kiemelkedő eredményeiről, elbúcsúznak Fogassy Elemér professzortól, megismerhetjük a Greifswaldi Egyetem falai között évszázadokon átívelő oktató-kutató tevékenységet és annak tárgyi emlékeit, és egy kicsit közelebről megismerkedhetünk Tóth Ágotával, akinek a Szegedi Tudományegyetem közössége az első JATE-díjjal ismerte el az életművét. Óbudaiként megdobbán a szívem, ha a textilkémiáról látok frást, hiszen a Goldberger Textilgyár és a Textilfestő környékén (Hol vannak már?!) nőttem fel. És nem feledkezünk meg a kémiai biztonságról sem, amely a mindennapjaink elengedhetetlen része az ipari termelés valamennyi területén.

Elnézve a kémikusok több generáción átívelő tevékenységét, a kémia szinte megelevenedik előttünk: színes és szagos, érdekes és izgalmas, olykor misztikus tudományként, amely újra és újra magára vonja az érdeklődést. Ugyanakkor a társadalmi turbulenciák éreztetik hatásukat, az örvénylés bizonytalanságot, a bizonytalanság a bizalom gyengülését eredményezi. Márpedig a bizalom drága kincs.

Általános értelemben a társadalom tudományba vetett bizalmáról kell gondolkodnunk. Arról a törékeny, mégis nélkülözhetetlen bizalomról, amely nélkül a tudományos működés nem lehet igazán eredményes. Szűkebb értelemben a kémikustársadalom számára ez a bizalom az adatok megbízhatóságában, a módszerek átláthatóságában és az eredmények reprodukálhatóságában ölt testet. Tágabb összefüggésben azonban – ahogy növekszik a bizonytalanság, és gyengülnek a megbízhatóságot erősítő eszközeink – egyre inkább felmerül a kérdés: milyen személyes lehetőségeink vannak arra, hogy saját környezetünkben aktívan hozzájáruljunk a bizalom építéséhez?

Francis Fukuyama közgazdász szerint a gazdasági és társadalmi jólét alapja a magas szintű társadalmi bizalom. A bizalom egyúttal felelősség is: nem hangos, nem látványos. Nem a túlzott magabiztosságból születik, hanem az alapos (mesterségbéli tudáson alapuló) meggondoltságból, a következetességből és a hosszú távú gondolkodásból.

Kellemes feltöltődést!

2026. március

Ziegler Ildikó

Ziegler Ildikó

az MKE Gazdasági Bizottság elnöke

TARTALOM

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

Célunk, hogy a mai kihívásoknak megfelelő, értő és gondolkodó diákokat neveljünk.

Beszélgetés **Tóth Ágota** JATE-díjas egyetemi tanárral

70

BIZTONSÁGI JELZÉSEK ÉS KÉMIAI BIZTONSÁG

Agárdi Tamás: Miért piros a tiltás és zöld a menekülés?

A színek és formák pszichológiája a biztonsági jelzésrendszerekben

72

MEGEMLÉKEZÉS

Hargittai István: Száz éve született Hajós Zoltán, az aszimmetrikus szerves katalízis úttörője

74

Huszthy Péter: In memoriam Fogassy Elemér

76

SÉTÁK A TUDOMÁNY KÖRÜL

Inzelt György: A Greifswaldi Egyetem és Peenemünde múzeuma

78

VEGYIPAR- ÉS KÉMIATÖRTÉNET

Hosztafi Sándor: Marie Curie doktori dolgozata és az 1903-as fizikai Nobel-díj.

Második rész

83

Kutasi Csaba: A textilkémia fejlődése, főbb részterületei korunkban. Első rész

88

VEGYÉSZLELETEK

Lente Gábor rovata

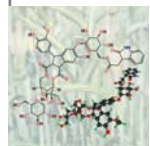
92

A HÓNAP KÉMIAI PUBLIKÁCIÓJA

94

A HÓNAP HÍREI

95



Címlapunkon:

A szekalozid A
képlete és modellje
(lásd Sztereokémiai
rosztalány;
Lente Gábor munkája)



Célunk, hogy a mai kihívásoknak megfelelő, értő és gondolkodó diákokat neveljünk

Beszélgetés Tóth Ágota JATE-díjas egyetemi tanárral

2025. november 15-én ünnepélyes keretek között adták át a Karikó Katalin felajánlása nyomán alapított JATE-díjat. Az oktatói-kutatói kategória kitüntetettjével, Tóth Ágota professzor asszonnyal beszélgetek a nagyszerű esemény alkalmából.

Először is őszinte örömmel szeretnék gratulálni ehhez a megtisztelő kitüntetéshez, melyet az egyetem közössége szavazott meg. Kevés ennél nagyobb elismerés létezik. Akárhivvel beszéltem a környezetemben, csak pozitív visszhangot hallottam, egyetlen ellenvélemény sem hangzott el. Tóth Ágota annyira elismert és szeretett tagja a kémikusok, a kar, de mondhatom, az egyetem közösségének, hogy általános a vélekedés: a legméltóbb személyhez került az első JATE-díj. Ezt nem szükséges kommentálni, csak örülni kell a kivívott ranghoz.

FOTÓ: SAHIN-TÓTH ISTVÁN, SZTE NKI



Nem középiskolás fokon...

Attól tartok, a beszélgetésünk során kevesebb örömet adó témákat is érinteni fogunk, mert az oktatás ügye ma nem a felhőtlen boldogság és elégedettség területe. A természettudományok negatív társadalmi megítélése nehezíti az egyetemek természettudományos szakjainak minőségi beiskolázását. Szép példákat találunk az egyetemek, kémiai vállalatok nyitására a közvélemény befolyásolása érdekében, a társadalmi szerepvállalásra (pl. Richter Nyrt.).

Mit tud tenni és mit tesz (mert szerintem tesz, hiszen közel 30 éven keresztül vezető oktatója voltam az egyetemnek) az SZTE Kémiai Intézete ezen a területen, hogy legalább a régió jó képességű fiataljai érdeklődését felkeltse a kémia iránt?

A Kémiai Intézetnek valóban régóta fontos a kémia szeretetének felkeltése. Ehhez számos példát tudok hozni. A 2000-es években népszerű, nemcsak régiós, hanem országos levelezős feladat-

megoldó-verseny volt a VegyÉszterna, ahol különböző szintű számolási feladatokkal küzdhettek meg az érdeklődők és kaptak levélbeli visszajelzést a megoldásairól. A változásokat követve vettük be a laborgyakorlatokon alapuló „Vegyülj Velünk!” programot, amely a mai napig létezik. Musza Katalin kolléganóm vezetésével például csak 2025-ben közel 400 diákot fogadott a Kémiai Intézet 24 alkalommal. Nem szabad kifejejtenem az egyes iskolák látogatását, amelyek során általában az öregdiákok térnek vissza alma materükbe. A Kari Nyílt Napon is szereplünk kísérletekkel, és a hallgatóink örömmel osztják meg az egyetemi lét mindennapjait, valamint a Kutatók Éjszakáján is mindig telt házzal mennek a laborjaink. Végül az Irinyi János Középsiskolai Verseny vármegyei döntőjét sem szabad kihagynom, ahol Schusztér Gábor kollégám és csapata rengeteg időt és energiát fektet bele újabb és újabb gyakorlatok kitalálásába, hogy a mai kihívásoknak is megfeleljünk és valóban értő és gondolkodó diákokat neveljünk.

Az ismeretterjesztés nagyon fontos terület. A közösségi média felületeit olvasva és emberekkel beszélgetve megdöbbentő, hogy sokan mennyire fogékonyak az áltudományos nézetek iránt. Újra terjednek például a gyerekkori járványok, mint a skarlát vagy a számarköhögés, mert egyes szülők nem engedik beoltatni az újszülött gyermekeiket ezek ellen a fertőző betegségek ellen, így csökken az átoltottság, ami elősegíti ezeket a járványokat. A globális felmelegedés tagadása és a klímakatasztrófa veszélyének elutasítása szintén olyan nézet, amely a jövőnket veszélyezteti. A tudományos ismeretekkel rendelkezőknek feladatuk, hogy fellépjenek az áltudományos nézetek ellen és feltárják a valós helyzetet a közvélemény előtt.

A sikeres ismeretterjesztéshez szükség van jó előadókészséggel rendelkező kémikusokra, akik időt nem kímélve készülnek és élvezetes, közérthető ismeretterjesztő előadásokat tartanak. Sipos Pál kollégám, illetve Lente Gábor, Fábián István kinetikusok kiváló példák, akik teljesen lekötik a laikus közönséget, ugyanakkor megfelelő szakmaisággal tájékoztatják. De Schiller Róbert mint ismeretterjesztő fizikai kémikus nevét sem szeretném kihagyni. Szegeden az ismeretterjesztés egyik népszerű fóruma az SZTE Szabadegyetem, amely már a 36. szemeszterét tartotta 2025 őszén, de a Szegedi Akadémiai Bizottság és a kapcsolódó szakbizottságok is nagy számban tartanak szélesebb hallgatóság számára is követhető szakmai előadásokat.



Fognak a tanárok a közoktatásban. A statisztikai adatok ezt egyértelműen bizonyítják. Továbbá a fiatalabb generációk az egyes tudományágak közötti összefüggések iránt jobban érdeklődnek, mint az egyes tudományokon belüli mélységek iránt. Ez a felismerés vezetett a Z-tanárszak kifejlesztése és meghirdetése irányába. Hogy látod, mennyire váltotta/váltja be ez a kezdeményezés a reményeket?

A tanárok számának növelésére a rövid ciklusú képzés ad egyfajta lehetőséget. A Kémiai Intézetben is sok jelentkező van, akik persze a tanári diploma megszerzése után nem biztos, hogy valóban tanítani fognak, de a szakemberek száma biztosan nő. A Z-tanárszak bevezetése óta még csak néhány év telt el, nincs végzett hallgatónk, így erről nem tudok nyilatkozni. Az biztos, hogy a kémia tanítása során mindig szükség van a többi természettudományos diszciplínára és fordítva is. Nem lehet fizikát, biológiát tanítani kémia nélkül. Mindezekhez persze az egyik legfontosabb a logikus gondolkodás.

Mennyire jelentkezőnek beiskolázási gondok a nem tanárszakok esetén? Az utóbbi években az SZTE a mérnök szakok felé bővítette képzési spektrumát. Hogyan tudta elkerülni ebből adódóan a feladatok megsokszorozódását?

Igen, nagyon örültünk, hogy 2026 januárjában sikeresen lezajlott az első végzős vegyész-mérnök alapszakos évfolyamon a záróvizsga. Büszkék vagyunk végzettjeinkre, és persze nagy feladatot is jelent, hogy a következő évfolyamok is ilyen jól teljesítsenek. A régóta létező molekuláris bionikus mérnök és környezetmérnök szakok oktatásából is kivesszük a részünket. Az együttműködés a Mérnöki Karral, valamint a TTIK intézeteivel lehetővé teszi, hogy a megszorított feladatokat is az elvárt minőségben teljesítsük. A természettudományos alapozásnál például a vegyész- és a vegyész-mérnök-hallgató együttesen hallgat bizonyos kémiaórákat, míg a mérnöki, műszaki tárgyakat a többi, műszaki képzésben levő hallgatóval.

Fognak az egyetemi oktatók is. Utolsó aktív éveim nyugtalanító emléke volt a fiatal utánpótlás hiánya az egyetemeken. Nem látzott javulni a helyzet a doktori képzés többszöri, talán nem egészen átgondolt módosítása kapcsán sem. A Kémia Doktori Iskola a maga módján igyekszik a doktoranduszok tartalmas és eredményes képzését segíteni. Reméljük, ezt fogja megállapítani az iskola közeli akkreditációs felülvizsgálata is.

A Kémia Doktori Iskola vezetőjeként is próbáljuk kinevelni a következő vezetőket, megadva nemcsak a kutatási lehetőségeket, hanem a megfelelő „soft skill”-eket is. A pályázatírás mellett a tudományetika is hangsúlyt kap a képzésünkben Kukovecz Ákos révén. Már a 223. sikeres védésen van túl a doktori iskola. Végzettjeinknek 2025 óta emlékérmével gratulálunk a sikeres védéseikhez. Az utókövetés során pedig azt látjuk, hogy a kémia területén helyezkednek el itthon és külföldön, túlnyomóan az akadémiai szférában.

Hosszabb időt töltöttek férjeddal, munkatársaddal, Horváth Dezsővel az Egyesült Államok egyik minőségi kutatóhelyén. Mit profitáltak leginkább ebből az időszakból?

A nemzetközi kutatóközösséggel ott találkoztunk először. Doktori témavezetőmnek, Ken Showalternek, nemzetközi csoportja volt. 1990-ben, amikor megérkeztünk Morgantownba, Gáspár Vilmos fogadott bennünket a reptéren, és segített a kezdetekkor. Velünk egy időben érkezett Zimbabwéből egy doktorandusz, és kutatá-

sai befejezése előtt állt egy kínai és egy indiai doktorandusz. Munkánkat lengyel, majd német posztdok is segítette. Nagyon sok barátot szereztünk, akikkel most is tartjuk a baráti és a szakmai kapcsolatot. A kutatási területünk alapjait kint sajátítottuk el, de az önálló munkavégzést is ott tanultuk meg doktoranduszként. Oktatóként pedig azt, hogy a szobánk ajtaja mindig nyitva álljon a diákok, munkatársak előtt.

Hogy érzed magad Szegeden? Mi köt Szegedhez és az egyetemhez?

Köszönöm szépen, jól. Mindig van tennivaló, nem unatkozom. Szegeden élek, a családdal nagyon szeretünk itt lenni, bár a hegyek kicsit hiányoznak. Az egyetem pedig második otthonom; az irodáink, laborjaink a város szívében, a Rerrich Béla téren vannak.

Megosztanál velünk valamennyit a családozóról (bár már elárultam egy keveset az előbbi kérdésben), a hobbitokról, hiszen nem csak munkával telik az élet.

Fiammal és menyasszonyával rengeteget társasozunk, ha együtt vagyunk, de a karácsonyi csoportbulik is a társasjátékok körében telnek. Emellett nagyon szeretünk kirándulni, hegyet mászni, városokat megismerni. És egy hét nyáron a Balatonon mindig fel-frissít, miközben az ősi félévre is megfelelően rá tudunk hangolódni.

További sikereket, hasonló, örömmel teli éveket kívánunk! Köszönöm a beszélgetést.

Kiss Tamás

A JATE-díj és az első díjazottak

Karikó Katalin a József Attila Tudományegyetemhez való tartozását, szoros kötődését akarta kifejezni azzal, hogy az egyetem nevét, a JATE-t megőrzi egy díjjal és Nobel-díjának jelentős részét is felajánlja.

A JATE-díj nevében és szellemében is ötvözi hagyományaink tiszteletét és az innovációt. Múltunkra utal nevében, ugyanakkor új aspektust jelenít meg kitüntetésrendszerünkben azzal, hogy a lehetséges díjazottakat egyetemi közössége tagjai jelölhetik. Szintén egyedi az elismerés abból a szempontból is, hogy három kategóriájával – hallgatói, oktatói-kutatói és alumnus – lefedje a teljes szegedi egyetemi polgárságot.

Az első díjakat 2025. november 15-én, az egyetem napján tartott díszünnepségen Czikkely Márton Simon orvos doktorandusz, Tóth Ágota vegyész professzor és Ilia Mihály irodalomtörténész vette át műalkotás és díszoklevél formájában; a kitüntetés 5000 dollár pénzjutalommal is jár.

Tóth Ágota a szegedi egyetemen szerzett vegyész diplomát 1990-ben, később pedig PhD-fokozatot. Eredményekben gazdag amerikai kutatói időszak után tért vissza alma materébe. A nemlineáris kémiai dinamika nemzetközileg elismert kutatója. Kiemelkedő tudományos szervező és irányító tevékenysége meghatározó volt abban, hogy a Fizikai és Anyagtudományi Tanszék az SZTE fontos és nemzetközileg is magasan jegyzett tudományos műhelyévé vált. Kimagasló oktatói tevékenysége elismeréseként három alkalommal is neki szavazták meg az egyetemisták az SZTE TTIK Aranykréta-díját. Tóth Ágota a Kémia Doktori Iskola vezetője, akitől hallgatók generációi tanulnak nemcsak fizikai kémiát, hanem emberséget, szakma iránti alázatot és tudomány iránti szenvedélyt, elkötelezettséget.

Agárdi Tamás

■ AFV Kft. (tabla.hu)

Miért piros a tiltás és zöld a menekülés?

A színek és formák pszichológiája a biztonsági jelzésrendszerekben

A biztonsági jelzések szín- és szimbólumrendszere nem dekoráció, hanem célzott kockázatkommunikáció: olyan vizuális „gyorsnyelv”, amelynek akkor is működnie kell, amikor az ember siet, fáradt, zajos környezetben dolgozik, vagy éppen stresszhelyzetbe kerül. Egy laborajtó előtt például ritkán történik meg, hogy valaki hosszan elemezni kezdi a feliratokat. Inkább egyetlen pillantással próbálja eldönteni: beléphetek-e, mit kell felvennem, mi a fő veszély és mit tilos csinálni. Ugyanez igaz a tűzjelzők és a tűzvédelmi eszközök gyors megtalálására, illetve a menekülési útvonalak követésére: vészhelyzetben a másodperc töredéke áll rendelkezésre, hogy a jelzést az agy feldolgozza és megértse.

A színpszichológia munkabiztonsági környezetben viselkedésirányítási eszköz. A szín képes érzelmi készenléti állapotot kiváltani (riasztás, óvatosság, biztonságérzet), az érzelem pedig cselekvésre mozgósít. Úgy foglalhatjuk össze, hogy „az érzelem motiválja a cselekvést”: ha a szín jó, a jelzés nemcsak tájékoztat, hanem reakciót is kivált. [1] Az ergonómia tudománya a jelzést hatásláncként írja le: észlelés, figyelem, megértés, elfogadás, majd magatartás. [2] A szín itt kettős előnyt ad: egyrészt kiemeli a jelzést a háttérből (feltűnőség), másrészt azonnali „előminősítést” ad a helyzetről (veszélyes – óvatosság szükséges – biztonságos). [2]



A piros ezért lett a tiltás és a sürgősség tipikus jelzőszíne. A kutatási összefoglalók alapján a piros szín átlagosan a legmagasabb veszélyességi megítélést váltja ki, vagyis gyors „állj meg” jellegű belső készletet támogat. [2] Tiltásnál a cél a magatartás megszakítása: „ne folytasd”, „ne lépj be”, „ne használd”. A piros intenzitása és erős kontrasztképessége (különösen fehér háttérrel) segíti a figyelem gyors áterelését. [1] Ugyanakkor a jó jelzésrendszer nem támaszkodik kizárólag a színre: a tiltás jelalakja (kör, átlós sávval) és a piktogram redundáns biztonsági biztosíték. [3] Ez azért fontos, mert a piros más funkcióban is előfordulhat, például tűzvédelmi eszközöknél; ott ugyan a szín azonos, de a jelalak (jellemzően négyzet) és a szimbólum egyértelműen elválasztja a jelentést. [3]



A sárga és a narancs inkább az „éberen dolgozz” üzemmódot támogatja. Ezekkel a színekkel többnyire nem a teljes leállítás a cél, hanem a fokozott óvatosság és a kockázat tudatosítása: „veszélyforrás lehet a közelben, figyelj a lépésekre”. [1,2] A laborban ez mindennapos: fröcskenés, gőzök, reakcióhő, nyomás alatt álló rendszerek vagy bármilyen veszélyt jelentő minták kezelése esetén a jelzés feladata, hogy a dolgozót „óvatossági üzemmódba” kapcsolja, és ráhangolja a figyelmes munkavégzésre. A szakirodalom a narancsot kifejezetten figyelemfelkeltő, óvatosságra intő színeként írja le,

amely sok helyen a védőeszközök szükségességét is kiemeli. [1] A sárga ezzel rokon, de gyakran kevésbé pánikkeltő: az éberségi szintet emeli, miközben segít a kontrollált, nem kapkodó viselkedés fenntartásában. [1]



A kék a kötelező magatartások színe: „ezt most tedd meg”. A kékhez sokszor rend, megbízhatóság és utasításkövetés társul, ezért jól működik olyan jelzések-nél, ahol a biztonság a helyes eljárás végrehajtásán múlik (védőszemüveg, kesztyű, arcvédelem, kézmosás). [1] A kék üzenete jellemzően nem fenyeget, hanem rendszert ad: tisztázza a minimumkövetelményt és a szabályos munkavégzést hangsúlyozza. Itt a piktogram egyértelműsége kritikus, mert a jelzésnek konkrét teendőt kell kijelölnie, és nem szabad vitának teret hagynia. [3]



A zöld a menekülés és a „biztonságos állapot” színe, mert pszichológiailag nem a veszélyt erősíti, hanem a biztonságos megoldást jelöli ki. Menekülés közben a bizonytalanság a legnagyobb kockázat: ha valaki nem tudja, merre a kijárat, lelassul, rossz irányt választ, vagy torlódást okoz. A zöld megnyugtató, „engedélyező” jellegű, és azt üzeni: erre van a kijárat, erre van a segítség. [1] A kutatások szerint a zöld általában alacsonyabb veszélyességi megítéléssel jár, [2] ezért alkalmas menekülési útvonalak, elsősegélyhelyek, szemmosók és vészruhanyok jelölésére. [3]

A színek mellett a piktogramok adják a jelzés nyelvfüggetlen magját: egy kép sokszor gyorsabban értelmezhető, mint bármilyen szöveg. [1] A koponya és a keresztcsont a mérgező/halálos veszélyt, a láng az éghető anyagot vagy tűzveszélyt, a felkiáltójel az általános figyelmeztetést, a kereszt az elsősegélyt jelöli. A nyi-





lak különösen fontosak meneküléskor: nemcsak kijáratot jelölnek, hanem cselekvési irányt adnak, ezzel csökkentik a hezitálást. [1] A jelzések értéke sokszor ott dől el, hogy mennyire egyszerű és egyértelmű a piktogram, illetve mennyire következetes az egész munkahely területén. A biztonsági piktogramokat az ISO 7010 rendszere egyesíti. [5]

A gyakorlatban a hatás nemcsak a jó színen múlik, hanem a következetességen is. Fontos a konzisztens használat és az ismétlés szerepe: ha ugyanazt a jelentést mindig ugyanazzal a szín-jelalak-piktogram kombinációval látjuk, a felismerés gyorsul, a szabálykövetés javul. [1,2] Ugyanezért kockázatos a jelhalmozás: egy túlszűfolt laborajtó lassítja a döntést és növelheti a téves értelmezés esélyét. [2] Célzerű a jelzéseket hierarchiába rendezni (tiltás – kötelezés – figyelmeztetés – kiegészítő információ). Végül: a menekülési útvonalak és a tűzvédelmi jelzések esetében a láthatóság műszaki oldala is kulcs: a jelanyagok színmérési és fénytechnikai tulajdonságait (kontraszt, megvilágítás, fotolumineszcencia vagy utánvilágítás) külön szabvány tárgyalja, mert vész-

helyzetben a jelzésnek rossz látási viszonyok között is működnie kell, láthatónak kell lennie. [4]

Összességében a piros tiltás és a zöld menekülés mögött nem pusztán hagyomány áll, hanem pszichológiai hatásmechanizmusokra épített, szabványosított jelzéslogika is. A piros leállít, a sárga és a narancs óvatosságra hangol, a kék végrehajtást kér, a zöld pedig utat mutat a biztonságérzetet ad – a jelalakok és a piktogramok pedig mindezt bebiztosítják akkor is, ha a környezet nem ideális. [1,2,3]



IRODALOM

- [1] Kevin Fipps: The psychology behind colors and symbols in safety messaging. Graphic Products (2023) június 8.
- [2] Wogalter, M. S., Mayhorn, C. B., Zielińska, O. A.: Use of Color in Warnings. In: Handbook of Color Psychology, 2015.
- [3] ISO 3864-1: Biztonsági színek és biztonsági jelek – 1. rész: A biztonsági jelek és jelölések tervezési elvei.
- [4] ISO 3864-4: Biztonsági színek és biztonsági jelek – 4. rész: A jelanyagok színmérési és fénytechnikai tulajdonságai.
- [5] ISO 7010: Grafikai jelek – Biztonsági színek és biztonsági jelek – Regisztrált biztonsági jelek.

Közel 700 milliós beruházással indítja az évet az Sz. Variáns

A debreceni családi vállalkozás, az Sz. Variáns Kft. 660 millió forintos beruházás keretében üzemelte be az 5 szín + lakkozásra képes Heidelberg UV-nyomdagépét, amely 2026-tól jelentősen növeli prémium és luxuscsomagolási kapacitását. A fejlesztés a Demján Sándor Program támogatásával valósult meg. A program a teljes beruházási költség 29%-át, mintegy 200 millió forintot finanszíroz, míg a fennmaradó összeget a vállalat saját és egyéb forrásokból biztosítja. A vállalkozás 2025-ben – a nehéz iparági környezet ellenére – stabil, 5% alatti növekedést ért el, 2026-ra pedig 10%-os bővülést tervez.

A cég 73 alkalmazottat és 100 megváltozott munkaképességű dolgozót foglalkoztat, forgalma megközelíti a 2 milliárd forintot, eredményességét az elmúlt évtizedben több mint 60%-kal növelte. Évente több tízmillió darab exkluzív minőségű csomagolást gyártanak 4500 m²-es telephelyükön, több mint 30 high-tech munkagépet üzemeltetve. Termelésük 85%-a belföldre, 15%-a külföldre kerül, főként Szlovákiába (5%), Romániába (5%), Ausztriába (3%) és Németországba (2%). Több mint nyolc éve a LEAN szemlélet



szerint optimalizálják gyártásukat is. Az új nyomdagép jelentősen támogatja ezt a hatékonyságnövelő törekvést. Az eszköz komplex nyomtatási feladatokra alkalmas, többek között fémgözzölt és zárt felületű alapanyagokon is.

Az Sz. Variáns Kft. egyik legfontosabb erőssége az innováció és a környezettudatosság egyensúlyának megteremtése, amely nemcsak a hazai, hanem a nemzetközi piacokon is markáns megkülönböztető jegyként jelenik meg.

A szemlélet kézzelfogható eredménye az új Heidelberg UV-nyomdagép beüzemelése, amely a csomagolóipari nyomtatás jelenlegi csúcstechnológiáját képviseli, és szinte minden alapanyag – a kartontól a műanyag bevonatú íveken át egészen a fémgözzölt és egyéb zárt felületű hordozóig – egyenletes minőségű nyomatok előállítását teszi lehetővé.

Az UV-technológia sajátossága, hogy a festék a felvitel pillanatában azonnal rögzül a felületen, így megszünteti a hagyományos nyomtatási eljárásoknál gyakran jelentkező festékelkenődést, lehúzóást, tapadási problémákat és a hosszú száradási időt. Ennek köszönhetően a nyomatok színvilága élénkebb, a felületek hibátlanok, a végeredmény pedig minden szempontból a prémium minőséget képviseli.

Az Sz. Variáns Kft. több mint nyolc éve alkalmazza tudatosan a LEAN szemléletet, amelynek középpontjában a gyártási folyamatok során keletkező veszteségek következetes csökkentése áll. A most beüzemelt eszköz több ponton is közvetlenül támogatja ezt a törekvést. Az azonnali festékszáradásnak köszönhetően megszűnik a várakozási idő, miközben a fejlett automatizáltság és az intelligens előkészítő szoftverek jelentősen mérséklik a selejtarányt és az újryomások számát. A gyorsabb beállási folyamatok, az automatikus lemezcsere és a pontos színkezelés révén csökken a felesleges anyagfelhasználás is. Ennek eredményeként a gyártás kiszámíthatóbbá, hatékonyabbá válik, miközben a magas színvonal változatlanul megmarad.

(<https://www.muszaki-magazin.hu>)

DD

Hargittai István

■ BME Szeretlen és Analitikai Kémia Tanszék

Száz éve született Hajós Zoltán, az aszimmetrikus szerves katalízis úttörője

A 2021-es kémiai Nobel-díjat „az aszimmetrikus szerves katalízis kifejlesztéséért” ítélték oda az 1968-as születésű Benjamin Listnek, a müncheni szénkutatási intézet kutatójának és az ugyancsak 1968-as születésű David MacMillannak, a Princeton Egyetem kémia professzorának. A díj odaítélését a kémikus társadalom elégedetten fogadta, mert a terület hatalmas fejlődésében valóban meghatározó szerepet játszott a két kitüntetett tudós. Aki ismerte valamennyire a vonatkozó kutatásokat, tudta, hogy az első aszimmetrikus szerves katalízist nem a két újdonsült Nobel-díjas hajtotta végre, amit a Nobel-díj indokolása sem állított, mert a történet sokkal régebbre nyúlik vissza. A kémiai Nobel-díj Bizottság a következőképpen foglalta össze [1]:

„Ezt a munkát néhány fontos felfedezés előzte meg. Az 1970-es évek elején Hajós és Parrish (1971, 1974), valamint Eder, Sauer és Wiechert (1971) csoportjai függetlenül egymástól úttörő eredményeket jelentettek meg az aszimmetrikus katalízis területén. Bizonyították, hogy az *L*-prolin katalizálja az akirális triketon ciklizációját, aminek eredményeként Wieland–Miescher-ke-ton keletke-

zik (Hajos–Parrish–Eder–Sauer–Weichert- vagy HPESW-reakció), amely számos természetes termék szintézisének fontos közbenső terméke (*kiemelés tőlem*). A HPESW-reakciót például szteroidok szintéziséhez használják. A reakció nagy hozammal zajlik...

Wiechert és munkatársainak cikke meglehetősen lakonikus, és nem nyújt információt a reakció hatóköréről és mechanizmusáról. Ezzel szemben Hajós és Parrish egy karbinolamint tartalmazó mechanizmust javasolt, amely ma már elavult, mivel tudjuk, hogy a reakció enaminkatalízisen keresztül zajlik, de ami talán fontosabb: Hajós és Parrish felismerte, hogy a *prolinkatalizátor ugyanazt a szerepet tölti be, mint egy enzim (kiemelés tőlem)*. Ezeket a tanulmányokat azonban nem folytatták, és így nem ismerhették fel a királis aminok aszimmetrikus enaminkatalízisben való alkalmazásának általános koncepcióját.”

A Nobel-díj indoklása és az előbb idézett történet szerint a két díjazott tevékenysége a módszer elterjedéséhez vezetett. Ez azonban nem változtat azon, hogy Hajós Zoltánt (1926–2022) méltán tekinthetjük az aszimmetrikus szerves katalízis egyik úttörőjének.

Lapazon: 218

Hajós Zoltán György

Született: Budapest, 1926. évi szeptember 3. napján

callási: az 1926-iki tanév szeptember hónapban a gimnáziumi rendszertől

érettségi bizonyítvány alapján a m. kir. József Nádor Műegyetem vegyészmérnöki osztályára rendes hallgatóul felvett.

Tantárgy	Értékelés	Tantárgy	Értékelés
Kémia I. I.	4	Szerves kémia	4
Kémia II. I.	4	Szerves kémiai reakciók	4
Matematika	4	Kémiai technológia I. I.	5
Kísérleti Kémia	3	Kémiai technológia II. I.	4
Árnyéktan	5	Technikai mikrobiológia	6
Kémiai analitika	4	Analitikai kémia II. I.	4
Analitikai kémia I. I.	4	Géptan	4
Géptan	5	Élektéchnika	5
Géptan	5		
Üvegtechnika	4		
A királyi kerületi iskolákban	4		

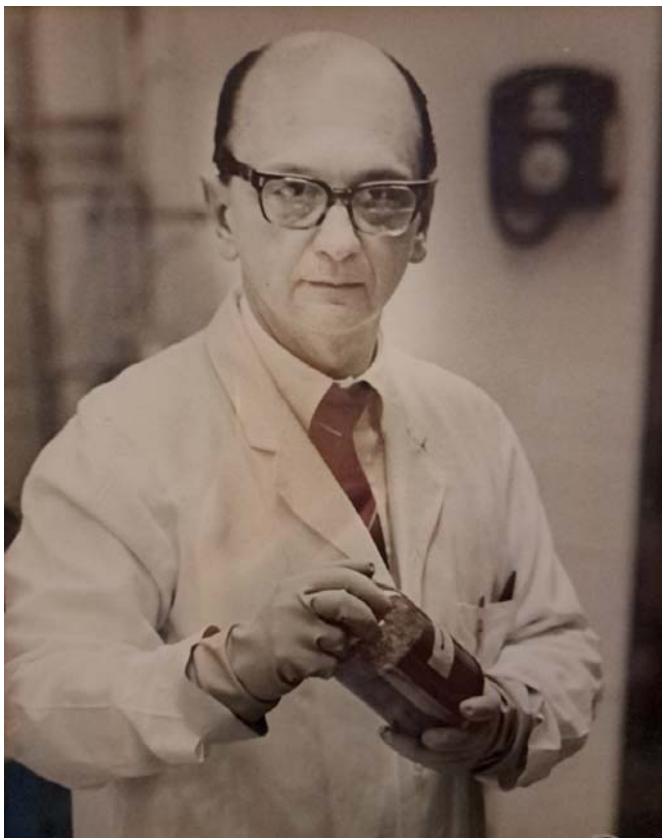
Lapazon: 218

Tantárgy	Értékelés	Tantárgy	Értékelés
Műveleti technika	6	Élelmiszer-kémia II. I.	5
Élektéchnika	6	Tesztelési gyakorlatok	6
Kémiai technológia II. I.	5	Műveleti technika gyakorlatok	5
Teljesítés	5	Mikrobiológiai gyakorlatok	6
Technikai mikrobiológia	4	Közgazdaságtan	5
Élelmiszer-kémia I. I.	3	Magyar nyelvtan	3
Műveleti technika	4	Élelmiszer-kémiai gyakorlatok	4
Kémiai technológia gyakorlatok	4	Élelmiszer-kémiai gyakorlatok	5
Kémiai technológia gyakorlatok	5	Váratlan ismeretek	6
Általános tudományok	6	Magyar nyelv és irodalom	6
Teljesítés	6	Gyógyászat	6
		Műveltség	6

Távoktatási bizonyítvány kiadott: 22. évi

Leckönyv másolat kiadott: 23. évi

Hajós Zoltán
budapesti
lecke-
könyvének
két oldala



Hajós Zoltán a laboratóriumban

A képet Hajós Zoltán szíveségéből közöljük

Hajós Zoltán György 1926. március 3-án született. Középiskolai tanulmányait a Trefort utcai gyakorlógimnáziumban végezte. A Budapesti Műszaki Egyetemen tanult, 1947-ben Csűrös Zoltán tanítványaként diplomázott. Végzés után a Műegyetemen maradt, tanársegéd lett, az egyetemi doktorátust 1950-ben szerezte meg. 1957-ben hagyta el Magyarországot.

Amerikában elsősorban gyógyszervállalatoknál dolgozott kutatóként, és csak három rövidebb időszakot töltött egyetemen. Legjelentősebb publikációja a prolinkatalizált aszimmetrikus szintézis leírása volt 1974-ben. Ebben szerepelt az a kitétel, hogy az általa kialakított kémiai rendszer olyan biológiai rendszer modelljének tekinthető, amelyben a királis prolinmolekula játssza az enzim szerepét. Ez a kijelentés akkor annyira forradalmi volt, hogy a kézirat lektora ki akarta hagyatni a cikkből. Hajós azonban ragaszkodott hozzá, így a cikk ezzel a mérföldkő-jelentőségű megállapítással jelent meg (lásd alább is). Ezt a dolgozatot más szerzők közel *ezerszer* idézték, ami széles körű ismertséget jelez és hasznosságot feltételez. Egyetlen „kitüntetéséről” tudunk: 2013 májusában megkapta a Műegyetem vasdiplomáját, amelyet a 65. éve végeztek kapnak meg.

Írásom célja nem a panaszkodás. Nem azt teszem szóvá, hogy Hajós Zoltán nem kapott a 2021-es kémiai Nobel-díjból, bár erre lett volna lehetőség, hiszen a maximálisan lehetséges három hely közül egy kihasználatlan maradt. Visszatekintve azonban nehezen lehetett volna kiválasztani a történetben szereplő kutatók közül azt az egyet, akit érhetett volna ez a tisztesség. Az eredmények értelmezését tekintve a névsort Hajósra és Parrishra lehetett volna szűkíteni, ami még nem oldotta volna meg a díjat odaítélők problémáját.

Hajós Zoltánra azonban az érdemei és nem a kimaradt Nobel-elismerés miatt kell emlékeznünk. Szomorú, hogy a BME vasdiplomája és a Nobel-díj között számtalan más lehetséges elismerés elkerülte Hajóst. Nem volt ismert vagy elég ismert. Az én figyelmet először Soós Tibor fordította Hajós felé, és Soós helyesen látta, még a 2021-es Nobel-díj előtt, hogy Hajós több elismerést érdemelne, egyáltalán érdemelne valamilyen elismerést, hiszen a vasdiplomát inkább életkorért, semmint teljesítményért adják.

Nem ritka, hogy csak valamilyen különlegesen nagy kitüntetés nyomán vagy más körülmények hatására vesszük észre sok külföldre szakadt magyar tudós teljesítményét. A közelmúlt szembevetülő példái közé tartozik Karikó Katalin és Krausz Ferenc „felfedezése”. Karikó Katalin mostanában nagyvonalúan nyilatkozik arról, amit hazai pályafutása során alma materétől kapott. Ha rögös karrierjének sovány éveiben kapott volna hazai elismerést és támogatást, az sokat jelenthetett volna számára. Karikó esetében még a Nobel-díj előtt megtörtént a hazai elismerés, de ne álltassuk magunkat, ha nincs Covid-járvány, ez sem történt volna meg. A Magyar Tudományos Akadémia 194. közgyűlésén, 2021. május 6-án tartott lenyűgöző előadásának végén finoman utalt erre: „Ma nem lettem volna itt bizonyára, hogy ha ez a pandémia nem történik. Kívánnám is, hogy ne legyek itt – akkor nem lett volna pandémia.”

Hajós Zoltánnal élete utolsó éveiben leveleztem. Személyesen nem találkoztunk a pandémia miatt, bár az utolsó éveket Budapesten töltötte; éppen a pandémia miatt kellett megnyújtania egy hazai látogatást. Roppant szerénynek tűnt levelezésünkben és nagyon örült, amikor írtam róla az *Élet és Irodalom*-ban [2]. Magyarországon tanult, itt tette meg kutatói pályájának első lépéseit, majd Amerikában ért el világra szóló felfedezést, amire most és a jövőben is tanulságos emlékeznünk.

Befejezésül idézzünk röviden Hajós Zoltán soraiból, amelyeket a 2021-es Nobel-díj kihirdetése után írt [3]. Szavaiban semmi keserűség nincs, ellenkezőleg: „Ezeket a gondolatokat azért írtam le, hogy arra inspiráljam a fiatal generáció kémikusait általában, a szerves kémikusokat pedig különösen, hogy folytassák törekvéseiket a kiválóság elérése érdekében. Javasolom, olvassák el a *Chemical and Engineering News* szerkesztőjének címzett »Setting the Record Straight« című levelemet [4]. A 2014. július 7-i számban közölték, később a *ResearchGate*-en is megjelent. A levél utolsó mondata így hangzik: »Hangsúlyozni szeretném, hogy 88 évesen nem elismerést keresek, csak elfogulatlan tudósítást.« Ha ez 2014-ben igaz volt, akkor 2021-ben is igaznak kell lennie, amikor elértem a nehezen elérhető 95,5 éves kort. 1974-ben, a cikk benyújtásakor, a *Journal of Organic Chemistry* folyóirat egy lektora azt akarta, töröljem azt a mondatot, amelyben a prolinra egyszerű enzimeként hivatkoztam. Csak akkor, amikor közöltem, hogy a mondat nélkül nem publikálom a cikket, engedélyezték a cikk megjelenését a mondattal együtt.» Ennek lényege az volt, hogy az eredmények egy biológiai rendszer egyszerűsített modellje példájának tekinthetők, amelyben az (S)-(–)-prolin enzimeként működik. Megjegyzem még, hogy a Hajós–Parrish-cikk levelező szerzőjeként Hajóst tüntette fel.

Köszönetnyilvánítás. Batalka Krisztinának, a BME Levéltára vezetőjének és Pálinkás Márk levéltárosnak köszönöm az itt idézett dokumentumot.

IRODALOM

- [1] The Nobel Committee for Chemistry (2021). Enamine and iminium ion-mediated organocatalysis. Stockholm: The Royal Swedish Academy of Sciences.
- [2] Hargittai István, Magyarok és Nobel-díjak. *Élet és Irodalom* (2022) 66/4, január 28.
- [3] ReflectionstotheEnamineandIminiumIon-MediatedOrganocatalysis.pdf
- [4] Hajós, Z. G., Setting the Record Straight. *Letters, Chemical & Engineering News* (2014) July 7.
- [5] Hajós, Z. G., Parrish, D. R., Asymmetric Synthesis of Bicyclic Intermediates of Natural Product Chemistry. *J. Org. Chem.* (1974) 39, 1615–1620.

In memoriam Fogassy Elemér

Fogassy Elemér, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem emeritusz professzora életének 92. évében, 2026. január 27-én elhunyt.



Budapesten született 1934. június 8-án. Vegyész-mérnöki diplomát 1957-ben, gyógyszer-mérnöki szakmérnöki oklevelet pedig 1966-ban szerzett a Budapesti Műszaki Egyetem (BME) Vegyész-mérnöki Karán. 1957-től 1964-ig a gyógyszeriparban (először a Chinoin, majd az Egis Gyógyszergyárban) dolgozott mint fejlesztőmérnök. Ezután került a BME Szerves Kémiai Technológia Tanszékére, ahol tanársegédként (1964–

1976), docensként (1976–1987), majd 1987-től egyetemi tanárként végezte oktató- és kutatómunkáját. 1991-től 1999-ig volt a Tanszék vezetője, majd 2005-ig kutató főmérnök-ként dolgozott. Oktatómunkája felölelte a technológiai jellegű laboratóriumi gyakorlatok vezetését, a „Gyógyszerkémiai alapfolyamatok”, a „Gyógyszeripari technológia” és a „Kémiai technológiák alapjai/Vegyipari technológiák” című tárgyak előadását. Fogassy Elemér kiváló oktató volt, a diákok nagyon szerették és tisztelték, mindig nagy elismeréssel beszéltek róla. A BSc- és MSc-záróvizsgákon személyesen is meggyőződtem segítőkész, hallgatóbarát megnyilvánulásairól. Témavezetésével nagyszámú sikeres szakdolgozat, diplomamunka és TDK-dolgozat született. Kiemelendő, hogy 18 sikeresen megvédett PhD-értekezés is készült irányítása alatt.

Kutatási területe a gyógyszeripari technológiák kidolgozása, különösen az enantiomerelválasztás módszereinek kutatása és az enantiomerfelismerés vizsgálata volt. A tiszta optikai izomerek előállítására egyre nagyobb jelentőségű nemcsak a kutatásban és a gyógyszeriparban, hanem a növényvédőszer-, élelmiszer- és kozmetikai iparban is. Ezekben a területeken Fogassy professzor nemcsak hazai szinten, hanem nemzetközi mércével mérve is kimagasló eredményeket ért el. A hazai gyógyszeripar területén 14 ipari gyártástechnológia (Dihidroklorotiazid, Klorotiazid, Jumex, Prostaglandinok, Mellipramin, Tizercin, Klorocid, Dopegyt, Hibernál, Krizantémsav, Levamisol, Tamsol, Duloxetin, Pregablin) kidolgozásában, számos gyógyszer (pl. Probon, Tolperizon, Trimetoprim, Grandaxin, Flumequin, Diltiazem stb.) fejlesztésében

Interjú a Jedlik Ányos-díj átadása alkalmából (2022)



vett részt, vagy hasznosították a munkáját. Gyógyszeripari tevékenysége eredményeképpen munkatársaival több mint 110 találmányi bejelentést tett.

Munkásságát számos elismeréssel jutalmazták, melyek közül kiemelendő a Kiváló Feltaláló arany fokozat (négy alkalommal), a Varga József-érem, a Jedlik Ányos-, a Csűrös Zoltán-, a Szent-Györgyi Albert- és a Gábor Dénes-díj, valamint az Akadémiai-Szabadalmi Nívódíj. Két alkalommal volt a Vegyész-mérnöki Kar kiváló oktatója. Emlékszem, hogy amikor a Kajtár-Hollósi-emlékplakettet átvette, két hölgynek mondott külön köszönetet: az egyik Ács Mária, aki munkatársa, felesége és gyermekeinek édesanyja, a másik pedig Pálovics Emese, aki több évtizedig odaadó munkatársa volt.

Elemér nagy figyelmet szentelt munkatársainak és szimpátiával fordult felénk még magánéleti kérdésekben is. Észrevette, ha valakinek rossz kedve volt, és mindig tudott valami biztatót mondani, amivel erőt öntött az emberekbe.

Az 1980-as évek derekán a CH épület „Műterem” laborjában dolgozó kutatócsoportunkba került doktoránsként két kiváló kémikus (Greff Zoltán és Keskeny Ernő), akik Fogassy Elemér professzor úrnál végeztek TDK-munkát, majd szintén az ő témavezetésével diplomáztak. Nemcsak szakmai, hanem emberi tulajdonságairól is nagy elismeréssel és szeretettel beszéltek róla. Elemért tekintették második édesapjuknak. Ernő mesélte nekem, hogy másodéves korukban, amikor pont Elemérnél vizsgázott, Zoli a vizsgára történő várakozás közben epileptikus rohamot kapott, így kihívták a mentőket. Ernő félbeszakította a vizsgát, és mivel Zoli legjobb barátja volt, elkísérte őt a kórházba, majd vilamossal visszament Elemérhez. Elemér Zoli állapotáról pozitív visszajelzést kapva, megkérdezte Ernőt, hogy szeretné-e befejezni a vizsgát, vagy halasszák el. Ernő azt mondta, fejezzék be. Az ötös beírása után Elemérrel még több mint egy órát beszéltek Zoli egészségi állapotáról. Ernőt nagyon rosszul érintette, hogy a mentőorvos azt mondta, nem lenne szabad Zolinak folytatnia a vegyész-mérnöki képzést. Szerencsére Elemérnek sikerült megnyugtató lehetőségeket felvázolni és Ernőt megnyugtatni. Pár nappal később Zoli is ötösre vizsgázott Elemérnél.

Keskeny Ernő azt is mesélte, hogy egy alkalommal, amikor este egy zenekarban kellett fellépnie, és labor után nem lett volna ideje hazamenni a gitárjáért, eldugta a hangszerét a laborban egy általa biztonságosnak vélt helyre. Valaki azonban megtalálta, és körbekürtölte, hogy egy gitárt talált. Elemér kérdésére, hogy kié, Ernő bevallotta, hogy az övé. Amikor Ernő elmesélte a körülményeket, Elemér lelkesen azt mondta, nagyon örül annak, ha a kollégáknak hobbiuk van. Szerinte a hosszú munkanap után mindenkinek szüksége van valamire, amivel „fel tudja lazítani az agyát”, hogy a következő nap frissen tudjon gondolkodni.

A következő anekdota Elemérről származik: „Amikor pályakezdő mérnök voltam a Chinoinban, a művezető kezdetben csak „Fogassy úr”-nak szólított. Csak később, amikor egy fontos problémát sikerült megoldanom, ami a művezetőnek is nagyon tetszett, kezdett el „mérnök úr”-nak hívni. Tudod, milyen nehéz volt az ötvenes években az én nevemmel érvényesülni? Gondold csak el: a nevem végén két s és egy y van!”

Fogassy Elemérrel személyesen először a 80-as évek elején a BME Vegyész-mérnöki Karának Vegyésznapokkal egybekötött



„Show's Sonka” vetélkedőjén találkoztam: Ács Máriával egy cirkuszi mutatványnak is beillő artistaszámot adtak elő, ahol Elemér csillogtathatta súlyemelői képességeit. Szorosabb kapcsolatunk közvetlenül „a kémiai tudomány doktora” cím elnyeréséhez szükséges disszertációm védeése után alakult ki. Fogassy professzor is tagja volt a bírálóbizottságnak. Másnap felhívott, hogy beszélgethetünk-e a közös tématerületünkről: vagyis az enantiomerfelismerésről. Természetesen ezt nagy megtiszteltetésnek

éreztem, és nagyon örültem a lehetőségnek. Ezek a beszélgetések, bár nem voltak gyakoriak, rendszeressé váltak. A legutolsó beszélgetésünk körülbelül fél éve volt. Ekkor aggodalmát is kifejezte az általa elkezdett enantiomerelválasztás kutatásának jövőjét illetően a Tanszéken.

Fogassy Elemér elhunytával nemcsak kiváló tudóst, hanem igen jó embert is elvesztettünk, aki példakép volt számunkra.

Nyugodjon békében!

Huszthy Péter

Kálmán Alajos emléktáblát avattak a kőbányai Szent László Gimnáziumban

Az MKE 1996 és 2007 közötti elnöke és a Szent László Gimnázium egykori diákja, prof. dr. Kálmán Alajos tiszteletére dr. Fejér Tibor (az első képen jobbra) kőbányai háziorvos kezdeményezésére emléktáblát avattak a Szent László Gimnáziumban 2025. december 15-én.

Beszédet mondott dr. Bombicz Petra (az első képen középen), a HUN-REN Kémiai Kristallográfia Kutató Laboratórium vezetője és prof. dr. Várnagy Katalin (balra), a Magyar Kémikusok Egyesülete főtítkára.



Az ünnepségen a gimnázium vezetői, tanárai és diákjai mellett tiszteletét tette a Kálmán család is.



WILEY-VCH
 Chemistry Europe

European Chemical Societies Publishing

Chemistry Europe

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

www.chemistry-europe.org



Inzelt György

■ ELTE Fizikai Kémiai Tanszék

A Greifswaldi Egyetem és Peenemünde múzeuma

Greifswaldban sokszor jártam az elmúlt három évtizedben, az egyetemen, a városban és a környékén is közös munkák, konferenciák kapcsán. Sok érdekes és tanulságos élménnyel lettem gazdagabb, amelyeket talán érdemes megosztanom.

Greifswald régi Hanza-város a Balti-tenger partján, a korábbi Német Demokratikus Köztársaság, az NDK területén. A vidék változókéony történelme úgy alakult, hogy a Greifswaldi Egyetem két országnak is az első egyeteme volt. Ha a mai napig nézzük, legalább még három országhoz tartozott a város és az egyetem. A jelenlegi Németországnak a 4. legrégebbi egyeteme; csak a heidelbergi (1386), a lipcsei (1409) és a rostocki (1419) egyetemek előzik meg, és 1456-os alapításával Európa legrégebbi egyetemei közé tartozik. Az alapítását a szokásos négy fakultással (teológia, filozófia, orvostudomány, jog) a pápa és a Római Szent Birodalom (Német-római Császárság) is jóváhagyta.

Meg kell jegyezni, hogy Erfurtban alakult az első német egyetem (pápai alapítólevelek 1379 és 1389, megnyitás 1392). Igaz, 1816-tól volt közel 200 év, amikor nem működött. Az elsőbbség az egyetemeknél bonyolult kérdés, és általában a gyakorlatilag folyamatosan működő egyetemeket veszik számításba.

Az egyetem létrejöttét Heinrich Rubenow (ca. 1400–1462) polgármester erőfeszítésének volt köszönhető, aki az egyetem első rektora is lett (**1. ábra**).

1. ábra. Heinrich Rubenow portréja 1460 körül



2. ábra. A Szent Miklós (Nicolai) dóm, ahol a Greifswaldi Egyetem alapító ünnepségét tartották 1456-ban

Rubenow felmenői is tanult emberek voltak, és mindegyik viselt tisztséget Greifswaldban. Ő 1435-ben a Rostocki Egyetemen végzett, és az Erfurti Egyetemen doktorált 1449-ben. A város polgármestere 1449-ben lett. Az ügy előmozdításához megnyerte IX. Wartislaw, Pomeránia hercege és Henning Iven püspök támogatását. Kihasználta azt is, hogy a Rostocki Egyetem oktatási tevékenységét korlátozták, és onnan számos professzor átköltözött Greifswaldba. A Greifswaldi Egyetem alapító ünnepségét a dóm-ban tartották 1456-ban (**2. ábra**).

Az egyetem pecsétje látható a **3. ábrán**, míg egyik fénykorában készült szőnyegét mutatunk a **4. ábrán**, az egyetem gyűjteményéből.



3. ábra. Az egyetem pecsétje



4. ábra. A Croÿ-szőnyeg (a Greifswaldi Egyetem tulajdona)

Az 1554-ben készült szőnyeget sok más értékkel, például a könyveivel együtt Ernst Bogislaw von Croÿ (1620–1684) luteránus püspök ajándékozta az egyetemnek, ahol ő is tanult. I. Fülöp, Pomeránia hercege készítette a szőnyeget, amelyen a családján kívül (akik közül hárman az egyetem rektorai is voltak) a szószéken prédikáló Luther és a reformáció nagyjai szerepelnek.

Pomeránia („Tengermellék”) nagyobb részt a mai Lengyelország, illetve Németország (Mecklenburg–Elő-Pomeránia) területére esik. Ma Lengyelországhoz tartozik például Köslin (ma: Koszalin), ahol Rudolf Clausius és Thorun (Toruń), ahol Nicolaus Copernicus született.

A Greifswaldhoz közeli Hanza-városban, Stralsundban született Carl (Karl) Wilhelm Scheele (1742–1786), aki német volt, de Svédországban lett a kémia egyik nagysága. A harmincéves háború, tehát 1648 óta Pomerániának ez a része már Svédországhoz tartozott, mint ahogy Greifswald is. Így is maradt 1815-ig, amikor Poroszországgé lett. Az Uppsalai Egyetemet 1477-ben alapították. Tehát valóban a greifswaldi volt az első svéd egyetem.

Poroszország első egyetemét 1544-ben alapították Königsbergben (Albertus-Universität zu Königsberg). A berlini Humboldt Egyetemet csak 1810-ben alapították (Universität zu Berlin, 1828-tól Friedrich-Wilhelms-Universität, 1949-től Humboldt-Universität zu Berlin).

Greifswald városát a 13. században alapították. Első említése



5. ábra. Greifswald cimere

„oppidum Gripheswald” néven egy 1248-as oklevélben jelent meg. A város (a Griff uralkodóház címere) látható az 5. ábrán.

A város létrejöttében szerepet játszott a dán cisztercita szerzetesek által kb. 50 évvel korábban alapított kolostor a közeli Eldenában. A dánok úgy kerültek ide, hogy elfoglalták ezt a területet. A dánok ezután kiegyeztek a pomerániai hercegekkel, és együtt har-

coltak a továbbiakban, de időnként egymás ellen is. A germánok és a szlávok, valamint a germán törzsek egymás közti harcainak számbavétele szétfeszítené cikkünk kereteit. A pomerániai el akarták foglalni Rügent, de a dán flotta súlyos vereséget mért rájuk, és a dánok foglalták el Pomeránia egy részét is 1184-ban. Ez az esemény azért fontos a történetünkben, mert Greifswaldot is a dánok alapították.

Három további nagy háborúról írunk még, amelyek meghatározták a terület hovatartozását, illetve a ma is ismert határokat.

Az ismétlődő harcok ellenére a város folyamatosan fejlődött az évszázadok során. Ezért gótikus és barokk épületek éppúgy megtalálhatók itt, mint biedermeier vagy szecessziós épületek.

Mivel a várost a 2. világháború végén harc nélkül feladták a Vörös Hadseregnek, nagyobb háborús károkat nem szenvedett, amint a 6. és 7. ábra is tanúsítja.

Ekkor Rudolf Petershagennek (1901–1969) hívták a városparancsnokot. Petershagen ezredes úgy került erre a posztra, hogy Sztálingrádnál súlyos sérülést szenvedett, felgyógyult, de alkalmatlanná vált további katonai szolgálatra. Ezután nevezték ki Greifswald katonai parancsnokának. Belátta, hogy a város és a

6. ábra. Greifswald főtere (piactere)





7. ábra. Az egyetem főépülete (ma már kevésbé díszes és fehérre van festve)

több tízezer menekült életének megóvása Greifswald harc nélküli feladását kívánja, noha a kapott központi parancs ennek ellenkezőjéről szólt. 1945. április 30-án a rektor vezette parlamenterek átmentek az oroszokhoz a megadás tervével. A Peene folyó mentén útjukat az égő Anklam városa világította meg. A Peene folyóhoz még visszatérünk háborús repülőszervezetek kapcsán, de érdemes megemlíteni, hogy Anklamban született Otto Lilienthal (1848–1896), a repülés egyik úttörője is.

Petershagen 1945 és 1948 között hadifogoly volt. Greifswaldba 1948-ban térhetett vissza. Itt igazodott az új rendszerhez, a városban és a megyében tanácsnoki tisztségeket töltött be. 1951-ben látogatást tett Münchenbe. Akkor a megszállási övezetek közötti közlekedés még lehetséges volt. Ott azonban az amerikai titkoszolgálat letartóztatta. Meg akarták győzni, hogy telepedjen le ott, és akkor ezredesi nyugdíjat kap. Az ajánlatot Peterhagen elutasította, ekkor 6-szor 6 év börtönre ítélték kémkedésért. Csak 1955-ben engedték vissza Greifswaldba, ahol díszpolgárnak és az egyetemi szenátus tagjának választották. Író lett, megírta a saját történetét is.



8. ábra. A régi egyetemi kampusz az óvárosban. Ma itt van a jogi, a bölcsész-, a gazdasági, a társadalomtudományi kar



9. ábra. A kémiai-biokémiai épület 2011-ben

A Greifswaldi Egyetem négy kara néhány rövid időszakot kivéve folyamatosan működött az évszázadok alatt.

Itt tanult Johannes Burghagen (1485–1558), Martin Luther munkatársa, az első bibliafordító csapat tagja német földön. 1539-ben Bugenhagen reformálta meg a Greifswaldi Egyetemet a Wittenbergi Egyetem mintájára.

1951-ben a bölcsész tudományi karból vált ki a természettudományi kar úgy, mint nálunk is, viszont az orvosi kar része maradt az egyetemnek.

Fokozatosan bővült az egyetem új épületekkel. 1991 és 2007 között több mint 417 millió eurót költöttek a régi épületek renoválására és az új épületekre (**8. és 9. ábra**).

A természettudományi kar (kémia, biokémia és a fizika) szintén új épületet kapott. A kémiai profil is változott, és az utóbbi időben eltolódott a biokémia irányába. A szerves kémikusok régebbi törekvéseinek tanúja a Kémiai Intézet anilin-, azo-, antra-kinon- és egyéb színezékek 700 tételből álló gyűjteménye.

Németország legmodernebb klinikáját is itt építették fel.

A Greifswaldi Egyetem kiváló professzorainak sorsa magában hordozza az ország történelmének minden jó és rossz elemét. Felsorolunk néhány jellemző példát.

Johannes Stark (1874–1957) a Greifswaldi Egyetemen dolgozott, amikor megkapta az 1919. évi fizikai Nobel-díjat a Doppler-hatás „csősugarakban” és a spektrumvonalak elektromos térben való felhasadása felfedezéséért. Már 1924-től Hitler támogatója lett. A „német fizika” fő hirdetője, a zsidó tudósok elűzője. A 2. világháború után kiemelkedő bűnözőként 4 év börtönre ítélték. 1949-ben büntetését mérsékeltek. Ez már a kibontakozó hidegháború hatása volt.

A Deutsche Physik (német fizika) programadó könyvet a szintén Nobel-díjas Lénárd Fülöp írta, aki a nemzetiszocialista propagandagépezet jeles alakja lett. Őt nem büntették meg a világháborút követően azzal az indokkal, hogy öreg.

Gerhard Domagk (1895–1964) 1923-ban a Greifswaldi Egyetemen kezdett dolgozni az orvosi diplomája megszerzése után. 1939-ben neki ítélték az orvostudományi Nobel-díjat az első kereskedelmi forgalomba is kerülő antibiotikumok, a szulfonamidok felfedezéséért. Ő el is fogadta a díjat, pedig a nemzetiszocialista kormány megtiltotta a náciak ellen harcoló pacifista Carl von Ossietzky 1935-ös Nobel-díja után, hogy német állampolgárok elfogadják a kitüntetést. Domagkot letartóztatták, és egy hetet börtönben töltött, míg meg nem írta lemondó nyilatkozatát. Végül 1947-ben vehette át az érmet és az oklevelet.

Felix Hausdorff (1868–1942) matematikus a topológia egyik megalapozója. Alapvető eredményekkel gazdagította a halmazelméletet, a mértékelméletet, a függvénytant és a funkcionálanalizist. Az általa bevezetett, ma Hausdorff-mértéknek és Hausdorff-dimenzióknak nevezett fogalmak teszik lehetővé a fraktálok definícióját. 1913-tól 1921-ig a Greifswaldi Egyetem professzora volt, majd a Bonni Egyetemen dolgozott tovább. 1935-ben zsidó származása miatt elbocsátották. 1942-ben, hogy elkerülje a koncentrációs táborba hurcolást, feleségével együtt öngyilkos lett.

Michael Succow 1941-ben született. 1960 és 1965 között volt az Egyetem biológus hallgatója, majd tanársegédként folytatta itt további négy évig. Mivel nyíltan támogatta az 1968-as cseh reformtörekvéseket, 1969-től nem taníthatott. Tovább dolgozott intézményen kívül, és 1970-ben meg tudta védeni a lápokról szóló PhD-disszertációját, majd az NDK-hatóságok megengedték, hogy elhelyezkedjen egy kutatóintézetben. 1987-ben lett professzor. A rendszerváltozás után, 1992-ben kerülhetett vissza a Greifswaldi Egyetemre. Ökológiai munkásságáért és a környezet védelméért



tett erőfeszítésért kapta meg 1997-ben a The Right Livelihood Award (A helyes létfenntartás díj) kitüntetést, amit alternatív Nobel-díjnak is hívnak. (A díjat Jakob Uexkull alapította 1 millió dollárral a fenntarthatóságért, a társadalmi igazságosságért és békéért tett erőfeszítésekért. 1980 óta osztják ki egy nappal a Nobel-díj előtt Stockholmban.)

A Greifswaldi Egyetem két időszakban is Ernst Moritz Arndt (1769–1860) író nevét viselte, aki itt tanult, majd itt tanított történelmet és filozófiát. Politikai publicisztikáját és költészetét patriotizmus, a német egyesítés melletti kiállás, a német faj felsőbbrendűségének hirdetése, valamint idegengyűlölet, antiszemitizmus hatotta át. Először 1933-ban a náci párt javaslatára vette fel a nevét az egyetem, mert régi kedvenc költője volt a fentebb említett okokból. 1945-ben újra egyszerűen csak Greifswaldi Egyetem a név. Sajátos, hogy 1954-ben az NDK kormánya újra Arndtról nevezte el az egyetemet. 2018 óta az egyetem hivatalos nevében nem szerepel Arndt neve.

A város szülötte Caspar David Friedrich (1774–1840), a korai romantikus festészet egyik legkiválóbb képviselője. A **10. ábrán** látható képét különösen szeretem. Lehetne a kutatás allegóriája is. Egy tudós előtt kezdten sűrű köd fedi a kutatás tárgyát. Ezt kell eloszlatnia vagy át kell hatolnia rajta.



10. ábra. Vándor a ködtenger felett (Caspar David Friedrich, 1818 körül)

Greifswaldból sok szép kirándulást lehet tenni. Például megcsodálhatjuk Rügen szépségeit, krétahegyeit, dolmenjeit. Ahová most elvezetem az olvasót, nem egy szépséges túra, de érdekessége, tanulságai vitathatatlanok. Greifswaldhoz közel van Peenemünde, ami hírhedségét annak köszönheti, hogy itt fejlesztették azokat a V-1 és V-2 rakétákat, amelyekkel Angliát bombázták a 2. világháború alatt. Ma szabadtéri múzeum van itt, illetve a megmaradt épületek is kiállítótérként szolgálnak (**11–14. ábra**).



11. ábra. A peenemüdei információs centrum (múzeum) belépőjegye (2006)



12. ábra. A V-1 rakéta kilövőállomása

A V-1 pulzáló sugárhajtóműves repülőeszköz (repülőbomba) volt. A mai robotrepülőgépek (cirkálórakéták) elődjének tekinthető. A **12. ábrán** látható indítóállást használták. Az üzemanyagot (benzin) és az oxigént (levegő) szakaszosan juttatták az égésterbe. A hátrafelé kiáramló gázok hajtották a rakétát. A repülés közben egy pörgettyűs iránytűvel stabilizált robotpilótával lehetett módosítani az irányt. A V-1 hatótávolsága maximum 300 km volt, ezért az indítóállásokat a megszállt Franciaországba és Hollandiába telepítették. A találati pontosság elég gyenge volt, és az angolok hatásos védekezési módokat dolgoztak ki.

13. ábra. A V-2 rakéta makettje a kiállításon





14. ábra. A peenemüdei telep megmaradt gyárépülete

A V–2 ballasztikus rakétát (13. ábra) folyékony üzemanyag (alkohol) és folyékony oxigén hajtotta. Az oxigén-cseppfolyósító romjai ma is láthatók. Ezt a szerkezetet függőlegesen indították, és az üzemanyag elfogyása után szabadesésben zuhant. Elég pontatlan fegyver volt.

Heinrich Maier (1908–1945) osztrák római katolikus pap és csoportja a lengyel ellenállók, osztrák katonák és mások révén szerzett információkat az angol és a Svájcban működő amerikai hírszerzésnek továbbította. Így a V–1-ről és a V–2-ről szerzett értesüléseket is. Ennek alapján kezdték bombázni a peenemüdei telepet 1943 augusztusában. A sorozatos bombázások miatt a gyártást áttelepítették a Harz-hegységbe. Maiert és csoportját a náci 1944 őszén elfogták, és az európai háború legvégén kivégezték.

A peenemüdei telepen gyakorlott tervező-műszaki csapat dolgozott a fejlesztésen és a gyártáson. A fizikai munkát az oda telepített koncentrációs tábor rabjai végezték. A kegyetlen bánásmódnak és az éhezésnek számos áldozata volt. A bombázások során is sokan meghaltak. A 14. ábrán látható épületben kiállították a halálozásokat listázó korabeli könyveket. Nagyon sok magyar nevet láttam.

Mi történt a háború végén és a háború után a táborban dolgozó csapat tagjaival, akik mindannyian SS-tisztek is voltak? 1945. május 2-án Walter Dornberger SS-tábornok, a rakétafejlesztők és a koncentrációs táborok parancsnoka, Wernher von Braun SS őrnagy és öt másik műszaki ember társaságában átszökött az amerikaiakhoz. Előtte elásta a V–2 teljes dokumentációját, amit később átadott az amerikaiaknak. A britek letartóztatták, a rab-szolgamunka és a V–2 ügyében hallgatták ki.

Két évet töltött fogságban, majd ő is – mint sok más német tudós és mérnök – az USA Operation Paperclip nevű programja keretében, ami a náci tudósok amerikai munkára való toborzására irányult, kijutott az Egyesült Államokba. Őt és a többieket is mentesítették a háborús bűntettek következményeitől. Dornberger a repülés területén (Bell Aircraft, Boeing) helyezkedett el. Számos repülő- és rakétatervezési projektben vett részt, a Bellnél alelnökségig vitte. Nyugdíjazása után hazatért, és 85 éves korában az NSZK-ban (Német Szövetségi Köztársaságban) halt meg. Wernher von Braun karrierje jobban ismert. Már 1945-ben több,

Peenemündében szolgált mérnökkel együtt csatlakozhatott az USA rakéta- és űrprogramjához, annak egyik vezetője lett. Az űrkutatásban való részvételével Amerika hőségévé vált a holdraszállás után (Apollo 11, 1969). A NASA-nál ő vezette a munkálatokat, 1970-től főigazgató-helyettesi tisztségekben. Összességében a fenti módon és kondíciókkal több ezer német tudós és mérnök került az USA-ba. A szakemberek ilyen „importjában” a Szovjetunió is részt vett. Néhány antináci tudós jelentkezett a szovjet parancsnokságon annak reményében, hogy tovább dolgozhatnak Németországban. Nem így történt. Ők hadifogolyként töltötték a következő 10 évet. Max Volmer, Manfred von Ardenne és Gustav Hertz is így dolgozott a szovjet atomprogramon, és csak 1954–55-ben engedték őket vissza az NDK-ba.

Ebben a sorozatban és a tudománytörténeti cikkekben általában a tudománynak azt az oldalát szoktuk bemutatni, amely hozzájárult gondolkodásunk és a technika fejlődéséhez. A tudósok zsenialitása mellett inkább emberi nagyságukat emeljük ki. Az árnyoldalakról nem szívesen szólnék. Pomerániai

sétánk során nem tehettem úgy, mintha minden szép és jó lett volna. Bár elgondolkozhatunk azon, hogy a legszörnyűbb céllal végzett rakétakutatások vezettek el végül ahhoz, hogy az ember kilépett a világűrbe. Persze, ennek a története sem itt kezdődött, hanem Konsztantyin Eduardovics Ciolkovszkij (1857–1935), aki a modern rakétatechnika és az űrkutatás elméleti megalapozója volt, és Robert Hutchings Goddard (1882–1945) amerikai feltaláló munkásságával, aki megépítette a világ első, folyékony hajtóanyagot használó rakétáját. Goddard békés célra építette rakétáját, és a világűr meghódítása volt a cél. Braun saját bevallása szerint is ismerte és hasznosította Goddard eredményeit a V–2 tervezésében. Most együtt élünk azzal, hogy már rengeteg eszközünk van a Naprendszerben. Van, amelyik segít a közlekedésben a célunkhoz eljutni, van, amelyik ma is a hadseregeknek dolgozik (felderít, rakétákat irányít). A rakéták sem csak űreszközöket juttatnak célba, hanem robbanószerkezeteket is. „A technika hatalom, a technikai hatékonyság, mint olyan, kétarcú vívmány. A veszély a lényegéből fakad” – írta Neumann János 75 évvel ezelőtt a „Túlélhetjük-e a technikát?” című tanulmányában. A lehetséges veszélyeket és a kiutakat is felvázolta. Wigner Jenő ugyanerről a témáról tartott előadást 1959-ben az Albertai Egyetemen díszdoktorrá avatása alkalmából. Történelmi elemzésében ő egy régi viccből indult ki, amely így szól: „A jövő bizonytalan, mondja az optimista.” Az emberiségre nem a technika jelent veszélyt, hanem egyes emberek törekvései.

IRODALOM

- https://en.wikipedia.org/wiki/University_of_Greifswald
<https://www.uni-greifswald.de/en/universitaet/information/history-tradition/university-chronicle/>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Croÿ-Teppich>
https://de.wikipedia.org/wiki/Rudolf_Petershagen
<https://en.wikipedia.org/wiki/Peenemünde>
https://en.wikipedia.org/wiki/Historical_Technical_Museum,_Peenemünde
<https://hu.wikipedia.org/wiki/V-1>
<https://hu.wikipedia.org/wiki/V-2>
https://hu.wikipedia.org/wiki/Heinrich_Maier
https://specialcamp11.co.uk/Generalmajor_Dr._Walter_Robert_Dornberger
https://hu.wikipedia.org/wiki/Wernher_von_Braun
 Neumann János, Válogatott tanulmányok, Közgazdasági és Jogi Könyvkiadó, Budapest, 1965. Túlélhetjük-e a technikát, Fortune 1955. június, <https://fortune.com/article/can-we-survive-technology/>
 Wigner Jenő, Válogatott tanulmányok, Gondolat, Budapest, 1972, 321–324.



Hosztafi Sándor

hosztafi.sandor@semmelweis.hu

Marie Curie doktori dolgozata és az 1903-as fizikai Nobel-díj

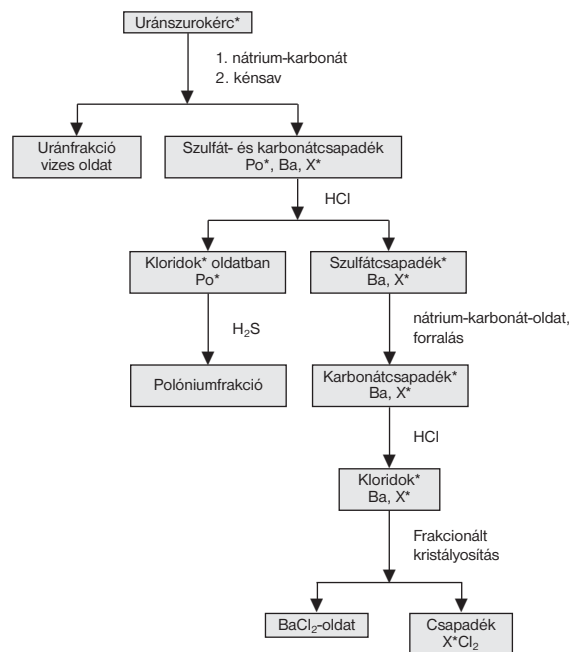
Második rész

Egy újabb radioaktív elem: rádium

A polónium izolálásával kapcsolatos frusztráció a Curie házaspár hamar túltette magát, mivel egy újabb felfedezést tett: talált még egy új, erősen radioaktív elemet. A szurokérc lúgos, nátrium-karbonátos feltárásakor a karbonátcsapadékot kénsavval kezelték, és ekkor a szurokércben található bárium szulfátcsapadék formájában levált. Meglepő módon a csapadék intenzív radioaktivitást mutatott, ezért újra leválasztották a bárium-karbonátot. Ennek a radioaktivitása változatlanul intenzív volt, majd sósavas kezeléssel vízoldható bárium-kloriddá alakították és a vizes oldatot szárazra párolták. (Előzetes vizsgálatok szerint az új elem ugyanolyan kémiai és fizikai tulajdonságokkal rendelkezett, mint a bárium, kén-hidrogénnel vagy ammóniával nem adott csapadékot, a szulfát- és karbonátos egyáltalán nem oldódott vízben.) A radioaktív bárium tehát a bárium-klorid és az X elem kloridjának keverékében jelent meg. Mivel a bárium-klorid jól oldódik vízben, viszont vizes alkoholban vagy tömény sósavban rosszabb az oldékonysága, ezért az új elem kloridsóját a bárium-kloridtól frakcionált kristályosítással lehet elválasztani. Miután az új radioaktív elemet a szurokérc báriumfrakciója tartalmazta, megvizsgálták néhány, báriumot tartalmazó ásványt, de egyik sem volt radioaktív. Marie Curie emellett bebizonyította, hogy a természetes bárium-klorid is inaktív: 50 kg bárium-kloridot többször átkristályosított, végül 10 g sót kapott, amely a kondenzátoros mérés szerint inaktív volt.

A radioaktív bárium-klorid vízből történő átkristályosításával viszont gyorsan figyelemre méltó eredményeket értek el. Már az első hidrogén-klorid-só 60-szor aktívabb volt, mint a standard fémurán. A leszűrt kristályokat újra feloldották vízben, majd próbálkoztak az alkoholos kicsapással. A folyamatot többször ismételték, és azt tapasztalták, hogy a kristályos só jóval aktívabb, mint az anyalúgolat. Az újabb átkristályosítások egyre magasabb aktivitású frakciókat eredményeztek (3. ábra). Bebizonyították, hogy az új elem kloridsójának az oldhatósága kisebb, mint a bárium-klorid oldhatósága. Végül olyan preparátumot kaptak, amely 900-szor nagyobb aktivitást mutatott, mint az urán. Ezen a ponton viszont a kísérleteket be kellett fejezni, mivel a szurokérc elfogyott.

Nagyon lényeges volt, hogy az új elem létezését a spektroszkópiai vizsgálatok is igazolták. (Az Akadémia csak így fogadta el az új elem bejelentését és a publikációt.) Eugène Demarçay a radioaktív bárium-klorid spektrumában néhány olyan vonalat talált, melyek nem rendelhetők más ismert kémiai elemekhez. A legintenzívebb vonal hullámhossza 3814,8 Å volt, és a vonal intenzitása nőtt, ha a minta radioaktivitása is magasabb lett. In-



3. ábra. A rádium izolálása

dokoltnak látták, hogy a fenti eredményekre alapozva az új elem az alkáliföldfémek csoportjába sorolható be és két vegyértékű. Az új elemet rádiumnak nevezték el, és először december 18-án található bejegyzés a laboratóriumi jegyzőkönyvben ezzel a névvel. A dolgozat december 26-án jelent meg a *Comptes rendus*-ben, a szerzők P. Curie, M. Curie és G. Bémont voltak [4,5,12]. Demarçay a dolgozatot követő beszámolóban ismertette a spektroszkópiai vizsgálatok eredményét. Marie Curie tudatában volt, hogy az új elemnek meg kell határozni az atomtömegét, valamint tiszta állapotban is elő kell állítani. Az atomtömeg meghatározására a rádium-kloridot ezüst-nitráttal reagáltatta, majd az ezüst-klorid-csapadékot gravimetriásan mérte. Az első mérést az uránnál 227-szer aktívabb preparátummal végezte, és a számított rádium-atomtömeg 142,8 volt, ami arra utalt, hogy a mintában több a bárium, mivel ennek az atomtömege 137,3 [12]. 1899-ben a 600-szoros uránaktivitású preparátumra 146 atomtömeget mért [13]. A következő évben mért érték 174 [14], míg 1902-ben egyre tisztább rádium-kloridot sikerült előállítani, és a 120 mg-os minta már spektroszkópiai vizsgálatok alapján már minimális bárium-kloridot tartalmazott. Az atomtömeget meghatározva Marie Curie a rádiumra 225 ± 1 értéket talált [15]. 1907-ben már 400 mg tiszta rádium-kloriddal rendelkezett, és az atomtömege 226-ot kapott, amely már pontos érték [16]. A 120 mg minta radioaktivitását



Marie Curie
a laboratóriumban
Henri Manuel
felvétele

már a P. Curie-féle piezoelektromos mérlegen már nem lehetett megmérni, óvatos extrapolációval a rádium sugárzásának intenzitására egymilliószoros uránaktivitást számoltak. Később kiderült, hogy a becslés majdnem pontos volt, a tényleges érték $1,2 \times 10^6$.

A négy radioaktív elem sugárzásának intenzitását összehasonlították a fényképezőlemez módszerrel is. A polónium és a rádium már egy perc alatt feketedést idézett elő a lemezen, az urán és a tórium esetén néhány órás expozíció volt szükséges. A rádium sugárzása hasonlított a röntgensugárzás azon tulajdonságára, hogy a bárium-tetracianoplatinát komplexet besugározva a komplex fluoreszcenciát mutat. A rádiumpreparátumra vékony alumíniumfóliát tettek, majd ezen helyezték el a komplexet. Sőtétben a platinakomplex fluoreszkál, és bár ez gyenge fényforrás, a sugárzás hatására látszólag energiaforrás nélkül működik.

1898 végén a bécsi egyetem professzora, Eduard Süss (Suess) segítségével az osztrák kormány 100 kg szurokércet (amelyből kivonták az uránt) küldött a Curie házaspárnak [4], majd egy évvel később újabb 1000 kg szurokércet küldött. Mindkét szállítmány ingyenes volt, csak a szállításért kellett fizetni, de a fizetést adományokból és alapítványi segítséggel megoldották. A következő években Marie Curie és André Debierne kb. 20 tonna szurokércet dolgozott fel. Az első 100 kg feldolgozását 20 kg-os tételekben oldották meg a főiskola műhelyében, de később a Párizshoz közeli Nogent-ban ipari léptékben megoldották a szurokérc feltárását, és Marie Curie már koncentrált polónium- és rádiummintákat kapott. A gyár tervbe vette a rádium előállítását orvosi célokra, ezért 1904-ben együttműködési szerződést kötött a Curie házaspárral.

A Curie házaspár a továbbiakban, a két új radioaktív elem felfedezésének bejelentése után, a rádium és a polónium sugárzásának fizikai tulajdonságait vizsgálta. 1899 végén számoltak be a *Comptes rendus*-ben az indukált radioaktivitásról [17]. Az erősen sugárzó rádium mellett a cink- és az alumíniumlemez radioaktív lett, de ez az aktivitás különbözött a rádium radioaktivitásától. Végeztek olyan kísérleteket is, amikor a nagy aktivitású bárium-kloridot tartalmazó rádium-klorid-oldat aktivitását mérték, majd az anyagot leforrasztott üvegcsőbe zárták. Ekkor az aktivitás fokozatos növekedését tapasztalták. Ugyanekkor egy német kutató, F. Dorn szintén megfigyelte, hogy a rádium bomlásakor keletkező radioaktív gáz a rádiumemanáció, amelyről később kiderült, hogy a radon 222 tömegszámú izotópja, felezési ideje 3,8 nap. A Curie házaspár ez esetben nem ismerte fel, hogy új radioaktív elemmel van dolga.

Rutherford az indukált radioaktivitáshoz hasonló jelenséget észlelt a tóriumugárzás vizsgálata során, amit gerjesztett radioaktivitásnak nevezett [4]. Rutherford rájött, hogy a tórium bomlásakor keletkező gáz, a tóriumemanáció okozza a gerjesztett radioaktivitást. A kémikus Soddyval együttműködve megállapították, hogy az emanáció a nemesgázok közé tartozik, és a gáz cseppfolyós levegővel lehűtve cseppfolyósítható. A tóriumemanáció a radon 220 tömegszámú izotópja, a felezési ideje 54,5 másodperc. 1899-ben a Curie házaspár vizsgálatai szerint oxigéngázt besugározva rádium-kloriddal ózon képződik [18]. Ez a kísérlet volt a radiokémiai reakció első példája. A következő évben a rádium sugárzását vizsgálták: a kevésbé áthatoló rész (alfa-sugárzás) a mágneses térben nem mutat elhajlást, de a nagyobb penetrációjú részt (béta-sugárzás) a mágneses tér eltéríti, a sugarak negatív töltésűek [19]. Marie Curie vizsgálatai szerint a polónium csak alfa-sugarakat bocsát ki, ezeket a mágneses tér nem téríti el [20].

A doktori dolgozat

Marie Curie 1903 májusában nyújtotta be doktori dolgozatát „Recherches sur les substances radioactives” címmel a Sorbonne-on, a Faculté des Sciences de Paris dékánjának [3,21,22]. A doktori védés június 12-én volt, a doktori bizottság elnöki tisztét Gabriel Lippmann fizikaprofesszor (fizikai Nobel-díj, 1908) látta el, a bizottsági tagok Honoraire Bouty fizikaprofesszor és Henri Moissan kémiaprofesszor (kémiai Nobel-díj, 1906) voltak. A sikeres védés után a dolgozat nyomtatásban is megjelent, és még 1903-ban a *Chemical News* magazinban közzétették az angol fordítást is. A dolgozat magyarul Zemplén Győző fordításában jelent meg a *Mathematikai és Fizikai Lapokban* 1904-ben (4–5. és 7–8. füzet) és 1905-ben (1., 2–3. és 6. füzet), öt részben. (A dolgozat elérhető a világhálón: magyarul lásd az Arcanum digitalizált folyóiratait.) A bizottság értékelése szerint Marie Curie felfedezései a legfontosabb eredmények, melyeket egy doktori disszertációban bemutattak. Marie Curie lett az első nő, aki doktori fokozatot szerzett Franciaországban.

Fizikai Nobel-díj, 1903

A Svéd Királyi Tudományos Akadémia a fizikai és a kémiai Nobel-díjakra Svédországból és külföldről várja a jelöléseket. A radioaktivitással kapcsolatos eredmények elismerése már 1902-ben felmerült, és 1903-ban a fizikai Nobel-bizottság is ebben a témában várt jelöléseket, mivel itt születtek forradalmi jelentőségű eredmények a fizikában és a kémiában. 1903 januárjában négy francia akadémikus, Henri Poincaré (matematikus), Éleuthère Mascart (fizikus), Jean Darboux (matematikus) és Gabriel Lippmann (kémikus, kémiai Nobel-díj, 1908) Henri Becquerelt és Pierre Curie-t jelölte fizikai Nobel-díjra, Marie Curie neve fel sem merült [3,23,24]. Valamennyien ismerték a Curie házaspár munkáját, és tudták, hogy az az új elemek felfedezése Marie Curie munkáján alapult. (Lippmann Marie Curie doktori védésén a bizottság elnöke volt, de az Akadémián szintén ő volt az, aki 1898 tavaszán bemutatta Marie Skłodowska-Curie első közleményét.) A jelölés olyan megállapítást tartalmazott, mely szerint P. Curie egyedül vizsgálta az urán- és tóriumércet, és a rádiumot egyedül fedezte fel.

Miután a jelölések titkosságát feloldották, a dokumentum autentikus voltát több kutató kétségesnek találta. Franciaországból Becquerel és a Curie házaspár jelölést kapott a patológus pro-



fesszor Charles Bouchard-tól, viszont a professzor együttműködött a házaspárral a rádium orvosi alkalmazásával kapcsolatban, azaz jól ismerte munkájukat. A német fizikus Emil Warburg szintén Becquerelt és a Curie házaspárt jelölte, bár volt egy másik jelöltje is, Lord Rayleigh. A fizikai Nobel-bizottság elkönyvelte Becquerel és Pierre Curie jelölését, és augusztusban egy svéd akadémikus, Gösta Mittag-Helfer levélben értesítette Pierre Curie-t a jelölésről. Curie válaszelevelében hangsúlyozta, hogy eredményei közösek a feleségével, az új elemek felfedezésében Marie Curie hozzájárulása nagyon fontos volt, említette a rádium-klorid kristályosítását, a rádium spektroszkópiai jellemzését és a pontos atomtömeg meghatározását. Elküldte Marie Curie doktori dolgozatát is, hogy továbbítsák a fizikai bizottságnak. Curie hangsúlyozta, nem akarja befolyásolni a bizottság döntését, de ha a feleségét mellőzik, ez őt rendkívül kellemetlen helyzetbe hozná, nem csak szakmai szempontból [23]. A fizikai bizottság ezután levelet küldött Poincarénak, és kérte a véleményét Marie Curie jelöléséről. Poincaré egyetértett a jelöléssel, javaslata szerint a díj felét Becquerelnek, a másik felét megosztva a Curie házaspárnak ítélnék oda. Poincaré rámutatott, bár a Curie házaspár eredményei sokkal részletesebbek és előremutatóbbak, viszont az urán sugárzását Becquerel fedezte fel, ő a téma kezdeményezője és a projekt elindítója. A Svéd Királyi Tudományos Akadémia a végső döntést a Royal Society előadói ülése után hozta meg. A Royal Society meghívta a Curie házaspárt az ülésre, és felkérte Pierre Curie-t a Faraday-előadás megtartására. Pierre Curie előadásában hangsúlyozta, hogy az eredményeik közösek, a kémiai vizsgálatokat és az új elemek izolálását a felesége végezte. A Royal Society mindkettőjüket Humphry Davy-éremmel tüntette ki, melyet minden évben a legfontosabb kémiai felfedezésért adományoznak. A Svéd Akadémia ezek után döntött véglegesen: a díj felét Becquerelnek, a másik felét megosztva a Curie házaspárnak ítélték [23,24].

1903. november 14-én a Svéd Királyi Tudományos Akadémia titkársága értesítette táviratban a Curie házaspárt, hogy a fizikai Nobel-díj felét közösen kapják. A táviratban meghívták a házaspárt a december 10-i Nobel-ünnepségre és -díjátadásra. A stockholmi díjátadó ünnepségen csak Becquerel tudott részt venni, Pierre Curie kérte a halasztást, oktatási elfoglaltság és Marie Curie betegsége miatt. Madame Curie egy öt hónapos terhesség után elvetélt, és ebből lábadozott. A díjátadó ünnepség után Becquerel megtartotta saját Nobel-előadását, a Curie házaspár Nobel-diplomáját a francia nagykövet vette át és továbbította Párizsba.

Becquerel Nobel-díjának indoklásaként elismerték rendkívüli szolgálatait, amelyeket a spontán radioaktivitás felfedezésével tett. A részletes indoklásban említik, hogy Becquerel először a foszforeszcenciát mutató uránsók és a napfény kölcsönhatását vizsgálta, és ekkor fedezte fel véletlenül, hogy az uránsók spontán kibocsátanak egy sugárzást, amely a becsomagolt fényképezőlemez megfeketíti. Az új uránsugárzás hasonló a röntgensugarakhoz. Az indoklásban az a különös, hogy Becquerel közleményeiben láthatatlan uránsugárzásokat említ, a radioaktivitás elnevezés először a Curie házaspár közleményében jelenik meg.

A fizikai bizottság a díjat a Curie házaspár esetében annak elismeréseként javasolta, amit a Henri Becquerel professzor által felfedezett sugárzási jelenségekkel kapcsolatos közös kutatásaik során tettek. A részletes indoklásban kiemelték, hogy a Becquerel által felfedezett radioaktív sugárzás arra ösztönözte Marie és Pierre Curie-t, hogy tovább vizsgálják ezt az új jelenséget. Számos vegyületet és ásványt vizsgáltak abból a célból, hogy mutat-e radioaktivitást. Miután kiderült, hogy a szurokérc radioaktivitása jóval felülmúlja az urán aktivitását, feltételezték, hogy a szurok-

érc újabb radioaktív elemeket tartalmaz. A szurokércből sikerült két új kémiai elemet, a polóniumot és a rádiumot izolálni, és mindkét elem aktivitása jóval felülmúlja az urán aktivitását.

A Nobel-díj felét, 70 670 svéd koronát 1904 január elején kapta meg a házaspár. Pierre Curie és Marie Curie 1904-ben sokat betegeskedtek, Madame Curie decemberben megszülte második gyermekét, Ève Curie-t. 1905 januárjában Pierre Curie értesítette a Svéd Akadémia titkárságát, hogy előreláthatóan hónapokon belül el tudnak utazni Stockholmba. Az előadást júniusban Pierre Curie tartotta meg „Radioactive substances, especially radium” címmel.

A Nobel-díj elnyerése után, 1904-ben Pierre Curie-t egyetemi tanárnak nevezték ki a Sorbonne-on, az Általános Fizikai Intézetben azzal az ígérettel, hogy a házaspár kap majd egy jól felszerelt laboratóriumot is, de néhány évig ez csak ígéret maradt. Marie lett a kutatási igazgató, majd Pierre Curie tragikus halála után, 1906-ban megkapta az egyetemi tanári kinevezést, és ő lett az intézet vezetője. Ugyancsak megbízást kapott előadások tartására, így ő lett az első nő, aki egyetemi előadásokat tartott a Sorbonne-on.

1910 novemberében Marie Curie jelöltette magát akadémikusnak, ami jelentős ellenszenvet váltott ki a sajtóban. A másik jelölt Eduard Branly volt, a Franciaországban használt drótnélküli táviró feltalálója, és 1910 novemberében jelölték a megüresedett akadémiai helyre. A szavazáson Madame Curie két szavazattal kevesebbet kapott 1911 tavaszán; ennek hatására élete végéig gyakorlatilag bojkottálta az akadémiai folyóiratokat.

A felfedezések nemzetközi hatása

A Curie házaspár eredményei a kutatók körében jelentős érdeklődést váltottak ki [4], és egyre több kutató foglalkozott a radioaktivitás vizsgálatával. Ezek közül is ki kell emelni Ernest Rutherford (kémiai Nobel-díj, 1908) vizsgálatait. Rutherford 1898 őszi Oxfordban vizsgálta az urán és a tórium sugárzását a Curie házaspár által alkalmazott kondenzátoros mérésekkel, azaz a levegő vezetőképességét mérte. Megállapította, hogy a radioaktív sugárzás, az áthatolóképesség alapján, két komponensből (α és β) áll. Dolgozata 1899 januárjában jelent meg, ekkor Rutherford egyetemi tanári állást kapott Montrealban, a McGill Egyetemen. Itt munkatársaival (R. B. Owen, F. Soddy) tovább tanulmányozta a tórium radioaktív sugárzásának fizikai tulajdonságait. Az eredmények – a radioaktív bomlás matematikai leírása, a felezési idő bevezetése, egy új radioaktív elem, a radon-220 felfedezése (tóriumból), az α - és β -bomlás során létrejövő transzmutáció, azaz új elemek keletkezése a radioaktív bomlás során – mérföldkönek számítanak az atomok szerkezetének vizsgálatában.

A radioaktivitás kutatása a német kutatókat is ösztönözte, már 1899-ben komoly eredményeket értek el. Eugen de Haen, akinek üvegyára volt, az uránszurokércből kivonta az uránt, és a visszamaradt ércből kinyerte a rádiumot, majd az erős aktivitású preparátumot eladásra ajánlotta. A gyár létesítményei és felszerelése akár 100 kg szurokérc feldolgozását is lehetővé tették. A kémikus Friedrich Oskar Giesel szintén vegyi gyárban dolgozott, és miután értesült a polónium felfedezéséről, uránásványokból kísérlete meg a polónium izolálását [4]. Ezek a kísérletei nem voltak sikeresek, viszont elkülönített egy anyagot, melynek a kémiai tulajdonságai a báriumhoz hasonlítottak. Giesel preparátuma sokkal aktívabb volt, mint a párizsi kutatóké, de az eredményei publikálásával kivárt, és 1898 decemberében tudta meg, hogy a Curie házaspár megelőzte a rádium felfedezésének a bejelentésével. Giesel szintén az ebben a vegyi gyárban előállított bárium-



rádium-koncentráttal dolgozott, valamint a kloridsók helyett a bromidsókat használta frakcionált kristályosításra, ami előnyösebb volt. Nagyon valószínű, hogy a német kutató hamarabb rendelkezett tiszta rádiummal, mint a Curie házaspár. Giesel már 1899 nyarán eladásra kínálta a rádium-bromid-preparátumot.

Willy Marckwald 1900-ig kizárólag szerves kémiával foglalkozott. Eredményei kiemelkedők a heterociklusos vegyületek kémiájában, nevéhez fűződik a kinetikus rezolválás módszerének a kidolgozása, valamint a sztereoselektív szintézisek vizsgálata. 1900-tól érdeklődése az uránszurokérc radioaktív komponenseinek vizsgálata felé fordult. 1902-ben egy új radioaktív elem felfedezését közölte az uránmentes szurokérc bizmutfrakciójából, melyet radiotellúrnak nevezett. Nagy radioaktivitású bizmut-oxikloridot (BiOCl) kapott, melyből elektrolízissel nyerte ki az aktív anyagot, míg a bizmut az oldatban maradt. Marckwaldnak tehát sikerült a bizmut és a radioaktív anyag elválasztása, amit a Curie házaspár a sikertelenség miatt félbehagyott [4]. A német professzor megállapította, hogy az új radioaktív elem nagyobb elektronegativitású, mint az antimon, ezért szerinte a periódusos rendszerben nem az antimon-bizmut csoportba sorolandó, hanem a kén-tellúr csoportba. 1902 decemberében Marie Curie reagált a *Physikalische Zeitschrift* folyóiratban Marckwald azon vádjaira, hogy a Curie házaspár tulajdonképpen radioaktív bizmutot izolált, és sosem bizonyították, hogy ez új elem. Felsorolta vizsgálataik eredményeit, és rámutatott, hogy a polónium erősen radioaktív, bár a rádiumnál gyengébb, fizikai tulajdonságait tekintve ugyanúgy viselkedik, mint a rádium, de lényeges különbség, hogy a polónium csak alfa-sugárzó. Példaként említette még a platina-cianokomplex fluoreszcenciáját, és meg volt győződve, hogy Marckwald is a polóniumot izolálta. Emellett volt még egy komoly ellenérve Marckwald eredményeivel kapcsolatban, ugyanis a német kutató azt állította, hogy a radiotellúr radioaktivitása állandó. Marie Curie ezzel szemben azt tapasztalta, hogy polóniumpreparátumai fokozatosan csökkenő aktivitást mutatnak. Marie Curie ezek után, hogy bizonyítsa igazát, megmérte a polóniumpreparátum felezési idejét, amely 140 napnak bizonyult. A pontos érték 139,8 nap. Marckwald végül 1905-ben korrigálta hibás megfigyelését: a felezési időre 139 napot mért. A következő évben visszavonta a radiotellúr elnevezést, és ő is javasolta a polónium nevet. Ugyanakkor ragaszkodott korábbi állításához, hogy a polónium a tellúrral mutat rokonságot, nem a bizmuttal. Ezt Marie Curie makacsul ellenezte, a polóniumot a bizmutcsoportba sorolta. Amikor az 1920-as évek elején bevezették a kémiai elemekre a rendszám fogalmát, ami a periódusos rendszer besorolásának az alapja, ezt a tévedését igyekezett elfelejteni.

Curie és Debierne 1910-ben közölték, hogy több tonna szurokérc feldolgozása után ténylegesen izolálták a polóniumot [25]. A fentebb említett üzem (Nogent) 200 g polóniumkoncentrátumot adott át Marie Curie-nek; ez az urán aktivitását 3500-szor múlta felül. Ebből a koncentrátumból Curie és Debierne folytatta a polóniumfrakció további tisztítását, és néhány mg aktív anyagot kapott, amely 1-2% polóniumot tartalmazott, ez kb. 0,1 mg polóniumnak felelt meg. Ekkor az analízis a minta spektrumában hét új vonalat azonosított, ezek közül a következő három egyértelműen a polóniumhoz rendelhető: 4642 Å halvány, 417,5 Å elég erős, 3913,6 Å halvány.

Kémiai Nobel-díj, 1911

Marie Curie férje halála után átvette az előadásokat a Sorbonne-on, valamint folytatta a kutatómunkát. A polónium izolálása [25]

és a rádium pontos atomtömege mellett publikálta a fémrádium előállítását, illetve a fém fizikai tulajdonságainak (olvadáspont, sűrűség) meghatározását. A rádiumot a rádium-klorid higanykatódos elektrolízisével, majd az amalgám lepárlásával nyerte [26]. Említeni kell még, hogy a rádiumemanációt cseppfolyós levegővel sikerült cseppfolyósítani, és kimutatta, hogy az emanáció kémiailag inert gáz, amely nem lép reakcióba alkálifémekkel vagy izzított platinával [27,28]. A gázt a nemesgázok közé sorolta. 1910-ben a Bureau International des Poids et Mesures (Nemzetközi Súly- és Mértékügyi Hivatal, Sèvres) felkérte Marie Curie-t, hogy készítse el a nemzetközi rádiumstandardot. Marie Curie 21,99 mg tiszta rádium-kloridot bocsátott a hivatal rendelkezésére. A Radiológiai Kongresszus definiálta a radioaktív sugárzás egységét, amit curie-nek (Ci) neveztek el: 1 curie a radon azon mennyisége, amely 1 gramm rádiummal van egyensúlyi állapotban. Az újabb mértékegység az aktivitás a becquerel (Bq), amely a radioaktív bomlások számát adja meg másodpercenként. A két egység átszámítása: $1 \text{ Ci} = 3,7 \times 10^{10} \text{ Bq}$.

1910-ben Madame Curie megjelentetett egy kétkötetes könyvet *Traité de radioactivité* címmel, melyben elsősorban a saját és a férjével közös eredményeiket foglalta össze. A fémrádium előállítása a nemzetközi tudományos életben nagyfokú elismerést és presztízst jelentett Madame Curie számára, ez hamarosan kiderült a nemzetközi konferenciákon.

Az első fizikai Solvay-konferencián (1911. október 30. – november 3., Brüsszel) a résztvevők között Nobel-díjasokat (Lord Rayleigh, E. Rutherford, H. Lorentz, J. van der Waals) és leendő Nobel-díjas fizikusokat (A. Einstein, W. Nernst, M. Planck) is találunk. Madame Curie bár előadást nem tartott, több professzorral szakmai kapcsolatot sikerült kialakítania. Einsteinnel gyakran leveleztek, míg Rutherford régi ismerőse volt, nemcsak a Pierre Curie-vel való levelezés miatt, mivel Rutherford 1903-ban elment Párizsba Marie Curie doktori védésére, és részt vett a védést követő ünnepségen.

Az 1911-es kémiai Nobel-díjra elsőként Svante Arrhenius (kémiai Nobel-díj, 1903) jelölte Madame Curie-t egy új radioaktív elem, a rádium felfedezéséért és a fémrádium előállításáért [23]. A francia matematikaprofesszor, Gaston Garboux szintén őt jelölte a kémiai Nobel-díjra. Jelölést kapott még a 1911-es kémiai Nobel-díjra Walther Nernst, Alfred Werner és Richard Willstätter – néhány évvel később mindhárman elnyerték a kémiai Nobel-díjat.

Az indoklás szerint a kémiai Nobel-díjat Madame Curie a kémia fejlődéséhez nyújtott szolgálatai elismeréseként a rádium és a polónium felfedezéséért, a rádium izolálásáért, valamint a figyelemre méltó elem természetének és vegyületeinek tanulmányozásáért kapta.

Miután Marie Skłodowska Curie és Pierre Curie bejelentették a két új radioaktív elem, a polónium és a rádium felfedezését, Marie Curie folytatta az új elemek vizsgálatát, és 1910-ben sikerült előállítani a fémrádiumot, valamint szurokércből tiszta állapotban kinyerte a polóniumot és spektruma alapján igazolta az új elem létezését. Az új elemek és vegyületeik tulajdonságait részletesen tanulmányozta, és a radioaktív vegyületek fontos sugárforrássá váltak mind a tudományos kísérletekben, mind az orvostudományban, ahol daganatok kezelésére használják őket.

Marie Curie Nobel-előadása

Az újonnan felfedezett elemek radioaktivitásának felismerése után a radioaktivitás kutatása jelentősen fejlődött, és új tudományág jött létre. Madame Curie kiemelte, hogy szerinte az új tudomány



mányág legkiemelkedőbb képviselője Ernest Rutherford, akit a Svéd Akadémia megérdemelten tüntetett ki az 1908-as kémiai Nobel-díjjal.

Az új tudományág 15 évvel Becquerel felfedezése óta jelentős fejlődést mutatott mind a fizika, mind a kémia területén, és ebből a szempontból döntő a rádium felfedezése. Az előadás időpontjában kb. 30 új elemet (izotópot) ismertek, melyeket nem lehetett volna izolálni vagy jellemezni kémiai módszerekkel. A sugárzást kibocsátó elemek kémiai átalakulásukon mennek át, és ekkor hélium is képződik, melyet kísérletileg először a rádium bomlásakor mutattak ki. A rádium izolálása tehát az új tudományág létrejöttének sarokköve volt, és a rádium a radioaktivitást kutató laboratóriumokban a leghasznosabb és leghatékonyabb eszköz lett.

Marie Curie az előadásban ezután bemutatta doktori értekezésének fontosabb eredményeit, a tórium radioaktivitásának a felfedezését, valamint az új kémiai elemek, a polónium és a rádium izolálását uránszurokércből. Már az első közleményében kiemelte, hogy az urán és a tórium sugárzása atomi tulajdonság, bármelyik vegyületük aktív. A szurokércben a rádium elenyésző koncentrációban van jelen, egy tonna szurokércből 10–20 kg radioaktív bárium-szulfát (a só aktivitása 30–60-szorosa az urán aktivitásának) nyerhető ki, majd ebből frakcionált kristályosítással 0,1–0,2 gramm rádium-klorid vonható ki. A kristályosítás hosszadalmas folyamat, a teljesen tiszta rádiumsó előállítására több mint ezer átkristályosítást alkalmazott. A rádium tisztaságát a spektroszkópiai vizsgálatok is igazolták.

Ezután ismertette a rádium atomtömegének pontos meghatározását a rádium-kloridból keletkező ezüst-klorid-csapadék gravimetriás mérésével. A pontos atomtömeg 226. A Mengyelejev-féle periódusos rendszerben a rádiumot az alkáliföldfémek oszlopában a bárium alatt helyezte el, a két elem kémiai tulajdonsága nagyon hasonló. A rádiumsók folytonos energiakibocsátása mérhető a kibocsátott hőben, amely Pierre Curie mérése alapján 118 kalória per gramm rádium óránként. Madame Curie beszámolt a fémrádium rádium-klorid higanykatódos elektrolízisére épülő előállításáról. A képződő amalgámból hidrogén-atmoszférában a higany ledesztillálható és visszamaradt a fém rádium.

A másik felfedezett kémiai elem, a polónium izolálásával kapcsolatos nehézségeket is említette, mivel a polónium koncentrációja a szurokércben ötezerszer kisebb, mint a rádiumé. Több tonna szurokérc feldolgozása után olyan polóniumkoncentrátumot sikerült kinyerni, melyből a spektrum új vonalai egyértelműen igazolták az elem létezését.

A radioaktív bomlás elméletével kapcsolatban Rutherford és Soddy eredményeit ismertette. Sikertült igazolni (Ramsay és Soddy), hogy a rádium sugárzásakor képződő alfa-részecskék pozitív töltésű héliumatomok. Ez a megfigyelés is igazolja Rutherford és Soddy elméletét a radioaktív atomok transzmutációjáról. A négy radioaktív elemnek (urán, tórium, rádium és aktínium) eltérő bomlási sora van, ugyanakkor bizonyították, hogy a rádium uránból képződik, illetve a rádium bomlási sorában a polónium az utolsó radioaktív elem. A rádium bomlási sorában az utolsó elem az ólom. Miután a polónium és a rádium jelentős számú alfa-részecskét emittál, Rutherford megszámlolta az adott tömegű rádiumból képződő részecskék számát, illetve megmérte a keletkező héliumgáz térfogatát, és ezek az adatok lehetővé tették az Avogadro-szám meghatározását. Ez nagyon fontos eredmény az anyag szerkezetének a kutatásában, mivel a korábbi elméleti számításokat a gyakorlatban igazolták.

A világháború idején Madame Curie a Vöröskereszt támogatásával teherautókra szerelt röntgenvizsgálókat hozott létre, melyekkel a harctéren sebesült katonákat röntgenézték. Ennek köszönhetően az orvosok röntgenfelvételeket készíthettek a megsérült csontokról, a testekben található lövedékekről és repezsekről.



A Curie-múzeum bejárata – ma, Párizs, rue Perre et Marie Curie 1.

A Sorbonne és a Pasteur Intézet 1909-ben megalapította a Rádium Intézetet, de az épületek csak a világháború kitérője idején készültek el. A fizikai kémiai kutatólaboratórium vezetőjének Madame Curie-t nevezték ki, de a tényleges munka csak 1919-ben kezdődött el. A német invázió kezdetén Madame Curie a lányait biztonságos helyre, Bretagne-ba menekítette, a Rádium Intézet rádiumsó-készletét ólomládában Bordeaux-ba szállította. A Rádium Intézetben kezdte a kutatómunkát Madame Curie asszisztenseként lánya, Irène Curie, aki Frédéric Joliot felesége lett. A Joliot házaspár 1935-ben fizikai Nobel-díjat kapott a mesterséges radioaktivitás felfedezéséért.

IRODALOM

- [1] Radnóti K.: Magyar Kémikusok Lapja (2017) 72, 350–353.
- [2] Radnóti, K.: Fizikai Szemle (2017) 67, 384–387.
- [3] Wolke, R. L.: Marie Curie's doctoral thesis: Prelude to a Nobel Prize. *J. Chem. Educ.* (1988) 65, 561–573.
- [4] Adloff, J. P., MacCordick, H. J.: The dawn of radiochemistry. *Radiochimica Acta* (1995) 70/71, 13–22.
- [5] Walton, H. E.: The Curie-Becquerel story. *J. Chem. Educ.* (1992) 69, 10–15.
- [6] Genet, M.: The discovery of uranic rays: A short step for Henri Becquerel but a giant step for science. *Radiochimica Acta* (1995) 70/71, 3–12.
- [7] Habashi E: Niepce De Saint-Victor and the discovery of the radioactivity. *Bull. Hist. Chem.* (2001) 26, 104–105.
- [8] Curie-Sklodowska, M.: *Comptes rendus* (1898) 126, 1101–1103.
- [9] Badash, L.: The discovery of thorium's radioactivity. *J. Chem. Education* (1966) 43, 219–220.
- [10] Curie, P., Curie, M.: *Comptes rendus* (1898) 127, 175–178.
- [11] Curie, P., Curie, M.: *Comptes rendus* (1902) 134, 85–87. [12] Curie, P., Curie, M., Bemont, G.: *Comptes rendus* (1898) 127, 1215–1217.
- [13] Curie, M.: *Comptes rendus* (1899) 129, 760–762.
- [14] Curie, M.: *Comptes rendus* (1900) 131, 382–384.
- [15] Curie, M.: *Comptes rendus* (1902) 135, 161–163.
- [16] Curie, M.: *Comptes rendus* (1907) 145, 422–425.
- [17] Curie, P., Curie, M.: *Comptes rendus* (1899) 129, 714–716.
- [18] Curie, M., Curie, P.: *Comptes rendus* (1899) 129, 823–825.
- [19] Curie, P., Curie, M.: *Comptes rendus* (1900) 130, 647–650.
- [20] Curie, M.: *Comptes rendus* (1900) 130, 76–79.
- [21] Skwarzec, B.: Maria Skłodowska-Curie (1867–1934) – Her life and discoveries. *Anal. Bioanal. Chem.* (2011) 400, 1547–1554.
- [22] Waclawek, W., Waclawek, M.: Marie-Sklodowska-Curie and her contributions to chemistry, radiochemistry and radiotherapy. *Anal. Bioanal. Chem.* (2011) 400, 1567–1575.
- [23] Adloff, J. P.: The centennial of the 1903 Nobel Prize for physics. *Radiochimica Acta* (2003) 91, 681–688.
- [24] Friedrich, C., Remane, H.: Marie Curie: Recipient of the 1911 Nobel Prize in chemistry and discoverer of the chemical elements polonium and radium. *Angew. Chem. Int. Ed.* (2011) 50, 4752–4758.
- [25] Curie, M., Debierne, A.: *Comptes rendus* (1910) 150, 386–389.
- [26] Curie, M., Debierne, A.: *Comptes rendus* (1910) 151, 523–525.
- [27] Curie, M.: *Comptes rendus* (1907) 145, 1145–1148.
- [28] Curie, M.: *Comptes rendus* (1908) 147, 345–349.



Kutasi Csaba

A textilkémiá fejlődése, főbb részterületei korunkban

Első rész

2025-ben több kerek évforduló emlékeztetett a textilkémiá jelentősebb felfedezéseire. 185 éves volt a törökvörösolaj, 135 éve állították elő az első műgyantát, 130 éves lett az első jelentősebb mesterséges szál (cellulóz-nitrát) és az indigó szintézise, 80 évvel ezelőtt képezték az első szintetikus szálát, a nyilont. A jelentősebb jubileumok mellett illendő felidézni a hazai textilvegyészet korai kiemelkedő személyiségeit, a textilkémiá fontosabb eredményeit – a teljesség igénye nélkül.

A budapesti Műegyetemen 1938-ban létrehozott és támogatott Textilkémiá Tanszék Dr. Buday-Goldberger Leó cégvezető nevéhez fűződik. Az óbudai Goldberger-gyár vegyi laboratóriumának vezetését a cégvezető 1941-től Csűrös Zoltán egyetemi tanárra bízta, aki kutatólaboratóriumra fejlesztette. Az első magyar nyelvű és egyetemi színvonalú *Textilkémiá* könyvet szintén Csűrös Zoltán (az általa megszervezett Textilkémiá Tanszék vezetője) készítette 1941-ben, ami a Mérnöki Továbbképző Intézet kiadásában jelent meg. Véber Zoltán okleveles vegyész (az óbudai Pamutkikészítőgyár főmérnöke, a Műegyetem és a Mérnöki Továbbképző Intézet tanára) *Festés és nyomás a textiliparban* c. munkája hasonlóan kiemelkedő mű volt. Rusznák István professzor (a Műegyetem Szerves Kémiai Technológia Tanszék vezetője) nevéhez többek között az újabb *Textilkémiá*-kiadványok és kutatások fűződnek.



Dr. Csűrös Zoltán
(1901–1979)



Véber Zoltán
(1903–1983)



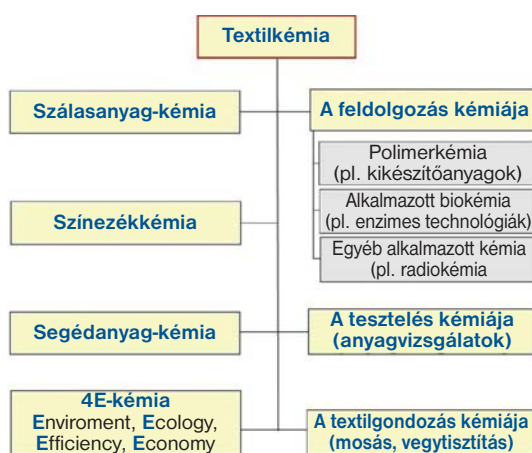
Dr. Rusznák István
(1920–2019)

A hazai textilkémiá kiemelkedő egyéniségei

A textilkémiá részterületei

A textilkémiá egyrészt a *szálasanyagok* (beleértve a számos mesterséges és manapság harmadik és negyedik generációs textilipari alapanyagot) szerkezeti és vegyi jellegzetességein kívül a *szintetikus színezékek* egyre bővülő körével, a textilkészítési *segédanyagokkal* és hatásmechanizmusukkal, a korszerű *4E-kémiai* technológiákkal foglalkozik. Másrészt a textilanyagok (fonalak, kelmék, darabárúk) *feldolgozási műveleteivel* kapcsolatos terüle-

tek kémiai vonatkozásai (polimerek, enzimes eljárások, radiokémiai kezelések), illetve az *anyagvizsgálatok* vegyi meghatározásai, a *textilgondozás* (foltkezelés, mosás, vegytisztítás) folyamatai, segédanyagai tartoznak ide.



A textilkémiá főbb részterületei jelenleg

Szálasanyag-kémia

A természetes szálasanyagokat tekintve, a *cellulóz- és fehérjékémia* területén számos kutatás folyt és folyik, így a természetes szálasanyagok szerkezetéről és vegyi tulajdonságairól egyre több ismeret áll a szakemberek rendelkezésére.

A mesterséges eljárásokkal történő szálelőállítás régóta sokakat foglalkoztatott, a megvalósításra azonban az 1880-as évekig kellett várni. Először a természetben található *cellulóz* szolgáltatva a nagymolekulájú alapanyagot, ebből, illetve ennek származékából készültek az első szálak. A 20. század harmadánál jelent meg az első *szintetikus szálasanyag*.

Az 1880-as években *J. Swan* fakéreg-cellulózból tudott mesterséges szálát képezni, szenesített változatát először izzólámpákhoz használta. 1885-ben a mesterséges szálból előállított textíliát bemutatta a londoni Nemzetközi Találmányi Kiállításon.

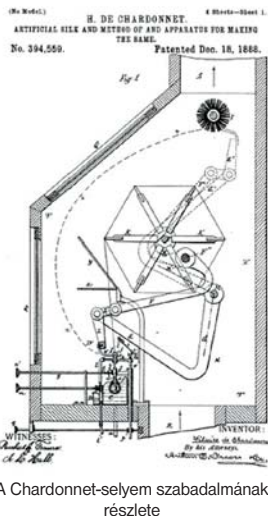
1885-ben *H. Chardonnet* (francia mérnök, gyáros) állított elő elsőként mesterséges selymet cellulóz-nitrátból, ezt a 1889-ben a párizsi kiállításon láthatták az érdeklődők. A felfedezett anyag fokozott gyúlékonysága miatt azonban nem terjedt el.

1868-ban *C. T. Liebermann* és *C. Gräbe* előállította a szintetikus alizarint, a jellegzetes vörös színezőanyagot.

1894-ben *C. Frederick* (angol kémikus), *J. Bevan* és *C. Beadle* munkatársaival felfedezte a regenerált cellulózból képzett viszkózt. 1920-ban a cellulóz-acetát (ecetsavas cellulóz-észter) jelent



Hilaire de Chardonnet
(1839–1924),
a műselyem feltalálója



A Chardonnet-selyem szabadalmának részlete

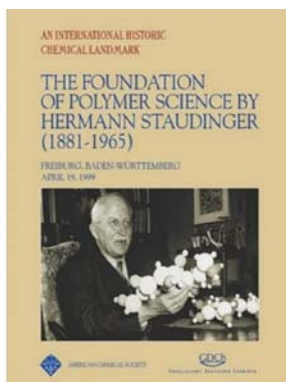
A cellulóz-nitrátból készített mesterséges szál

meg, mint mesterséges cellulózalapú szál, amit *P. Schützenberger* fedezett fel korábban.

A makromolekulás anyagok kémiájának megalapítója *H. Staudinger*, Nobel-díjas német kémikus. 1924-től komoly kutatómunkát folytatott, sikeres tevékenységével a polimerek felhasználási területei növekedtek, így került előtérbe a *szintetikus szálak* előállítása.

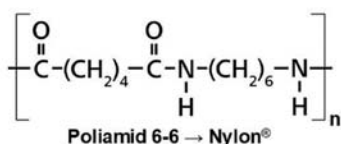


Hermann Staudinger
(1881–1965)



A polimertudomány alapítása

1935 a *nylon* – az első szintetikus szál – megjelenésének éve, *H. Carothers* (amerikai kutató, DuPont) kutatómunkája eredményeként. A slágernek számító anyag a nylonharisnya után, a háborús években, ejtőernyők és katonai kötelek fő alapanyaga lett.



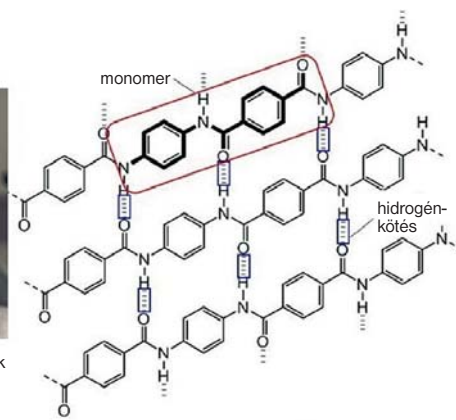
Wallace Hume Carothers
(1896–1937)



Az első szintetikus szál



Stephanie Louise Kwolek
(1923–2014),
az első para-aramidszál
(Fiber B) felfedezője (1966)



A poli-para-fenilén-tereftálamid (PPTA) láncai

A Kevlar® felfedezése és szerkezete

Az 1960-as évek közepén a *szénszálygártás* új időszak kezdetét jelentette. Ezek nagy szilárdságú és modulusú, döntően szénatomokból felépülő, kétdimenziós, ún. rétegstruktúrájú anyagok. A szénszálak kiinduló anyaga számos szerves vegyület (pl. viszkóz, ill. poliakrilonitril, kőszénkátrány, kőolajmaradék stb.), amelyekből pirolitikus úton történik az előállítás. A hőkezelés karbonizálás hőmérsékletétől függően részlegesen karbonizált (oxidált), ill. grafitizált (szén) szálakat lehet előállítani.

1979-ben felfedezték a *szupererős polietilén* szálát (Dyneema, Spectra).

1983-ban megjelent a *polifenilén-szulfid* szál (PPS – Sulfar).

1985-ben felfedezték a *lyocellszál*at, amely oldószeres eljárással készül, és a viszkóznál kedvezőbb tulajdonságú regenerált-cellulóz-szál (1992-től gyártják).



2002-ben vált ismertté a *polilaktid* szál (PLA).

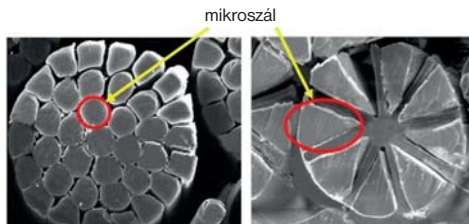
A további felfedezésekből csak néhány:

Polibenzimidazol (PBI), *polibenzoxazol* (PBO – Zylon), *poliamidimid* (PAI – Kermel), *aromás poliészter* (LCP – liquid-crystal polymers) stb. A NASA vezetésével kifejlesztett polibenzimidazol szálanyagok nemcsak nagy hő- és lángállósággal (pl. tűzblokkoló repülőgép-üléshuzatok stb.) rendelkeznek, hanem kedvező nedveségfelvételükkel ruházat-fiziológiailag is ideális *védőruházzati* alapanyagokat biztosítanak. A poliamidimid szálak magas hőstabilitással rendelkeznek (főként az esetleg nagy hőterhelésnek kitett ülészuhatoknál, ipari hőszigetelőknél, védőruházzatoknál jelentőségek.) Az új szintetikus szálak sorát még lehetne folytatni.

Az 1970-es évek táján terjedtek el a rendkívül finom *mikroszálak*, és ma már a *nanoszálak* előfordulása is jellemző.



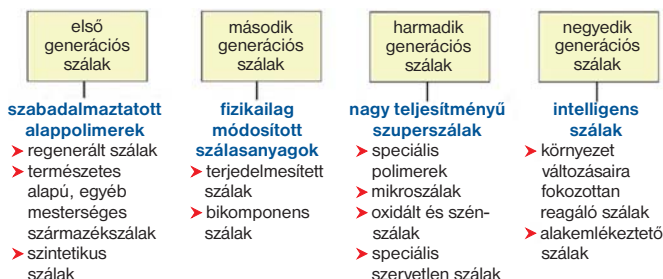
Miyoshi Okamoto



Bikomponensű mikroszál gyártása
10 000 m szál tömege az 1 g-ot sem éri el

A mikroszál feltalálója és egyik előállítási módja

A mesterséges szálanyagoknak négy generációja ismert.



A mesterséges szálanyagok generációi

Színezékkémia

A színezéshez hosszú ideig a természet egyes anyagai szolgáltatták a színezőanyagokat.

A mesterséges színezékek iránti igény szintén többször felmerült az idők folyamán, de az első szintetikus színezék nem tudatos kutatómunka eredményeként jelent meg.

Előzményként kiemelendő, hogy 1771-ben *Woulfe pikrinsavval* színezett selymet.

Anilint először 1826-ban *Unverdorben* állított elő. Az indigót mésszel hevítve kapott vegyületet krisztallinnak nevezte el, mivel



Otto Paul Unverdorben
(1806–1873)
1826-ban sikerült előállítani aminobenzolt

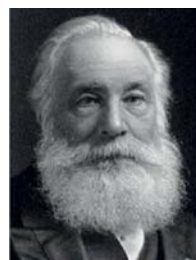


Carl Julius Fritzsche
(1808–1871)
adta az aminobenzolnak az anilint nevet

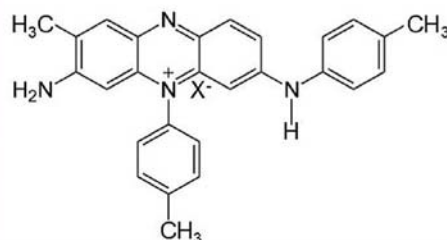
Anilintörténet

sói szépen kristályosodnak. Az anilint nevet (az indigót jelentő portugál *anil* szóból) *Fritzsche* adta.

Egy angol diák – *Perkin* – véletlen felfedezése 1856-ban vezetett a mesterséges színezékgyártás megteremtéséhez, miután egy hibás kininszintetizálási kísérlet során (az anilint kénsavval és kálium-bikromáttal kezelte) előállított, illetve izolált egy lilás vegyületet. A *mauvein* (mályva) kiváló színezéknek bizonyult. Ezzel főleg a fehérjealapú szálakat lehetett színezni, de *Perkin* kidolgozott egy előpácolást (tannin és nátrium-sztannát), így a cellulózsálak színezésére is alkalmassá vált.



William Henry Perkin
(1838–1907)



mauvein



A Perkin által felfedezett első mesterséges színezék

Runge 1834-ben aurint (rozolsav) állított elő fenol oxidációjával, a nagyüzemi gyártásra 1861-ben került sor. Ezt főleg *indikátorként* használják (a savasan sárga, lúgos közegben mélyvörösre vált).

Verguin 1859-ben *magenta* színt tudott előállítani anilinnal (IV)kloriddal.

Griess 1858-ban dolgozta ki a *diazotálás* műveletét, majd 1864-ben az *azokapcsolást*.

Lightfoot 1863-ban oxidálta a szálra felvitt anilint *anilinfeketvé*, ezzel megalapozta a szálra fejlesztett színezékek kémiaját.

1865-ben kezdett színezékgyártással foglalkozni a német *BASF* (Badische Anilin- und Sodafabrik, magyarul: Badeni Anilin- és Szódagyár).

1868-ban *Liebermann* és *Grebe* szintetizált alizarint (dibróm-antrakinonból).

1871-ben több *ftaleinszínezék*et állítottak elő. A trifenil-metán típusú színezékek egyik csoportját alkotják a ftaleinek.

1870-ben *Kekulé* diazotált anilint kapcsolt fenollal, így jött létre az első *hidroxizoszínezék*.

1873-ban *Croissant* és *Brettonniere* kifejlesztette az első *kénes színezéket*.

Több *azoszínezék* felfedezése következett, többek között *Caro* 1875-ben, *Roussin* 1876-ban, *Nietzky* 1879-ben volt eredményes.

Szintén *Caro* nevéhez fűződik a *tiazinszerkezetű metilénkék* 1876. évi kifejlesztése. A *malachitzöldet* (triaril-színezék) *O. Fischer* szintetizálta 1877-ben (indikátorként is használatos).

1882-ben *Baeyer* és *Drewson* kidolgozta az indigó szintézisét.

Ugyanebben az évben *Read* és *Holliday* kifejlesztette a *paravörös-eljárást* (diazotált para-nitroanilin β -naftollal kapcsolva). Szintén ebben az időben *Walter* kidolgozta az első (sztilbénzsármazékú) *direkt színezéket*, amely pácolás nélkül felhúzott a pamutra.



TÚL A KÉMIAŊ

Pestisjárvány és vulkánkitörés

A fekete halál az emberi történelem egyik legsúlyosabb járványa volt, 1347 és 1352 között Európa lakosságának nagyjából felét ejtette áldozatul. A betegségben szerepet játszó *Yersinia pestis* kórokozó közép-ázsiai rágcsálókól származott, és a Fekete-tenger régióján keresztül jutott be Európába. Egy új tanulmány szerint 1345-től a Földközi-tenger mellékén jelentős lehülés volt, a következménye pedig komoly éhínség lett. Ennek enyhítésére Venece, Genova és Pisa köztársaságai 1347-ben számottevő kereskedelmi erőfeszítéseket tettek arra, hogy a Mongol Birodalomból az Arany Horda azóvi-tengeri kikötőinek érintésével gabonát szerezzenek be. Az éhínséget sikerült csillapítani, de ennek ára a járvány kórokozójának behurcolása volt. A lehülés legvalószínűbb okának tartott nagy vulkánkitörés hasonlíthatott a Pinatubo 1991. évi kitöréséhez. Noha ilyet eddig nem ismertek ezekből az évek-ből, a korabeli történelmi feljegyzések nagy mennyiségben említenek olyan időjárási anomáliákat, amelyek alátámasztják ezt a feltételezést.

Commun. Earth Env. 6, 986. (2025)



Mamut-RNS

A fosszilis DNS-minták vizsgálata már hosszabb ideje jelentős felfedezésekkel gazdagítja a tudományt. Az ősi RNS-t, amely a gének fehérjékben való kifejeződéséről is adna információt,

sokkal nehezebb analizálni. Ez a bravúr sikerült a közelmúltban egy sok különböző nemzeti-ségű kutatót magában foglaló együttműködés keretei között: 10 gypjas mamut (*Mammuthus primigenius*) bőréből és izomszövetéből vett mintákban szekvenáltak RNS-részleteket.

A legrészletesebb elemzést egy Yuka nevű, 39 000 éve élt állat mintái tették lehetővé, míg a legrégebbiről származó, analizálható maradványok 52 000 évesek voltak.

Cell 189, 52. (2026)



CENTENÁRIUM



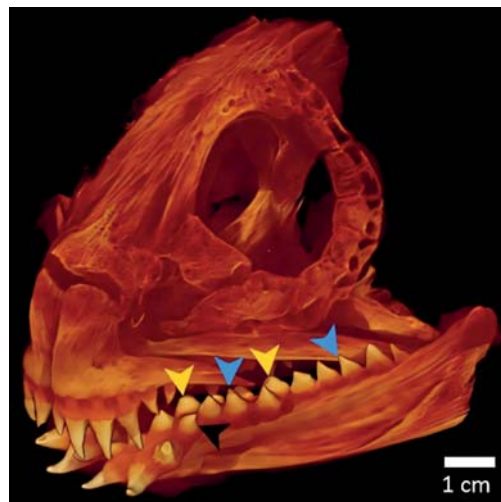
H. V. A. Briscoe, P. L. Robinson: The Constancy of Atomic Weights *Nature*, Vol. 117, pp. 377–378. (1926. március 13.)

Henry Vincent Aird Briscoe (1888–1961) brit szerves kémikus volt, legfontosabb kutatásait az Imperial Col-

lege London munkatársaként végezte. Pályafutása elején atomtömegek kivételesen pontos meghatározásában volt nagy szerepe. Később alkalmazott kémiai kutatások felé fordult a figyelve, jelentős eredményeket ért el a bányászok között gyakori szilikózis betegség hátterének feltárásában.

Extratartós halfogak

Az atlanti farkashal (*Anarhichas lupus*) fogának tanulmányozása közben anyagtudományi szempontból is érdekes tulajdonságra bukkantak: a kemény vázú élőlényekkel is táplálkozó hal rágószervének belseje minden irányban zsugorodik egy kicsit úgy is, ha erőhatás csak egy irányból éri. Ezt a ritka sajátságot negatív Poisson-aránynak nevezik: az ilyen, auxetikus anyag megnyújtáskor nem elvékonyodik, hanem keresztirányban megvastagodik. A mért számérték az összes fogmintában –1 és –2 között volt, míg az acélé 0,3, a gumié pedig 0,5 körül van. Az érdekes sajátság kulcsa a foganyag szerkezete:



10–20 mikrométer átmérőjű csatornák vannak benne, amelyek külső nyomás hatására viszonylag könnyen változtatják a méretüket.

Acta Biomater. 210, 95. (2026)

APRÓSÁG

A 2026. január 3-i amerikai katonai akció súlyos károkat okozott Venezuela vezető tudományos kutatóintézetének épületeiben.



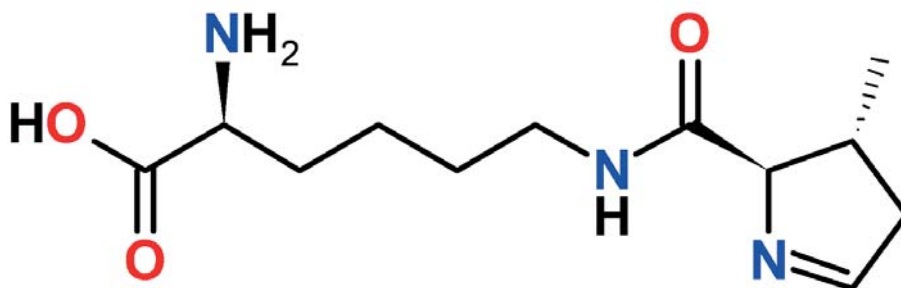
Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: lenteg1206@gmail.com. A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő internet-oldalon: http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index_magyar.html



A HÓNAP MOLEKULÁJA

A pirrolizin ($C_{12}H_{21}N_3O_3$) a 22. genetikailag kódolt aminosav, mert néhány ősi élőlényben a másol stopkodon-szerepű TAG hatására ez épül be a fehérjékbe. Részletes proteomikai analízis szerint a pirrolizin néhány, a környezetben található metil-amin lebontásában szerepet játszó metiltranszferáz enzim fontos egysége. Egy új publikáció eredményei szerint ez az aminosav legalább 1800 különböző ősi fehérjében lehetett jelen.

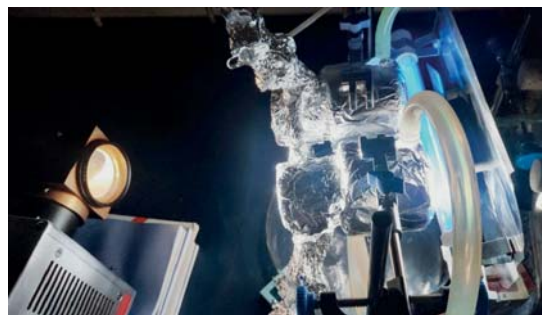
Science 390, 803. (2025)



Szín- és mintázatváltó mesterséges bőr polipinspirációval

A polipok régóta ismert sajátsága, hogy bőrük optikai tulajdonságainak változtatásával minél jobban beolvadhatnak a tengerfenékbe. A hasznos képesség kulcsa, hogy a bőr felületén lévő izmokkal a felszín érdességét a mikrométernél is kisebb mérettartománytól egészen a milliméteresig tudják strukturálni. Ezt az elvet másolta le egy újonnan kifejlesztett anyag, amelynek alapja az eredetileg napelemekben való felhasználásra készített poli(3,4-etiléndioxitiofén)-polisztirol szulfonát (PEDOT:PSS) polimer. Ennek érdekes sajátsága, hogy víz hatására megduzzad, de ez a folyamat alkoholok, például izopropil-alkohol hozzáadásával megfordítható.

Nature 649, 345. (2026)



Szén-dioxid és metán keverékének fotokémiája

Sem a CO_2 , sem a CH_4 nem számít a kémiában túlzottan reakcióképes molekulának. Egy kínai kutatócsoport felfedezése szerint a kettő keverékét 185 nm hullámhosszú fényvel megvilágítva olyan termékegy keletkezik, amelyben CO , H_2 és C_2H_6 van jelen a legnagyobb mennyiségben. Az első két termék a szintézisgáz alkotója, vagyis nagyobb szénatomszámú láncokat tartalmazó szénvegyületek is felépíthetők belőlük. További érdekes megfigyelés volt, hogy ha az eredeti megvilágítással együtt látható vagy akár közeli infravörös sugárzást is használtak, akkor a fotokémiai reakció határfoka javult. Bár a Napból jövő, 185 nm-es ultraibolya „fény” nem éri el a Föld felszínét, a módszernek ennek ellenére is lehet gyakorlati haszna automata űrszondákban vagy akár embereket szállító űrhajókban is üzemanyagok kémiai előállításában.

Nat. Photon. 20, 63. (2026)

Ősi nyílméreg

A Dél-Afrikában gifbol néven ismert hagymás növény (*Boophone disticha*) gyökerének kivonatát a busmanok az elmúlt két évszázadban igen hatékony nyílméregként használták. A legújabb kutatások szerint ezt már valószínűleg 60 000 évvel korábban élt őseik is megtették. Még 1985-ben tárták fel, egy útépítés miatt, KwaZulu-Natal államban az Umhlatuzana sziklabarlang lelőhelyet, s az itt talált 10 nyílhegy múzeumba került. A közelmúltban vizsgálták meg az ezeken lévő lera-

kódásokat gázkromatográfiával kapcsolt tömegspektrometria segítségével. Ezek a vizsgálatok mutatták ki a bufanidrin és az epibufanizin vegyületeket, amelyek a gifbol mérgeanyagai.

Science Adv. 12, adz3281. (2026)



Sztereokémiai rozstalány

A szekalozid A és B bonyolult szerkezetű, glikozid típusú, természetes eredetű vegyületek, amelyeket először mintegy 30 éve izoláltak a rozs (*Secale cereale*) virágorából. A molekulák epimerizációra való hajlama miatt a szerkezetmeghatározásukhoz a fő információforrást az NMR-vizsgálatok jelentették, de ezekben egy királis szénatom körüli konfigurációt nem sikerült egyértelműen eldönteni. A közelmúltban számoltak be a két anyag totáliszintézisééről. Ennek során a tisztázatlanul maradt kiralitáscentrum mindkét változatát előállították, így az NMR-spektrumok összehasonlítása a növényből izolált termékével lehetővé tette a sztereokémia egyértelmű meghatározását.

J. Am. Chem. Soc. 148, 86. (2026)





Válogatás

Az MTA Kémiai Tudományok Osztálya által kiválasztott három publikáció közül az elsőben a szerzők az Alzheimer-kórhoz kapcsolódó humán tubulin α 1A fehérjét vizsgálták esszenciális réz(II)-, valamint toxikus nikkel(II)-fémionok jelenlétében. A második közlemény szerzői újszerű, gyógyszer-hordozásra alkalmazható, biokompatibilis kopolimert állítottak elő, amely vizes oldatban nanoméretű micellákat képez. A harmadik publikáció szerzői gyors, környezetbarát eljárást írtak le enantiomerek párhuzamos, automatizálható elválasztására.

Perczel András

az MTA Kémiai Tudományok Osztályának elnöke

A humán tubulin α 1A fehérjefragmens hidrolitikus stabilitása. A fémionok szerepének egy lehetséges magyarázata a neurodegeneratív betegségek kialakulásában

Inorganic Chemistry Frontiers, 2025

<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2025/qi/d4qi03271c>

Balázs Sándor^{1,2}, Ágnes Grenács¹, Sajtos³, Giuseppina Sabatino⁴, Giuseppe Di Natale⁴, Giuseppe Pappalardo⁴, Katalin Várnagy¹

¹ University of Debrecen, Department of Inorganic and Analytical Chemistry, Debrecen

² Neurocognitive Research Center, Budapest, Hungary

³ University of Debrecen, Department of Physical Chemistry, Debrecen, Hungary

⁴ CNR – Institute of Crystallography, Catania, Italy

A cikk középpontjában az Alzheimer-kórhoz kapcsolódó humán tubulin α 1A fehérje vizsgálati eredményei állnak. A szerzők 189–195 fragmenst szintetizáltak és tanulmányoztak az esszenciális Cu(II)-, valamint a toxikus Ni(II)-fémionok jelenlétében. Fiziológiai körülmények között a reverzibilis komplexképződési folyamatok mellett a fémion indukált hidrolízis termékeit is azonosították. Ezek az eredmények hozzájárulhatnak a betegség kémiai hátterének, az emberi agyban lévő fehérjék funkcióvesztésének megértéséhez.

Hiperelágazásos poliglicidol- és poli(tetrahidrofurán)-alapú önszerveződő amfilil ABA triblokk-kopolimerek és nanomicellák mint rendkívül hatékony kurkumin-szolubilizáló és -hordozó rendszerek

International Journal of Molecular Sciences, 2025

<https://www.mdpi.com/1422-0067/26/12/5866>

Dóra Fecske^{1,2}, György Kasza¹, Gergő Gyulai³, Kata Horváti⁴, Márk Szabó⁵, András Wacha⁶, Zoltán Varga⁶, Györgyi Szarka¹, Yi Thomann^{7,8}, Ralf Thomann^{7,8}, Rolf Mülhaupt^{7,8,9}, Éva Kiss³, Attila Domján⁵, Szilvia Bősze^{10,11}, Laura Bereczki^{1,2}, Béla Iván¹

¹ Polymer Chemistry and Physics Research Group, Institute of Materials and Environmental Chemistry, HUN-REN Research Centre for Natural Sciences, Budapest, Hungary

² Hevesy György Doctoral School of Chemistry, ELTE Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary

³ Laboratory of Interfaces and Nanostructures, Institute of Chemistry, Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary

⁴ MTA–HUN-REN "Momentum" Peptide-Based Vaccines Research Group, Institute of Materials and Environmental Chemistry, HUN-REN Research Centre for Natural Sciences, Budapest, Hungary

⁵ NMR Research Laboratory, Centre for Structural Science, HUN-REN Research Centre for Natural Sciences, Budapest, Hungary

⁶ Biological Nanochemistry Research Group, Institute of Materials and Environmental Chemistry, HUN-REN Research Centre for Natural Sciences, Budapest, Hungary

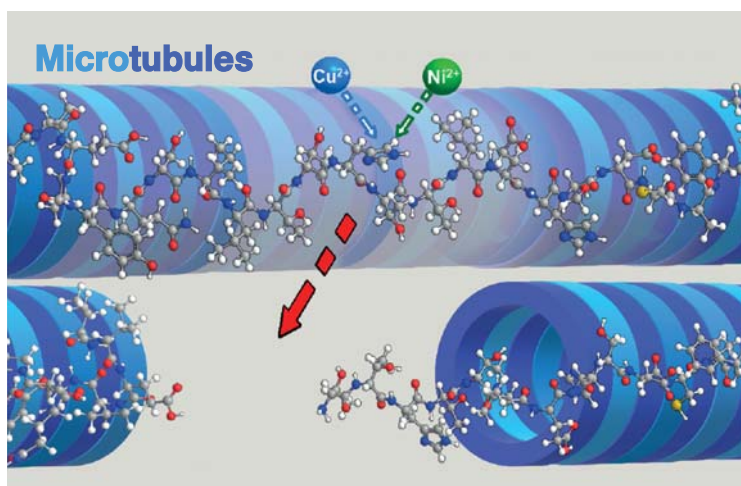
⁷ Freiburg Materials Research Center, University of Freiburg, Freiburg, Germany

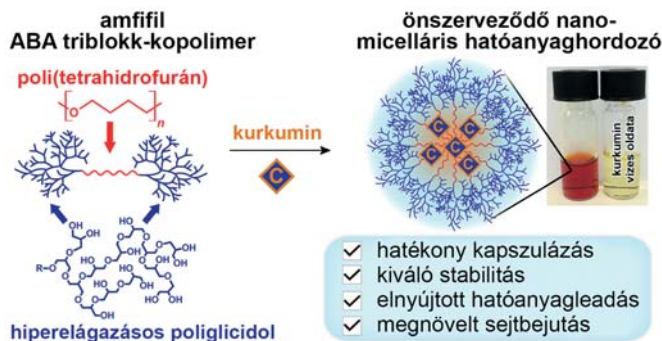
⁸ Freiburg Center for Interactive Materials and Bioinspired Technologies (FIT), University of Freiburg, Freiburg, Germany

⁹ Institute for Macromolecular Chemistry, University of Freiburg, Freiburg, Germany

¹⁰ HUN-REN–ELTE Research Group of Peptide Chemistry, Hungarian Research Network, Budapest, Hungary

Napjainkban nagy intenzitással zajlik a polimeralapú gyógyszer-hordozó rendszerek kutatása, különösen rosszul oldódó, így korlátozott hasznosulással bíró gyógyszerek esetén. A szerzők új-szerű, gyógyszer-hordozásra alkalmazható, testbarát (biokompatibilis) kopolimert állítottak elő, amely vizes oldatban nanoméretű micellákat képez. Ezek képesek vízben rosszul oldódó hatóanyagok, például a rákellenes kurkumin oldhatóságának több mint 1500-szoros növelésére és a hatóanyag rákos sejtekbe juttatására.





⁴HUN-REN Centre for Energy Research, Budapest, Hungary

⁵Department of Inorganic and Analytical Chemistry, Faculty of Chemical Technology and Biotechnology, Budapest University of Technology and Economics, Hungary

⁶HUN-REN, Computation-Driven Chemistry Research Group, Budapest, Hungary

⁷Institute of Bioanalysis, Medical School, University of Pécs, Hungary

⁸Department of Pharmaceutical Chemistry, Semmelweis University, Budapest, Hungary

⁹Center for Pharmacology and Drug Research & Development, Semmelweis University, Budapest, Hungary

A tanulmány kiemelkedően gyors és környezetbarát megoldást mutat be enantiomerek párhuzamos, automatizálható elválasztására mágneses részecskékre rögzített borkósav-származékkal. Az eljárás lehetővé teszi a klasszikus rezolválások miniatürizált kivitelését az időigény nagyságrendi csökkentése mellett, új alternatívát nyújtva a korai gyógyszerkutatás vegyülettisztítási lépéseihez, ahol a gyors, kis anyagigényű döntéshozatal kulcsfontosságú a hatóanyagjelöltek kiválasztásához.



Dibenzoil-borkósav-alapú rezolválások preparatív lépték alatti kiterjesztése mágneses enantiomerelválasztás alkalmazásával

Separation and Purification Technology, 2026

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383586626001905#ab0010>

Bálint Jávor¹, Dorka Szegedi¹, Bálint Árpád Ádám¹, Orsolya Hakkel², Levente Illés³, Péter Fürjes³, Tünde Tóth⁴, Szabolcs László^{5,6,7}, Ádám Golcs^{1,8,9}

¹Department of Organic Chemistry and Technology, Faculty of Chemical Technology and Biotechnology, Budapest University of Technology and Economics, Hungary

²Microsystems Lab, Institute of Technical Physics and Materials Science, HUN-REN Centre for Energy Research, Budapest, Hungary

³Institute of Technical Physics and Materials Science, HUN-REN Centre for Energy Research, Budapest, Hungary

Vegyipari mozaik

A Richter pozitív CHMP szakvéleményt kapott a FYLREVEY® (estetrol-tabletta) hormonpótló terápiás készítményre. A javasolt indikáció a posztmenopauzális, méheltávolításon át nem esett nők ösztrogénhiányos tüneteinek kezelésére (FYLREVEY® 14,2 mg és 18,9 mg) szolgál, akiknél az utolsó menstruáció óta legalább 12 hónap telt el. A CHMP emellett támogatja a FYLREVEY® 18,9 mg alkalmazását méheltávolításon átesett posztmenopauzális nők számára is, ösztrogénhiányos tüneteik kezelésére. Az



Európai Bizottság hozza meg a végső döntést a forgalomba hozatali engedély iránti kérelemről a CHMP ajánlásának áttekintése után. A döntés az Európai Gazdasági Térség valamennyi tagállamára érvényes lesz.

„Nagy örömmel fogadtuk a CHMP pozitív véleményét a FYLREVEY®-vel kapcsolatban, ami fontos mérföldkő a világszerte több millió nőt érintő, menopauzával kapcsolatos megoldatlan igények kezelésében. Az Európai Bizottság jóváhagyását követően a FYLREVEY® lehet az elmúlt évtizedek első innovatív hormonális terápiás készítménye menopauzális tünetek kezelésére az európai piacon.

Egy originális termék törzskönyvezése – a második termékünk, amely az egyedülálló, saját fejlesztésű estetrolplatform alapul – kiemelkedő teljesítmény lenne a Richter számára. Ez jól tükrözi elkötelezettségünket a nők életminőségének javítása iránt világszerte, megerősíti az originális kutatásra épülő stratégiánkat, és tovább erősíti vezető pozíciónkat Európában” – mondta Dr. Turek Péter, a Nőgyógyászati Üzletág vezetője.

A menopauza természetes biológiai folyamat, amely egy nő reprodukív éveinek végét jelzi, és általában 45 és 55 éves kor között jelentkezik. Jellemzője a menstruáció megszűnése, ami a petefészkek ösztrogén- és progeszterontermelésének csökkenése miatt következik be.

A leggyakoribb tünetek közé tartoznak a vazomotoros tünetek (VMS, amelyekbe beletartoznak a hőhullámok és az éjszakai izzadás), a vulvovaginális atrófia (VVA), alvászavar, a csontok



egészségének romlása, fizikai változások (mozgásszervi tünetek, súlygyarapodás, hajhullás és bőrszárazság), hangulatingadozás (beleértve a fokozott ingerlékenységet, szorongást és depressziót), vizeletinkontinencia és kognitív változások.

A VMS a menopauza leggyakoribb és legkellemetlenebb tünete közé tartozik, és ez az egyik fő oka annak, hogy a nők orvoshoz fordulnak. A hőhullámok hirtelen hőérzetet okoznak a felsőtestben, amelyek 2–4 percig tartanak és naponta többször megismétlődnek. A menopauzában lévő nők közel 80%-ánál jelentkeznek vazomotoros tünetek, és ezek a panaszok akár 7–9 éven át is fennállhatnak.

Az orális alkalmazott, estetrolalapú ösztrogénterápia, a FYLREVEY® a posztmenopauzális nőknél előforduló ösztrogénhiányos tünetek széles körének – közülük is kiemeleten a VMS – kezelésére szolgál. Az estetrol (E4) természetes ösztrogén, amelyet a magzati máj termel a terhesség alatt és amelyet növényi alapanyagokból szintetizálnak gyógyszeriasztai célokra. Az E4 preklinikai és klinikai adatai szövetspecifikus aktivitásra és más ösztrogénekhez képest kedvezőbb farmakológiai profilra utalnak, beleértve a májra, a véralkalmazási rendszer egyensúlyára és a mellsejtek szaporodására gyakorolt kisebb mértékű hatást. Az E4 hatékonyságát a VMS enyhítésében és biztonságosságát két független, bizonyító erejű és kulcsfontosságú fázis 3 vizsgálatban (E4 COMFORT I és E4 COMFORT II) mutatták meg, amelyekben összesen 2576 posztmenopauzális nő vett részt Európában, Oroszországban, az Egyesült Államokban, Kanadában és Latin-Amerikában. Az E4-et világszerte több mint 50 országban engedélyezték már a drospirenonnal kombinált orális fogamzásgátló készítmény ösztrogénkomponenseként (az EU-ban DROVELIS® néven forgalmazva), most tovább bővíti terápiás hatókörét a menopauza területén. (www.gedeonrichter.com)



FUJI

A Richter és a Fuji tovább erősíti stratégiai együttműködését. A két vállalat már évek óta szoros partnerségben áll a nőgyógyászat (WHC) területén. Ennek eredménye a Fuji által Japánban kifejlesztett, forgalomba hozott és forgalmazott Alyssa® nevű, drospirenon és estetrolt (E4) tartalmazó dysmenorrhoea (fájdalmas menstruáció) kezelésére szolgáló készítmény, valamint a Nextstellis™ nevű orális fogamzásgátló Thaiföldön történő



forgalmazása. A Fuji rendelkezik a Richter estetrol- (E4-) alapú hormonpótló terápiás készítmény jelöltjének forgalmazási jogával is Japánban és az ASEAN területeken. A termékjelölt nemrégiben pozitív szakvéleményt kapott az európai CHMP-től (Emberi felhasználásra szánt gyógyszerkészítmények bizottsága) FYLREVEY® márkanéven.

A nők egészségügyi ellátásába történő beruházások és innovációk továbbra is elégtelenek. Globális szinten a kutatás és fejlesztés ezen a területen a teljes gyógyszeripari K+F kevesebb mint 5%-át teszi ki, ami korlátozza a jövőbeli kezelési lehetőségeket, ugyanakkor jelentős lehetőséget kínál azon innovatív vállalatok számára, amelyek készek befektetni ezen a területen. Ennek fényében a Richter és a Fuji üzleti együttműködési megállapodást írt alá, amely megerősíti a közös erőfeszítéseket az üzletfejlesztés és a K+F területén a nőgyógyászat-ban, amely stratégiai prioritás mindkét vállalat számára.

Az együttműködés során a két vállalat a felhalmozott tapasztalatokra és szakértelemre támaszkodva közösen fogja azonosítani, értékelni és megvalósítani ígéretes külső gyógyszerjelöltek felvásárlását vagy licencre vételét. A belső projektekkkel együtt ezeknek a kezdeményezéseknek az a célja, hogy felgyorsítsák az innovációt és világszerte fejlett terápiás megoldásokat kínáljanak a nőgyógyászat területén.

A nőgyógyászati innováció elősegítése érdekében a Richter a közelmúltban létrehozott egy kutatóközpontot nőgyógyászati originális kutatás és fejlesztés céljából Belgiumban, valamint megerősítette budapesti kutatási és fejlesztési tevékenységét. Ez a központ kulcsfontosságú szerepet fog játszani a Richter és a Fuji közös fejlesztési erőfeszítéseinek előmozdításában.

(<https://www.gedeonrichter.com/>)



Top Employer 2026 elismerést kapott az Egis. Az Egis Gyógyszergyár Zrt. 2026-ban ismét megkapta a Top Employer Hungary tanúsítványt, amely független, nemzetközi módszertanon alapuló értékelés eredménye.





A tanúsítást végző Top Employers Institute minden évben egy-egy szempontrendszer szerint értékeli a részt vevő szervezetek működését. A felmérés hat HR-területet és 20 altémát foglal magában, többek között a munkatársakra vonatkozó stratégiát, a munkakörnyezetet, a tehetséggondozást, a tanulást és fejlődést, a sokszínűséget és befogadást, valamint a jóllétet.

2026-ban a Top Employers Institute világszerte több mint 2500 szervezetet tanúsított 131 országban.

„A Top Employer Hungary 2026 tanúsítás fontos visszajelzés, amely megerősíti, hogy a hosszú távon, tudatosan épített HR-megoldásaink valódi értéket teremtenek munkavállalóink számára – mondta el dr. András Klára, az Egis HR- és kommunikációs igazgatója. – Több mint száz év tapasztalatára építve olyan fejlődési pályán haladunk, amely egyszerre támogatja a fenntartható növekedést és kollégáink szakmai kibontakozását. Célunk, hogy következetes munkával olyan munkahelyi környezetet működtessünk, ahol munkatársaink tudásukkal aktívan hozzájárulhatnak a vállalat sikeréhez, és ezáltal egyre több beteg gyógyulásához.”



A jövő kihívásaira a tudás és valódi gyakorlat ad választ: a MOL tovább bővítette oktatási és tehetséggondozási programjait. A MOL Magyarország 2025-ben tovább építette oktatási és utánpótlás-programjait. A vállalat 345 millió forinttal támogatta stratégiai egyetemi és technikai partnereit, elősegítve, hogy a képzések még szorosabban kapcsolódjanak az ipari igényekhez. A programokban több mint 150 oktató és mentor vállalt aktív szerepet, átadva a mindennapi működésben megszerzett tapasztalatot a hallgatóknak és diákoknak.



„A STEM-területeken megszerzett tudás ma a legértékesebb befektetés a jövőbe: ezek a szakmák adják azt a gondolkodásmódot, problémamegoldó képességet és gyakorlati felkészültséget, amellyel a fiatalok képesek valódi válaszokat adni a gyorsan változó ipari környezetben. A mérnöki és természettudományos képzések nemcsak stabil karrierutat jelentenek, hanem kulcs szerepet játszanak abban is, hogy Magyarország versenyképes,

innovatív gazdaságot építsen. A MOL Magyarországnál ezért fontosnak tartjuk, hogy a diákok már a tanulásaik alatt megtapasztalják, mit jelent valós ipari környezetben dolgozni – mentorálással, csapatmunkával és felelősséggel járó feladatokon keresztül. Meggyőződésünk, hogy a jövő kihívásaira azok fognak választ adni, akik ma minőségi képzést és gyakorlati tapasztalatot kapnak” – mondta Bán Zoltán, a MOL Magyarország HR igazgatója.

A MOL Magyarország felsőoktatási kapcsolatrendszerében kiemelt szerepet töltenek be a MOL Tanszékek, amelyek a gyakorlatorientált képzést és az ipari tapasztalatokra épülő tudásátadást erősítik. Jelenleg négy MOL Tanszék működik hazai partnerintézményekben: egy a Debreceni Egyetemen, egy a Pannon Egyetemen, valamint kettő a Miskolci Egyetemen.

A vállalat oktatási szerepvállalásának az egyik legjelentősebb eredménye, hogy stratégiai befektetőként fenntartói szerepet vállalt a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem működtetésében. A BME új működési modellje hosszú távon lehetőséget teremt arra, hogy a versenyképes mérnöki és technológiai tudás még közvetlenebb módon kapcsolódjon az ipari igényekhez.

A gyakorlati tapasztalatszerzésben kiemelt szerepet kap a duális képzés. A vállalatnál tavaly 55 duális egyetemista tanult, közülük 14-en fejezték be tanulmányaikat, és a programot elvégzők körében az elhelyezkedési arány 86% volt. A középfokú duális szakképzésben 237 tanuló vett részt, akik a tanműhelyi gyakorlattól a valós üzemi környezetig olyan tudást szerezhettek, amely közvetlenül hasznosítható a munka világában.

A MOL Magyarország 2025-ben is nagy hangsúlyt helyezett arra, hogy a fiatalok minél több ponton találkozhassanak a vállalati működéssel és karrierlehetőségekkel. A vállalat 128 oktatással kapcsolatos eseményen vett részt – többek között nyílt napok, pályaorientációs programok és állásbörzék –, amelyek összesen 22 689 tanulót értek el. A személyes tapasztalatszerzést erősítették a MOL Campus- és telephelylátogatások is, amelyeken 1727 fő vett részt.

A vállalat a képzések minőségét nemcsak programokkal, hanem infrastrukturális fejlesztésekkel is támogatta. Az Érdi SZC MOL Százhalombattai Széchenyi István Technikum és Gimnázium több mint 300 millió forintból felújított M szárnya, amelyet 2025 szeptemberében adtak át, korszerű, modern oktatási környezetet biztosít a duális képzésben részt vevő diákok számára.

A tehetséggondozás ugyanakkor nem ér véget a képzési rendszer alsóbb szintjein: a vállalat a tudományos utánpótlásra is figyelmet fordít. 2025-ben öt hallgató kapcsolódott be a Kooperatív Doktori Programba, emellett 125 nyári gyakorlatos és 300 gyakorlonk szerzett értékes tapasztalatot a MOL Magyarországnál, többféle – irodai és telephelyi – feladatkörben.

A jövő megoldásaihoz a tudás mellett innovációra is szükség van. A vállalat 2025-ben 3 milliárd forint vissza nem térítendő támogatást nyert a „Nagyvállalati Fókuszterületi Innovációs Program” keretében „Megújuló- és hulladék alapú energetikai és vegyipari termékek kutatása és fejlesztése” című projektjére. A program teljes költségvetése 5,6 milliárd forint.

A MOL-csoport célja, hogy a fiatalok számára az oktatás minden szintjén és formájában – a duális képzéstől a gyakornoki programokon át egészen a doktori képzésig – fejlődési utat és karrierbelépési lehetőséget kínáljon. A vállalat meggyőződése, hogy az iparág jövőjét felkészült, motivált szakemberek formálják, és ennek alapjai már ma, a képzés és a tehetséggondozás időszakában épülnek fel. (<https://mol.hu/>)



Szén-dioxid-befogás és hidrogén hangyasavból – az energetika jövőjét villantották fel a BME-n. Az energetikai szektor legfőbb problémáiról és a megoldásokat kereső, a BME-n zajló kutatásokról beszélgettek az Üzleti reggeli rendezvény-sorozat február eleji eseményén az egyetem szakértői és piaci szereplői.



A panelbeszélgetéseket megelőző első előadást Aszódi Attila, a Természet-tudományi Kar dékánja tartotta *Energetikai megatrendek* címmel. Azzal kezdte, hogy a sokat emlegetett fenntarthatóságnak a környezeti mellett társadalmi és gazdasági pillére is van, az úgynevezett „energetikai trilemma” tehát három elem-

ből áll: környezettudatosság, megfizethetőség és energiabiztonság.

Fontos tudatában lennünk annak, hogy a primer energia terén a fosszilis energiahordozókat valójában más fosszilisok váltották ki, így ma 80 százalékban szén, kőolaj és földgáz adja a világ energiatermelését. Aszódi Attila idézte a híres mondást, miszerint „a kőkorszak nem azért ért véget, mert elfogyott a kő”, és hasonlóan, a szénfelhasználás is úgy érte el nemrég a csúcspontját, hogy még több mint 200 évre elegendő szenünk van. Az olaj esetében a közeljövőre várható a tetőzés, noha szintén bőven van még belőle.

A „21. század olaja” azonban a villamos energia, amelynek a termelése több mint 60 százalékban még mindig fosszilisbázisú. A mesterségesintelligencia-boom miatt – egyes becslések szerint a szerverfarmok áramigénye akár az évi 1000 terawattórát is elérheti – logikus az atomerőmű-projektek felfutása, hiszen „karbonsemleges zsinóráramot csak karbonsemleges zsinórtermelővel lehet előállítani” – jelentette ki a BME egyetemi tanára.

Aszódi Attila végül emlékeztetett a Mario Draghi-féle uniós versenyképességi jelentés azon javaslataira, hogy a villamosenergia-piacon érdemes a nukleáris erőművekkel hosszú távú szerződéseket kötni, az energiaintenzív iparágakat saját termelési kapacitások kiépítésére ösztönözni, valamint támogatni az új típusú (kis moduláris) reaktorok fejlesztését. Mindezek különösek megfontolandóak Magyarországon, ahol a földrajzi és klimatikus adottságok miatt korlátozott a megújuló források kihasználhatósága a villamosenergia-termelésben.



A megújulóakra ugyanakkor már csak az energiafüggetlenség szempontja miatt is szükség van – ez már az Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék vezető Imre Attila *Megújuló energiaforrások és hibrid energiatárolók* című előadásának első gondolata volt. Imre Attila felidézte, hogy idehaza a mindenki számára elérhető napenergia mellett a kisebb potenciálú, viszont nagyobb befektetést igénylő szél-, valamint az eddigi kevéssé kihasznált geo-

termikus energia áll rendelkezésre, az első kettő esetében pedig az energiatárolás a szűk keresztmetszet.

Bemutatott két telepítettakku-technológiát, a konténerméretű, magas hőmérsékletű nátrium-kén akkumulátort, valamint a jól skálázható, de hűtést igénylő vanádium-redoxakkumulátort, majd beszélt a hidrogénenergetika lehetőségeiről is, például a negatív áramár idején előállított hidrogén földgázba keveréséről vagy a vegyes tüzelőanyagú dízelmotoros megoldásokról.

A professzor beszámolt a termelés és fogyasztás ingadozásainak kiegyenlítését célzó hibrid rendszerek fejlesztéséről – ezek többféle termelő- és többféle tárolóegységből állnak, a tervezésük és a kivitelezésük is roppant bonyolult, amellel elég költségesen működtethetők. Annál többet ígér az ipari maradék hő hasznosítása, amely csővezeték nélkül, teherautón szállítható rendszerekkel is megoldható.

A harmadik előadást Vokony István, a Villamos Energetika Tanszék vezetője tartotta *Megújuló villamosenergia-rendszerek* címmel. Olyan projekteket mutatott be, amelyek a gyorsuló zöld átállás közepette előregedő hálózatok stabilitásának problémájára kínálhatnak megoldást.



Ilyen például a TwinEU, a teljes európai villamosenergia-rendszer virtuális másolatának (úgynevezett digitális iker) elkészítése. Ez lehetővé teszi bármilyen új kihívás, technológiai változtatás pontos, olcsó és gyors modellezését a rendszer biztonságos működésének veszélyeztetése nélkül – legyen az egy piaci átrendező-dés vagy egy távvezeték terhelhetőségének szimulációja.

Az E.ON-nal közös Flex.ON program kiindulópontja, hogy a megújuló és aktív fogyasztók terjedésével a hálózatok lokális szűk keresztmetszetei egyre gyakrabban jelentkeznek, miközben a klasszikus hálózatfejlesztés lassú és tőkeigényes.

A cél tehát hálózati problémák kezelése piaci alapú flexibilitással, hálózatfejlesztés kiváltása digitális és algoritmikus eszközökkel. A Műegyetem hálózatszámítási és piaci algoritmusok fejlesztésével, elszámolási logikák kutatásával, validációval járul hozzá a cél eléréshez.

A hozzászólók között Höfler Lajos beszámolt a Műegyetem több kutatásáról az energiatárolás terén, így a lítiumion-akkumulátorok várható élettartamának és öregedési ütemének előrejelzéséről, amihez szintén digitális ikreket alkalmaznak. Erre fejlesztettek elektrokémiai eljárásokat, és szabadalmaztattak egy hőáram-mérés-alapú technológiát, amellyel meg lehet mondani, éppen milyen reakció zajlik az akkumulátorban, ebből pedig megbecsülhető, hogyan fog öregedni a cella. Egy másik irány a hidrogéntárolás hangyasav formában: arra fejlesztenek eljárásokat, hogy miként lehet a kötésben lévő hidrogént kinyerni a hangyasavból.

(<https://www.bme.hu/hirek/260204/bme-uzleti-reggeli-energetika>)



Borostyánba zárt múlt: az SZTE egyedülálló mikroCT-je segített egy 99 millió éves őscsiga azonosításában. A tudomány számára eddig ismeretlen csigafajokat fedeztek fel többek között a Szegedi Tudományegyetem kutatóinak közreműködésével. A 99 millió éves őscsigafajokat Dr. Kukovecz Ákos, az SZTE TTIK Kémiai Intézetének vezetője és Dr. Szei Imre, az SZTE TTIK Kémiai Intézet Alkalmazott és Környezeti Kémiai Tanszék kutatója vizsgálta, nagy felbontású mikroCT segítségével. Az egyedülálló berendezés lehetővé tette, hogy az elkészült 3D-s mikroCT modellel bizonyítsák, valóban egy új őscsigafajt sikerült azonosítaniuk.



A kutatás nemzetközi együttműködés keretében valósult meg: a szegedi tudósok Jean-Michael Bichain, a franciaországi colmari Természettudományi és Néprajzi Múzeum kutatójának vezetésével, Páll-Gergely Barna, a HUN-REN Agrártudományi Kutatóközpont és a Szent István Egyetem kutatója, valamint Szabó Márton, az ELTE Őslénytani Tanszék és MNMKK Magyar Természettudományi Múzeum kutatója közreműködésével vettek részt a munkában. Az *Euthema torokszelenszkyi* holotípusa a SZTE TTIK-ban történt mikroCT-s szkennelés után az MNMKK Magyar Természettudományi Múzeum Őslénytani és Földtani Tárának gyűjteményébe került.

Az együttműködés egy korábbi partnerség folytatása. Korábban Ósi Attila, az ELTE Őslénytani Tanszékének oktatója és tanszékvezetője, Magyarország egyik legismertebb őslénykutatója arra kérte fel a szegedi kutatókat, hogy a mikroCT segítségével térképezzék fel egy dinoszaurusz állkapcsa alapján az állat foga-

zatát. Ezt követően Szabó Márton 99 millió éves borostyánkővek vizsgálatára kérte fel őket, melyekben megkövesedett kis állatok, pókok, csótányok vagy darazsak maradtak fenn.

„Ezt más technikákkal korábban rendkívül nehéz volt vizsgálni. Fénymikroszkóppal ugyan megfigyelhetők ezek a zárványok, de ehhez a rovaroknak nagyon szerencsésen kell elhelyezkedniük a borostyánkőben, különben láthatatlanok maradnak. A CT legnagyobb előnye éppen az, hogy roncsolásmentesen tudjuk vizsgálni, mi rejtőzik a borostyánban. Segítségével 3D-ben térképezhetjük fel a burmitban [burmai borostyánban] lévő állat struktúráját. Így a szakemberek pontosan jellemezhetik a leleteket, legyen szó – a korábbi vizsgálatok alapján – akár pattanóbogárról, darazsokról, dinoszaurusz állkapocsról, vagy mint legutóbb, csigákról” – mondta Szei Imre.

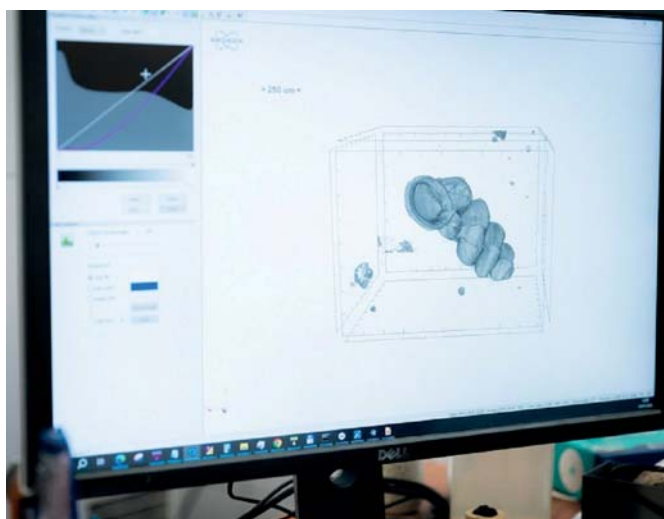
A kutatók hozzátették, egy új faj felfedezéséhez kétségkívül nagy adag szerencsére is szükség van. Első ránézésre sokszor ugyanis nincs látható különbség egy már felfedezett és egy új faj között: talán ugyanolyan csigaházat látunk például, mint amilyen bármelyik általunk már ismert csiga háza, vagy akár rovar, csak amikor mélyebben, nagyobb felbontású képeken vizsgáljuk, akkor derülnek ki az eltérések. Például hogy az adott faj többi példányának három barázdája van, míg a vizsgált példánynak négy. „Ezek az apró eltérések határozzák meg, hogy új fajról van-e szó, vagy egy már meglévő fajon belüli variabilitással találkozunk. Ezért szükséges a biológus kollégák számára a mi munkánk, hiszen egy őslénytani lelet sérülés nélküli vizsgálatához óriási segítséget nyújthat a mi mikroCT berendezésünk” – magyarázta Kukovecz Ákos. (<https://www.chem.u-szeged.hu/sztechirek/2026-februar/borostyanba-zart-mult-igy-segitett-az-szte-egyedulallo-mikro-ct-je-a-99-millio-eves-oscsgia-azonositasaban?objectParentFolderId=59505>)

Dobó Dorina összeállítása

MKE-HÍREK

Irinyi OKKV – első forduló

Egyre nő az érdeklődés az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny iránt. Legalábbis ezt bizonyítja, hogy növekszik a jelentkezők száma: idén több mint 2100 diák indult a verseny január 22-i első fordulójában. Tízszel nőtt azoknak az iskoláknak a száma, ahonnan a versenyzők indultak! A képen a Ráckevei Ady Endre Gimnázium diákjai.





41. alkalommal rendezték meg a Borsodi Vegyipari Napot

Miskolc, 2025. november 6.

A Magyar Kémikusok Egyesülete (MKE) BAZ Vármegyei Területi Szervezete és a Miskolci Akadémiai Bizottság Vegyészeti Szakbizottsága, a hagyományoknak megfelelően, 2025-ben is novemberben, a Magyar Tudomány Ünnepeinek hónapjában rendezte meg a Borsodi Vegyipari Napot. Az eseménynek ismét a patinás Miskolci Akadémiai Bizottság székháza adott otthont.

A rendezvényt Prof. Dr. Várnagy Katalin, az MKE főtitkára nyitotta meg, majd Dr. Muránszky Gábor, az MKE BAZ Vármegyei Területi Szervezet elnöke is köszöntötte a résztvevőket.

A helyi szervezet tagjai közül 2025-ben ünnepelte 80. születésnapját Rajkai Zsombor és Dr. Tóth András; korábban mindketten a BorsodChem munkavállalói voltak. Az ünnepeltek távollétükben is köszöntöttük.

Előadónak nemcsak neves professzorokat és vállalati vezetőket kértek fel a szervezők, hanem az utánpótlás miatt PhD-hallgatókat is. Az alábbi előadások hangzottak el:

A fémionok és biomolekulák közötti kölcsönhatást modellező komplexek vizsgálata

Prof. Dr. Várnagy Katalin egyetemi tanár, Debreceni Egyetem *Aromás izocianátok alapanyaggyártásának komplex, integrált technológia fejlesztése. Az ARIZO projekt és fejlesztési eredményeinek bemutatása*

Prof. Dr. Viskolcz Béla egyetemi tanár, intézetigazgató, Miskolci Egyetem; Mihalkó Andrea, Deputy Manager Technology Support, BorsodChem Zrt.

Átmenetifém-ferritek alkalmazása hidrogénező katalizátorok fejlesztése során

Dr. Vanyorek László, egyetemi docens, Miskolci Egyetem *Adatalapú modellezési megközelítés a heterogénkatalízis-kutatásban*

Dr. Jakab Alexandra, Manager Project Preparation, BorsodChem Zrt.

Laborból a reaktorba. Karbonhordozós Pd–Pt-katalizátor-fejlesztés optimalizálása

Dr. Kristály Ferenc K+F mérnök, BorsodChem Zrt. *Szénhordozós heterogén hidrogénező katalizátorok gázadszorpció vizsgálat*

Tamás Bence Benede, junior K+F mérnök, BorsodChem Zrt. *Aromás nitrovegyületek hidrogénezésére alkalmas szénhordozós katalizátorok fejlesztése*

Dr. Prekob Ádám tudományos munkatárs, Miskolci Egyetem; Nagy Csenge MSC/PhD hallgató, tanszéki mérnök, Miskolci Egyetem



Csökkentett illóanyag-tartalmú termékek, technológiák és analitikai módszerek fejlesztése a MOL-ban

Dr. Kárpáti Levente fejlesztő szakértő, MOL Nyrt. *Zajterhelés-csökkentési projekt a BorsodChemben*
Demian Szabolcs környezetvédelmi mérnök, BorsodChem Zrt. *A hőmérséklet-programozott redukció (TPR) jelentősége a katalizátorok jellemzésében*

Dr. Gombkötő János ügyvezető, G&G Instruments Kft.; Dr. Simón Yunes tudományos tanácsadó, Micromeritics Instrument Corporation

Algák alkalmazási lehetőségei víztisztítás során
Fóris Tímea PhD-hallgató, Miskolci Egyetem *Katalizátor regenerálása a formalingyártásban*
Berentés Lajos PhD-hallgató, Miskolci Egyetem; üzemvezető, BC-KC Formalin Kft.

Út a zölddebb vegyiparhoz. A chemical recycling lehetőségei
Havas Dominik Alex vezető technológus, MOL Petrolkémia Zrt. A rendezvény vonzerejét az is növelte, hogy nincs részvételi díja és mindenki számára nyitott.

A közel 50 résztvevő hasznos ismeretekkel gazdagodott, továbbá lehetőség volt az előadókkal kötetlen beszélgetésre is.

**Magyar Kémikusok Egyesülete
BAZ Vármegyei Területi Szervezete**

Online workshop #2

– nem csak kémiatanároknak

Az Eszterházy Károly Katolikus Egyetemen közösen 2025. augusztus 21–24. között Egerben megvalósított Kémiatanárok Nyári Országos Továbbképzése sikerén felbuzdulva és a tanárok által



kitöltött kérdőív javaslatára építve évi négy alkalomból álló workshop-sorozatot indított a Magyar Kémikusok Egyesülete Kémiatanári Szakosztálya. A második alkalommal 2026. február 2-án Csörsz-Nagy Judit, a Budapesti Komplex Szakképzési Centrum Erzsébet Királyné Szépészeti Technikum oktatója adott elő „Kémia módszertani eszközök, megoldások, ötletek filmek bevonásával és (udvari) játékokkal” címmel, és kötetlen beszélgetés során válaszolt a felmerült kérdésekre a részt vevő 97 tanár nagy öröme.

Adatvezérelt döntések a vegyiparban I.

– példák a jó gyakorlatra

Ezzel a címmel tartotta első rendezvényét a Kémiai Digitalizáció Szakosztály 2026. január 27-én az Egis Gyógyszergyár klubházában. A résztvevők teljesen megtöltötték a több mint 110 fős nagytermet. Az előadások fókuszában az a kérdés állt, hogy hogyan alakítsuk a gyártási adatokat valós üzleti értéké. Az előadásokban kitértek a Pharma 4.0-alapú gyártási adatbázisokra (Egis), az ipari sarzsok szenzorelemzésével megvalósuló folyamatoptimalizálásra (EUROAPI), az adatalapú megoldásokra (Ceva) és a prediktív modellezések gyakorlataira (BorsodChem). A programot az IFUA Horváth interaktív workshopja zárta.



Minisztériumi egyeztetések

Szalay Péter, a Magyar Kémikusok Egyesületének elnöke és Szabó János, az MKE ügyvezető igazgatója év eleji egyeztetést folytatott Sipos Imre köznevelési helyettes államtitkárrel és Pálfi Erika köznevelési tartalomfejlesztési főosztályvezető asszonnyal a kémia-oktatás erősítésének lehetőségeiről, a kémiatáborokról és a kémiatanári továbbképzésről.



A Kémia Mindenkinek Programról, a felsőoktatási jelentkezésekről és a technikai kémiaoktatók továbbképzéséről Pósné Rác Annamária felsőoktatásért és felnőttképzésért felelős helyettes államtitkár asszonnyal egyeztettek az MKE képviselői.



Bízunk benne, hogy az egyeztetések eredményeiről hamarosan hírt adhatunk.

Ha értesülni szeretne a szakosztály rendezvényeiről, csatlakozzon a Magyar Kémikusok Egyesülete – Kémiai Digitalizáció Szakosztályhoz (<https://digichem.mke.org.hu/>)!

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXXI. No. 3. March

CONTENTS

<i>An interview with first JATE Prize winner Professor Ágota Tóth</i>	70
TAMÁS KISS	
<i>Psychology of colours and forms in safety signs</i>	72
TAMÁS AGÁRDI	
<i>Centenary of the birth of Zoltan Hajos, pioneer of asymmetric organocatalysis</i>	74
ISTVÁN HARGITAI	
<i>In memoriam Elemér Fogassy</i>	76
PÉTER HUSZTHY	
<i>Scientific walk around the University of Greifswald and in the Peenemünde Historical Technical Museum</i>	78
GYÖRGY INZELT	
<i>Marie Curie's thesis and the 1903 Nobel Prize in Physics. Part II</i>	83
SÁNDOR HOSZTAFI	
<i>Textile chemistry: development and main modern branches. Part I</i>	88
CSABA KUTASI	
<i>Chembits</i>	92
GÁBOR LENTE	
<i>Publication of the month</i>	94
<i>News of the month</i>	95

Raman mikroszkópia gyorsan, vizuálisan

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

... kompromisszumok nélkül.

• thermoscientific.com/DXRxi



DXR™xi Raman képalkotó mikroszkóp

Nagyteljesítményű, integrált Raman képalkotó rendszer



Thermo Scientific OMNIC™xi Raman képfeldolgozó szoftver

Teljesen vizuálisan kezelhető, gyors, Raman spektroszkópián alapuló képalkotás

Kizárólagos képviselet:

UNICAM Magyarország Kft., 1144 Budapest, Kőszeg utca 29.

Telefon: +36 1 221 5536

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

UNICAM

Magyarország Kft.