

A TARTALOMBÓL:

- Ionkromatográfias kutatások a Pannon Egyetemen
- Egy orrspray, amely (még) nem véd meg a koronavírustól
- A testünkben viselt radioizotóp
- Évfordulónaptár, 2021



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXVI. ÉVFOLYAM • 2021. JANUÁR • ÁRA: 850 FT

JanákyLab – 2020/21



 A lap megjelenését
a Nemzeti Kulturális Alap
támogatja
Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány a Magyar
Tudományos Akadémia
támogatásával készült

AUTOMATA **TOC** ANALIZÁTOROK VÁLTOZATOS KIVITELEKBEN A LEGKÜLÖNBÖZŐBB TERÜLETEKRE

új!



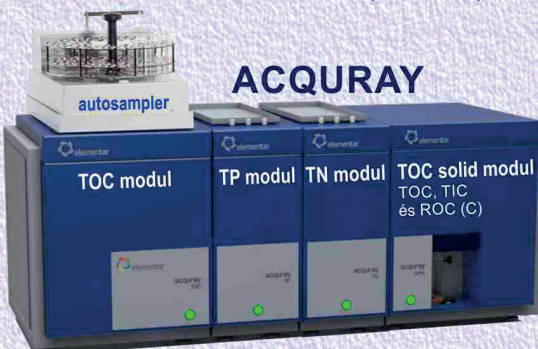
- * Moduláris felépítés, folyadék és szilárd mintákhoz
- * Felszíni vizekhez és szennyvízhez, iszapokhoz, talajokhoz
- * Autosampler folyadék és szilárd mintákhoz, auto-öblítéssel
- * Választható katalitikus égetési hőfok 1200 °C-ig
- * 10 év garancia a kemencére és az NDIR detektorra
- * TIC, NPOC, DOC, TOC, TC (NDIR) és TN_b mérése (CLD)



- * Moduláris felépítés, variálható kivitelek
- * Tiszta vizekhez és ivóvízhez (3ppb LOD értékű NDIR)
- * Autosampler folyadék és szilárd mintákhoz
- * Méréstartomány: 0-25000 és 0-60000 mg/L C
- * Minta beadagolás: 0-2 mL illetve 1g-ig.
- * Égetéses oxidáció 10 év kemence és NDIR garanciával
- * TIC, NPOC, DOC, TOC, TC és TN_b mérése

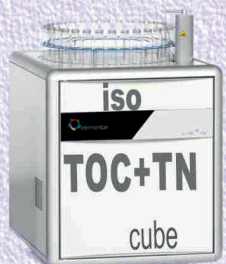


- * Univerzális mintabeadás 5 mL-es tégelyben robotkarral
- * TIC, TOC és elemi szén tartalom szimultán mérése savazás nélkül
- * Autosampler folyadék és szilárd mintákhoz
- * Méréstartomány: 0-50 mg C és 0-20 mg N abs.
- * Minta beadagolás: 0-3 mL illetve 0-3g
- * Égetéses oxidáció 10 év kemence és NDIR garanciával
- * TIC, TOC, elemi szén és TN mérése



ACQRAY

- * Moduláris felépítés, variálható kivitelek
- * Nedves kémiai oxidáció UV fény mellett
- * TOC, TN, TP és solid modulok választhatóan
- * Mintabemérés: 2-40 mL, beállítható
- * LOD: 2 ppb C, méréstartomány: 0-20000 ppm
- * Szilárd modul: TIC, TOC és elemi C mérésre
- * TIC, NPOC, DOC, TOC, TC és TN mérése



- * A világon elsőként gyártott TOC-TN_b-IRMS mérőrendszer
- * Ivóvíz, ipari víz, sóoldat, talajvíz és kivonatok mérésére
- * Márixfüggetlen elválasztás szabadalmaztatott APT technológiával
- * Méréstartomány: 0-60000 ppm
- * Magas hőmérsékletű feltárás 10 év kemence garanciával
- * TIC, TOC, TN_b, ¹³C/¹²C, ¹⁵N/¹⁴N mérése





A Magyar Kémikusok Egyesületének
– a MTEZSZ tagjának –
tudományos ismeretterjesztő
folyóirata és hivatalos lapja

Szerkesztőség:

Felelős szerkesztő: KISS TAMÁS
[SZEKERES GÁBOR] örökös főszerkesztő
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:

ANDROSITS BEÁTA, BANAI ENDRE,
LENTE GÁBOR, NAGY GÁBOR,
PAP JÓZSEF SÁNDOR, RITZ FERENC,
ZÉKÁNY ANDRÁS
Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:

SZÉPVÖLGYI JÁNOS,
a szerkesztőbizottság elnöke,
ANTUS SÁNDOR, BIACS PÉTER,
BUZÁS ILONA, HANCSÓK JENŐ,
JANÁKY CSABA, KALÁSZ HUBA,
KEGLEVICH GYÖRGY, KOVÁCS ATTILA,
LIPTAY GYÖRGY, MIZSEY PÉTER,
MÜLLER TIBOR, NEMES ANDRÁS,
ifj. SZÁNTAY CSABA, SZABÓ ILONA,
TÖMPE PÉTER, ZÉKÁNY ANDRÁS

Kapják az Egyesület tagjai és a megrendelők
A szerkesztésért felel: KISS TAMÁS

Szerkesztőség: 1015 Budapest, Hattyú u. 16.
Tel.: 36-1-225-8777, 36-1-201-6883
Fax: 36-1-201-8056
E-mail: mkl@mke.org.hu

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete
Felelős kiadó: ANDROSITS BEÁTA
Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.
Nyomás: Europrinting Kft.
Felelős vezető: ENDZSEL ERNŐ
ügyvezető igazgató

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete
Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank
10700024-24764207-51100005 sz.
számlájára „MKL” megjelöléssel
Előfizetési díj egy évre 10200 Ft
Egy szám ára: 850 Ft. Külföldön terjeszti
a Batthyany Kultur-Press Kft.,
H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6.
1251 Budapest, Postafiók 30.
Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:
SÜLI ERIKA

Magyar Kémikusok Egyesülete,
1015 Budapest, Hattyú u. 16.
Tel.: 36-1-201-6883, fax: 36-1-201-8056,
e-mail: mkl@mke.org.hu

Aktuális számainak tartalma,
az összefoglalók és egyesületi híreink,
illetve archivált számaink honlapunkon
(www.mkl.mke.org.hu) olvashatók

Index: 25 541
HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)
HU ISSN 1588-1199 (online)
DOI: 10.24364/MKL.2021.01

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



A Magyar Kémikusok Egyesülete elnökeként már tíz éve írom nagy örömmel beköszöntő gondolataimat a Magyar Kémikusok Lapja januári évvitő számához. Ez az első alkalom, hogy a magunk mögött tudott esztendő sikereinek rövid összefoglalója helyett sajnálattal kell megjegyeznem, hogy a Covid19 járvány Egyesületünk szakmai programjait is rendkívül tragikusan érintette, így nemzetközi rendezvényeinket el kellett halasztanunk, és csak néhány hazai programot tudtunk az online térbe áthelyezve megtartani. Szeretném, gondolom sokak egyetértésével, minél hamarabb a feledés homályába helyezni az elmúlt évet. Remélem, hogy 2021 (már csak a 21-es szerencseszám miatt is) meghozza számunkra a gyökeres változást, visszakapjuk régi életmódunkat és a személyes találkozások korlátozások nélküli lehetőségét.

A negatív események mellett azért volt örömteli alkalom is a kémikustársadalom életében, hiszen 2020-ban is odaítélték a kémiai Nobel-díjat, és ez alkalommal, kivételesen, két hölgy kapta a kitüntetést, a francia Emmanuelle Charpentier mikrobiológus és az amerikai Jennifer Doudna biokémikus, akik a génszűrés és a génmódosítás technikájának továbbfejlesztésében értek el fontos eredményeket. Női szemmel nézve különösen nagy öröm számomra, hogy a kémiai Nobel-díjjal kitüntetett 186 tudós között velük együtt már hét nő is van. Az MKE életében is volt ünnepelnivaló, ami nem más, mint ennek a folyóiratnak a 75. éves születésnapja. Egész évben számos visszatekintést olvashattak a Magyar Kémikusok Lapja számaiban.

Bízom benne, hogy az MKL 2021. januári száma is kellemes időtöltést nyújt majd az olvasók számára az év eleji nyugalmasabb időszakban. A szerzők között találjuk hűséges írónk, Braun Tibor tollából a kísérleti nukleáris robbantások által létrehozott ¹⁴C-radiokarbonnal kapcsolatos tudnivalókat. Csupor Dezső a koronavírushoz fűződően egy orrspray hasznosságáról osztja meg véleményét. A „Hazai kutatóhelyek” sorozatban Hajós Péter a Pannon Egyetemen folyó ionkromatográfiai kutatásokat mutatja be. Kiss Tamás főszerkesztőnk Janáky Csaba sikeres fiatal kutatóval készített interjút. A további érdekes olvasnivalók között örökös elnökünkre, Dr. Kálmán Alajosra emlékezik tanítványa, Bombicz Petra.

A Magyar Kémikusok Egyesülete vezetősége nevében ezúton kívánok egészségben és sikerekben gazdag, boldog új esztendőt!

2021. január

Simonné Prof. Dr. Sarkadi Livia
az MKE elnöke

TARTALOM

HAZAI KUTATÓMŰHELYEK BEMUTAKOZÁSA

Hajós Péter: Ionkromatográfiai és ioncsere-kémiai kutatások a Pannon Egyetemen 2

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

A magas színvonalú teljesítményhez ötvözni kell a speciális szaktudásokat.

Beszélgetés Janáky Csaba sikeres fiatal kutatóval

7

JUBILEUM: AZ MKL 75. ÉVFOLYAMA

Kálmán Alajos: Mester és tanítvány (2015)

9

Bombicz Petra: Kálmán Alajosra emlékezz

12

KITEKINTÉS

Braun Tibor: Kísérleti nukleáris robbantások által létrehozott ¹⁴C.

A testünkben viselt radioizotóp

13

Csupor Dezső: Ködpiszkáló. Egy orrspray, amely (még) nem véd meg a koronavírusról

15

KÖNYVISMERTETÉS

Kiss Tamás: Egy hatvanéves kutatócsoport (MTA-ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport, 1961–2018)

16

Gubicza László: A víztechnológia új lehetőségei (A membránok szerepe a korszerű víztechnológiákban)

16

MEGEMLÉKEZÉS

Csutorás Csaba: Elhunyt Rác László, az Eszterházy Károly Egyetem professor emeritusa

17

ÉVFORDULÓNAPTÁR, 2021

Próder István: Magyar vonatkozású kémia- és vegyipartörténeti évfordulók

18

VEGYÉSZLELETEK

Lente Gábor rovata

26

A HÓNAP HÍREI

28



Címlapunkon:
Janáky Csaba
(középen)
két kollégájával
(fotó: Újszászi Ilona,
SZTEInfo)

Hajós Péter

■ Pannon Egyetem, Analitikai Kémia Intézeti Tanszék | hajosp@almos.uni-pannon.hu

Ionkromatográfiás és ioncsere-kémiai kutatások a Pannon Egyetemen

Előzmények és kitekintés

A Pannon Egyetem Analitikai Kémia Intézeti Tanszékén, valamint a korábban itt működő MTA Analitikai Kémia Kutatócsoportban 50 éve (1970–2020) folynak kutatások a nagy hatékonyságú analitikai elválasztások fizikai kémiai, oldatkémiai vizsgálatában, az ioncsere-kémia elméletének és kromatográfiás alkalmazásainak témakörében. Az elmúlt évtizedek alatt nemzetközileg elismert kémiai elválasztástudományi iskola alakult ki, elsősorban az ioncsere- és folyadékkromatográfia, a komplex kémiai egyensúlyok elválasztástechnikái alapjainak kutatásában. Az ioncsere-kémia témakörének első korai felvetéséhez Inczédy János akadémikus, tanszékvezető egyetemi tanár, az MKE egykori elnöke nevét kell említeni [1]. A tanszék sokfelé ágazódó elválasztástudományi kutatásain (extrakció, ionpár-képződés, szelektivitás, külsőszféra-komplexek) belül az ionkromatográfiás szakterületet – e cikk szerzője, korábbi és jelenlegi egyetemi munkatársak, PhD-hallgatók, diplomázók, több generáción át – megalapozták, művelték, új felismerések sorával bővítették, és széles körben bevezették. Jelentős nemzetközi együttműködések alakultak ki vezető külföldi egyetemi kutatócsoportokkal (Torino, Lausanne, Bécs, Innsbruck, Lund, Hobart, Genf). A kooperációk kölcsönösen előnyösnek bizonyultak. Gyakran adtak lehetőséget kutatók, PhD-hallgatók cseréjére, közös pályázatokra, jelentős nemzetközi publikációk közlésére. Az oktatásban kiemelt szerep is figyelemre méltó, több mint 100 szak- és diplomadolgozat, valamint 16 egyetemi doktori, PhD-értekezés készült ezen a szakterületen a kutatóhely témavezetésében, ill. kooperációjában.

A kutatócsoport innovatív módon és eredményesen művelte az ioncsere szilárd állófázisok, a folyadékfázisú eluens kémia-ját és új, hatékony kémiai elválasztási elveket, detektálási módszereket fejlesztett ki. A tudományos iskola kiemelendő érdeme, hogy nemcsak alapkutatások és módszerfejlesztések történtek – a megfelelő elméleti háttér kidolgozása mellett –, hanem napjainkban a vizsgálatokhoz elengedhetetlenül szükséges korszerű nagy hatékonyságú, csatolós mőszeres infrastruktúra is kialakult. Ugyanakkor meg kell említeni például, hogy a kezdeti években az első magyarországi, saját összeállítású ionkromatográf (Hajós Péter) és nagy nyomású intenzív folyadékkromatográf (Víg Gyula) megépítésére itt, a Veszprémi Egyetem Analitikai Kémia Tanszékén került sor. Az ionkromatográfiás mérőrendszer szintézissel kifejlesztett héjszerkezetű ioncsereelővel működött. Ezek az eszközök már oldatelemzési kutatásokra is alkalmasak voltak [2,3].

Sikeres hazai és külföldi pályázatok (5 ciklusban, 4 éves futamidőön át) elnyert alapkutatási OTKA-pályázatok, olasz–magyar T&T-projekt, CNR-Italia, FEFA, Phare, Támop, ill. Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique, Svájc) révén a lehetőségek folyamatosan bővültek. Az egyes témákhoz ipari kutatási együttműködések is társultak, elsősorban a gyógyszeripar és az atomerőművi vízkémia területeiről.

Később, a 90-es években nyilvánvalóvá vált, hogy a módszer elméleti és infrastrukturális tanszéki fejlesztése, alkalmazása a szerves ionok és az ionizálható, kis molekulatömegű szerves molekulák analitikai vizsgálatában új tudományterületet képvisel. Ennek megfelelően a csoport kutatási palettája a 90-es évek közepétől lényegesen bővült. A rövidebb, hosszabb tanulmányutak is jelentősen hozzájárultak a kutatási stratégia finomításához. Erre az együttműködések keretében Hajós Péter cambridge-i, lausanne-i és torinói, Horváth Krisztián torinói, knoxville-i, ill. a PhD-hallgatók, diplomázók torinói, lund, bécsi, genfi tapasztalatszerzései révén került sor. Preferált terület volt az elválasztó szilárd fázisok működése és a korszerű csatolt analitikai technikák megismerése, alkalmazása. A kölcsönösség jegyében két svájci és hat olasz PhD-hallgató, ill. kutató végzett eredményes és jól dokumentált kutatómunkát laboratóriumunkban.

Kutatásaink hasznosítása ma már az elválasztások szelektivitásának tervszerű növelésén át az ultranagy tisztaságú vizek vizsgálatáig, a komplex ionok és az ionizálható biológiai óriásmolekulák bioanalitikai elválasztásáig terjed. Napjainkban az oldatokból végzett ionos analízis nagy hatékonyságú ionszelektív folyadékkromatográfiás módszer, amelyben az elválasztó szilárd fázis felületi szerkezetű ioncsereelő polimer, és a detektálás legtöbbször nagy érzékenységű, az eluens ionok háttérvezetését kiküldető elektromos vezetés. Egyre szélesebb körben találunk kutatási alkalmazást a kémia szinte minden területén, a szerves és szerves kémiaiban, a biokémiaiban, a proteomikában, a gyógyszerkémiaiban, a környezeti kémiaiban és a víztechnológiákban egyaránt.

A kutatóhely eredményei, publikációi és a meghívások ez időben nemzetközi elismertségre utaltak. A hazai rendezésű Balatoni Nemzetközi Ioncsere kémiai szimpóziumokat (1980–1990, MKE, FECS, MTA) követően az első nagy létszámú szakterületi konferenciák széles körű egyetemi, kutatóintézeti részvétellel Torinóban (1994) és Dallasban (1995), majd Pittsburghban (2006) zajlottak. Ezek sikeres eredményeiben a tanszék munkatársai jelentős részt vállaltak. A konferenciasorozat nemzetközileg meg-



szavazott tudományos bizottságának összetétele is jól demonstrálja a témában vezető kutatóhelyek eloszlását (J. Chromatogr., 706, 1994, 583; P. Haddad, Hobart University, Australia; P. Hajós, University of Pannonia, Hungary; H. Small, HSR, Michigan, USA; K. Tanaka, Nagoya, Japan; D. Pietrzyk, University Iowa, USA; J. Stillian, Dionex Co. California, USA; J. Fritz, Iowa State University, USA; R. Cassidy, University of Saskatchewan, Canada; C. Sarzanini, University of Torino, Italy; J. Lamb, Brigham Young University, USA).

Ha kitekintünk a modern analitikai kémiai elválasztástudomány elmúlt évtizedeire, megállapítható, hogy az egyik legdinamikusabban fejlődő részterületté vált a nagy hatékonyságú ion- és folyadékromatográfia. A módszer vizes oldatokból ionok és ionizálható szerves molekulák gyors, szelektív elválasztását, felismerését teszi lehetővé. E kutatási irány napjainkban a világ vezető HPLC-laboratóriumaiban fokozott igényű kihívást jelent. Ez érzékelhető a héjszerkezetű szilárd fázisok szintézise, alkalmazásai területén, mechanizmusok elméleti leírásában, a detektálási és a nagy szelektivitású csatolási módszerek fejlesztésében is (HPIC /MS, UHPLC/ICP/MS, UHPSEC stb.).

Érdemes megemlíteni, hogy a klasszikus ioncsere-kémiaiban és ioncsere-kromatográfiában az elmúlt több évtized során világszerte jelentős fordulatok tanúi lehettünk. Az aminosavak szelektív elválasztása ioncsere oszlopon (kémiai Nobel-díj, 1972) a biokémiában, biológiában sorsdöntő előrelépést jelentett. A szilárd fázisú peptidszintézis ioncsere polimeren (kémiai Nobel-díj, 1984) a gyógyszerkémia fontos eljárásává vált. Az ioncsere folyamatok intenzifikálása pellikuláris állófázisokon, a szendvics szerkezetű polimer ioncsereolók szintézisei (1985), a nagy érzékenységgel szuppresszoros elektromos vezetési detektálás, az eluens oldatok célzott elektrolitikus on-line kémiai generálása (2005), a mikropillaris és többdimenziós csatolt ionkromatográfia, (2015) – a hagyományos, vizes-oldatos analízisben – áttörést idézett elő. A szakterületen olvasható legújabb irányok is fontos témákat jeleznek. Ezeket a kihívásokat elsősorban a környezeti kémia és az orvosi kémia problémái generálják. Az ion-szelektív grafének megjelenése (Nature, 2016, Carbon, 2020), a nanopórusos ioncsereolók és a szelektív ionpumpák szerepe az energiahasznosításban és a biokémiában (Nature, 2019, Nature Materials, 2020), a mikrofluid ioncsere csatornák szintézise, fehérjespecifikus 3D nyomtatott monolit ioncsereolók szintézise (ACS, Analytical Chemistry, 2019) vagy a terápiás antitest-módosulatók SEC–ioncsere–MS vizsgálata (Sci. Rep.-Nature, 2020) arra utalnak, hogy a kutatócsoport ioncsere-kémia alapuló látásmódja a jövőben is aktuális lehet. A kutatási profil, a helyi lehetőségekkel összhangban, ez irányban is bővíthető.

Mi is tapasztaljuk – azt a mások által is említett tényt –, hogy a korábban nemzetközileg is elismert magyar analitikai alapoktatási iskolák hazai viszonylatban fogyatkoznak. Elsősorban azért, mert az művelésükhöz szükséges kreatív kémiai szaktudás egyre ritkább, másrészt a rutin analitikai műveleteket preferálják. Ezért is fontos lenne a tradicionális alapokkal működő hazai kutatóműhelyek megtartása, fejlesztése, az egyetemi utánpótlás biztosítása és eredményeik szélesebb körben történő bemutatása.

A tanszéken jelenleg is folyó analitikai kémiai elválasztástudományi kutatási témakörök rövid bemutatásakor részben hivatkozunk múltbeli, időszakonként megjelenő összefoglaló jellegű hazai és külföldi beszámolóinkra is (pl. MTA 187. ünnepi közgyűlése, Kémiai Tudományok Osztálya tudományos ülése, MKF [4], Adv. Chromatogr., Marcel Dekker Inc., New York [5], Reviews on Analytical Chemistry, Euroanalysis, Bologna [6], Cambridge [7]).

Ezúttal az elért eredményekből mutatunk be vázlatot néhány jellemző példával.

Kémiai egyensúlyi elmélet ioncsere retenció leírására

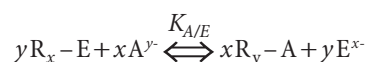
Retenció adatbázis létrehozása

A kutatócsoportban jelenleg is művelt alapoktatási témák aktualitását az a tény adja, hogy az egyre összetettebb és bonyolultabb biológiai, biotechnológiai és környezeti minták ionizálható molekuláinak felismerése állandóan jelen lévő kémiai és egyben analitikai igény. Széles vizsgálati skálában karbonsavak, haloecetsavak, aminosavak, alifás aminok, oxoanionok, szerves ionok, ionos peptidláncok, fémorganikus komplex ionok szelektív elválasztását, azonosítását tekintettük feladatnak. Ezek nagy szelektivitású megoldása új alapelvek kromatográfiai módszereket, egyensúlyi és kinetikai számításokat, ill. ion- és molekulaszeelektív állófázis-anyagok kifejlesztését igényelték. A kutatásaink során igazoltuk, hogy a szelektivitás, a hatékonyság, a kémiai szerkezetű való retenciófüggés mint alapvető funkcionális tulajdonságok birtokában a bonyolult analitikai elválasztások tervezhetővé, paramétereire becsülhetővé válnak. A retenció sorrendet, a hatékonyságot több fizikai kémiai tényező befolyásolja, és az adott elválasztási rendszer szelektivitásának szabályozásakor valamennyi paraméter együttes hatását kell figyelembe vennünk [5, 8–13].

Kutatásaink egyik fő iránya volt az elválasztások fizikai kémiai mechanizmusának részletes meghatározása és a szelektivitás célszerű növelése. Ezek a szilárd és az oldatfázisú mikroegyensúlyi kémiai paraméterek (pH, komplexstabilitási értékek, ionos moláris frakciók, megoszlási állandók, ioncsere-kapacitás, a komponensek pK és pI értékei) ismeretében, iterációs számítások segítségével valósultak meg. A szelektivitás szisztematikus szabályozásával az elválasztások kémiai paramétereinek optimalizálását értük el. A hatékonyság növelését új eluens oldatok kifejlesztésével és a héjszerkezetű fázisok alkalmazásával lehetett biztosítani.

A retenció folyamatok elméleti leírásának alapja az a felismerés volt, hogy a folyamatokban részt vevő minta- és eluensionok a mozgófázisban fellépő lehetséges kémiai mellékreakcióit (protolízis, töltésváltozás, ikerion-képződés, kelát- és hidroxokomplex-képződés) kell pontosan típusonként beazonosítani és a megoszlási folyamatba integrálni [5]. Ezek nyomán – az aktuális móltörteloszlásoknak megfelelően – a komponensek különböző frakciókban vannak jelen, amelyek szimultán ioncsere-folyamatokban együttesen határozzák meg a retenció mértékét. Az elv alkalmazása jelentősen könnyíti az analitikus módszertani feladatait. Ilyen jellegű kémiai tipizálásra az ionkromatográfia nemzetközi szakirodalmában első alkalommal került sor.

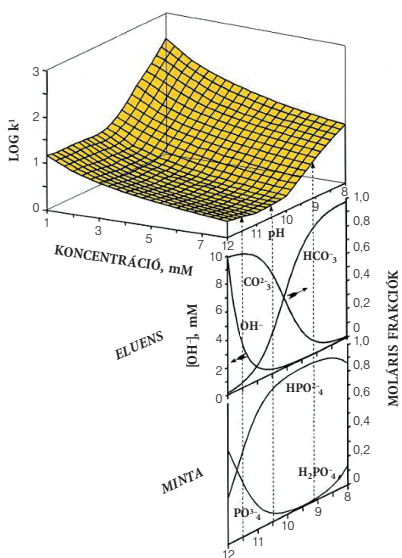
Ezen rendszerek kvantitatív kezeléséhez – kémiai egyensúlyi megfontolások alapján – egységes tárgyalásmódot biztosító retenció mechanizmusokat, ill. azokat leíró egyenleteket vezetünk be az ionkromatográfiába. A számítások alapja a két fázis (R szilárd és E eluens oldat) között zajló megoszlási egyensúlyi folyamat, amelyre A ion esetében felírható kiindulási alapegyenleti reakció:



Az eredmények jó alapot szolgáltatnak az ionos szerkezet és a retenció tulajdonságok között megfigyelt kísérleti összefüggések értelmezésére. Kromatográfiai úton, a mérések alapján retenció adatbázist hoztunk létre több mint 100 különböző ionfé-



leség elválasztásával különböző kémiai összetételű, híg vizes oldatú eluensrendszerben. Ezen adatok alapján széles eluenskoncentráció- és pH-tartományban az egyes ionokra jellemző 3D retenciós felületeket adtunk meg, amelyek kvantitatív módon, jól demonstrálják az egyes analitikai rendszerekben az eluensek retenciós hatásait, a tervezhető szelektivitási viszonyokat. Az így szerkesztett ábrák alapvető információval szolgálnak a mintaionok megoszlási folyamatainak kémiai háttéréről. A mintaion és az eluension protolízise a megosztó ioncsere-folyamatra szuperponálódó, azt befolyásoló mellékreakció, mint ahogy ez a foszfát esetében is látható (1. ábra).



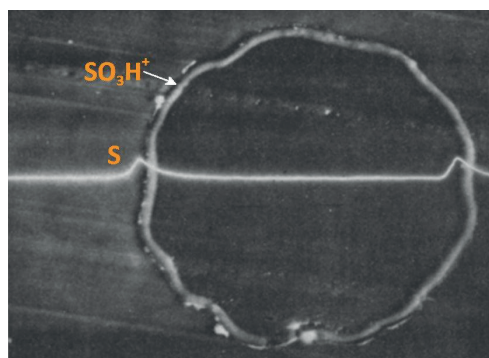
1. ábra. Foszfátion számított és várható retenciós felülete karbonátos elúció során. Eluensionok és a mintaion moláris frakcióinak változása a pH függvényében

A 3D felület minden pontja kromatográfiai csúcspozícióknak felel meg. A számított és/vagy mért retenciós idők értékei ezeken a felületeken követhetők. Az egyensúlyi elmélet alapján hasonló stratégiai retenciós felületeket, összefüggéseket adtunk meg egyéb szervetlen, szerves anionok, változó oxidációfokú klór-, bróm-oxoanionok, fém-kelát anionok, ill. kationok esetében is.

Szelektív szilárd fázisok szintézise és eluens oldatrendszerek kémiaja

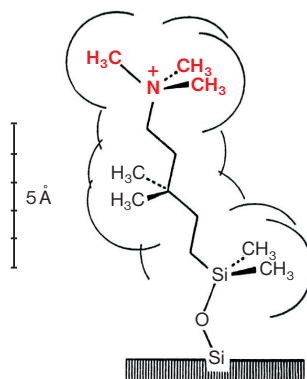
A nagy hatékonyságú ion- és folyadékromatográfia gyors fejlődése elsősorban az alkalmazott héjszerkezetű szorbensek, a különleges fizikai és kémiai összetételű ioncserélők szintézisének és az ezek mechanizmusával kapcsolatos felismeréseknek köszönhető.

2/a ábra. Felületileg szulfonált kationcserélő keresztmetszete, kapacitás: 0,055 mekv/g, funkciós csoport: -SO₃H⁺ (S-elemzés, X-ray microanalyser system, JEOL 50A, EDAX 707 B) [2]



A kutatások korai szakaszában felületi ioncserélők működésének elméletével, szintézisével foglalkoztunk. Pellikuláris vagy felületi ioncserélő szintézisére láthatunk példát a 2/a ábrán.

A sztírol-divinilbenzol kopolimeren irányított szulfonálással előállított kationcserélő polimer szemcse elektronmikroszkópos röntgen-mikroanalitikai felvételén a keresztmetszeten áthaladó elektronsugár vonala kénintenzitást jelez a hely függvényében. Ezáltal a szemcse gömbhéjban feldúsuló -SO₃H⁺ kationcsere funkciós csoportok beépülését igazoltuk. A polimer szemcse közepe neutrális, a funkciós csoportoktól mentes. Az ilyen szerkezetű szilárd megosztó fázisokon az ioncsere elválasztási folyamatok diffúziós gátlása, kapacitása jelentősen csökken. Ennek következtében az elválasztások sebessége és hatékonysága nagyságrendekkel nő. A fázis előállítási szintézise szabadalom által védett [14]. Hasonló megfontolásból, felületi anioncserélő szintézisére és alkalmazására is sor került (2/b ábra). Ervin sz. Kovatscsal (Lausanne-i Egyetem, Svájc), – a GC retenciós index megalkotójával – közös kutatási projektben derült fény arra, hogy a retenciós mértékének indexálását a funkciós csoportok felületi, molekuláris sűrűsége is befolyásolhatja. Kvaterner ammónium funkciós csoportú anioncserélők előállítása történt szilícium-dioxid-alapú hordozón, amelyen a különböző molarányú szilícizáló szerek révén változó felületi funkciós sűrűségű szilárd fázishoz jutottunk [9].



2/b ábra. Szilikaalapú aminált felületi anioncserélő [9]

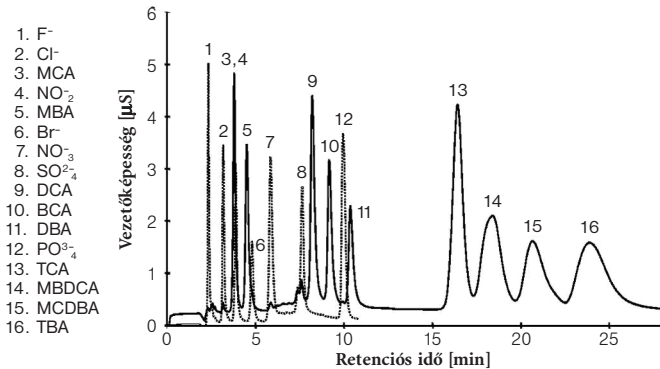
Ezeket a vizsgálatokat „eluens azonos” deuteralált minták injektálásával alapoztuk meg. Tudomásunk szerint első alkalom volt a szakirodalomban, hogy ioncsere-funkcionális polimernek kémiai tulajdonságát meghatározó csoportok molekuláris távolságát és a fázis szelektivitását összefüggésbe hozta. Az újabban használatos felületi ioncserélők elektrosztatikus elven alapuló szendvicsszerkezetűek, amelyek révén a funkciós sűrűséget is szabályozni lehet.

Makrociklikus anionkromatográfia

Karbonsavak, haloecetsavak elválasztása

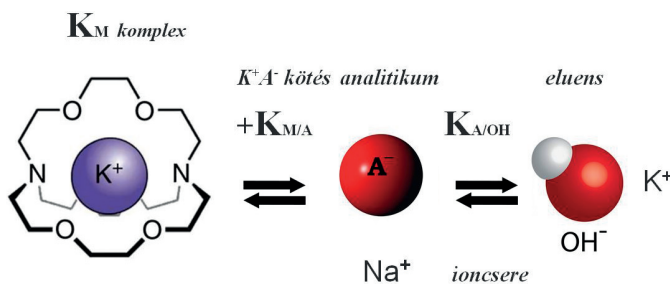
A módszer kifejlesztésére és alkalmazására főleg a vízanalitika tartott igényt. Nagy hatékonyságú ionkromatográfiai módszert fejlesztettünk ki nyolc halogénezett ecetsav (monoklór-, diklór-, triklór-, monobróm-, dibróm-, tribróm-, monoklór-monobróm-, monoklór-dibróm-ecetsav) analitikai elválasztására makrociklikus tulajdonságú polimer állófázison, vezetőképességi detektálással (3. ábra) [15].

A környezeti minták analízise során fontos feladat az ehhez hasonló kompozíciójú minták gyors vizsgálata, amely egyéb kromatográfiai módszerrel (ionkizálás, ionpár) csak korlátozott szelektivitással lehetséges. Ugyanakkor a makrociklikus anioncserélő kémiai szerkezete, komplexálása az eluensek különböző alkáli-



3. ábra. Mono-/di-/tri- klór-bróm haloacetátok elválasztása makrociklikus ioncserével (1 – fluorid, 2 – klorid, 3 – monoklór-acetát, 4 – nitrit, 5 – monobrom-acetát, 6 – bromid, 7 nitrát, 8 – szulfát, 9 – diklór-acetát, 10 – brómklór-acetát, 11 – dibrom-acetát, 12 – foszfát, 13 – triklóracetát, 14 – monobrom-diklór-acetát, 15 – monoklór-dibrom-acetát, 16 – tribrom-acetát [15])

ionjaival, a pH változtatása lehetőséget adtak az elválasztások szelektivitásának szabályozására. Makrociklus-alapú, n-decil-2.2.2 (D222) (4. ábra) összetételű anioncserélő anyag retenciós tulajdonságait, ill. az anioncserélő réteg komplexálással kialakítható körülményeit tanulmányoztuk abból a célból, hogy változtatható ioncsere-kapacitású elválasztórendszert fejlesszünk ki.



4. ábra. Makrociklikus anioncserés elúció kémiai egyensúlyai

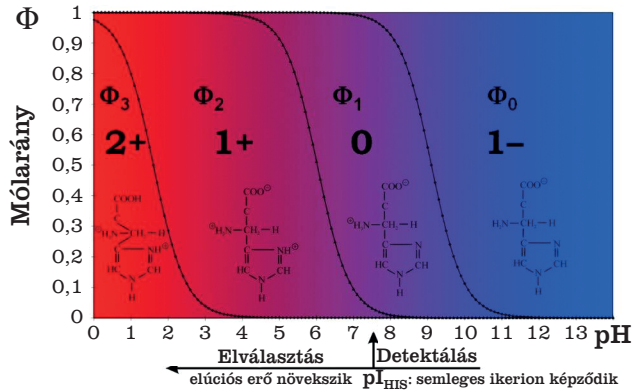
Az így előállt kromatográfiai rendszer előnye, hogy az izokratikus, állandó koncentrációjú elúció körülményei között is lehetőség van a retenció értékének, így az elválasztás minőségének szabályozására [15–17].

Dipoláris ionkromatográfia

Ikerionos eluensek kifejlesztése

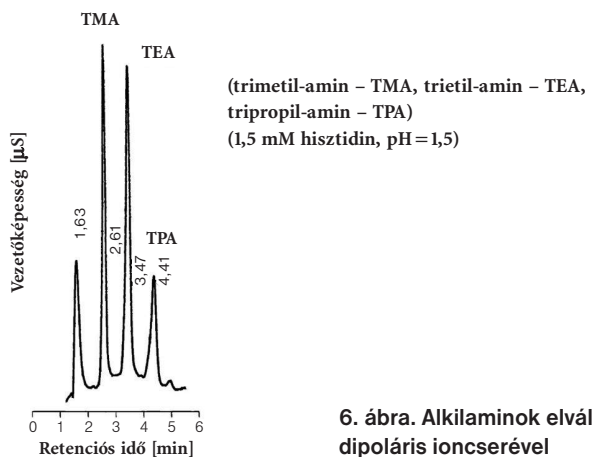
Felismertük, hogy az izoelektromos tulajdonságú bázisos aminosavak – pl. az L-hisztidin (2-amino-3-(4-imidazol)-propionsav), (HIS) – vagy a 2,3-diamino-propionsav (DAP) sósavas közegben – előnyösen alkalmazható eluensek alkáli-, alkáliföldfém-ionok, alifás aminok kationcserélő oszlopon történő kromatográfiájára és a szelektivitás tervszerű változtatására. Az eluens az alkalmasan választott pH-tól függően ($1 < pH < 3$) egyértékű (H_2HIS^+) vagy kétértékű (H_3HIS^{2+}) kationként funkcionál, és ily módon az egymástól jelentősen eltérő retenciós tulajdonságú kationos mintaionok elválasztása egy szeparáción belül megoldható [10,18–19]. Ennek során a pH szabályozásával az eluens elúciós erőssége, töltése változtatható (5. ábra) és a retenció befolyásolható.

További előny, hogy az L-hisztidin alkalmazásával, annak izoelektromos tulajdonsága következtében, – pH~pI közegben – elő-



5. ábra. Dipoláris ioncsere, HCl – L-hisztidin eluens protonizációs egyensúlyai

nyös elektromos vezetési detektálás valósítható meg. Nyomnénynységű kationok, ill. alkil-aminok analízise válik lehetővé (6. ábra).

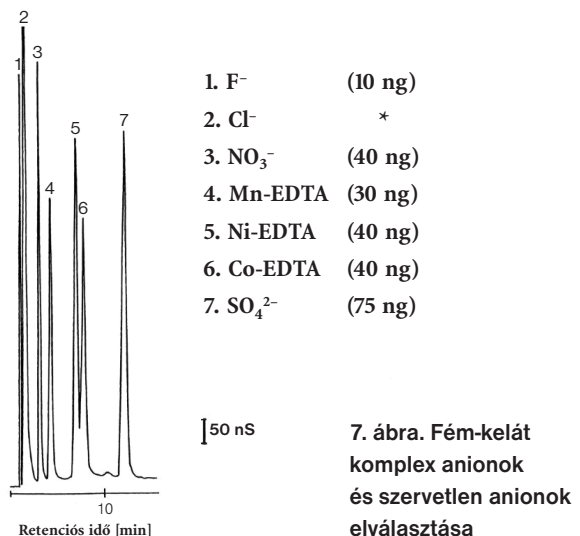


6. ábra. Alkilaminok elválasztása dipoláris ioncserével

Fém-kelát komplex anionok elválasztása és retenciós elmélete

Kompleképző ligandumok, anionok, kationok szimultán analízise

A fém-ligandum komplexek kialakítása és kölcsönhatásai szelektív HPLC-elválasztásokra adnak lehetőséget. Munkánk során fém-kelát komplex anionok, kationok és ligandumaik ionkromatográfiai meghatározására nagy hatékonyságú módszert fejleszt-





tettünk ki peptidális anioncserélő oszlopon [20–22]. Felismer-tük, hogy ezzel a módszerrel a ligandumok mint anionok, a fé-ionok mint anionos komplexek szimultán kromatográfiás meg-határozására nyílik mód (7. ábra).

Környezetkémiai és bioanalitikai alkalmazások

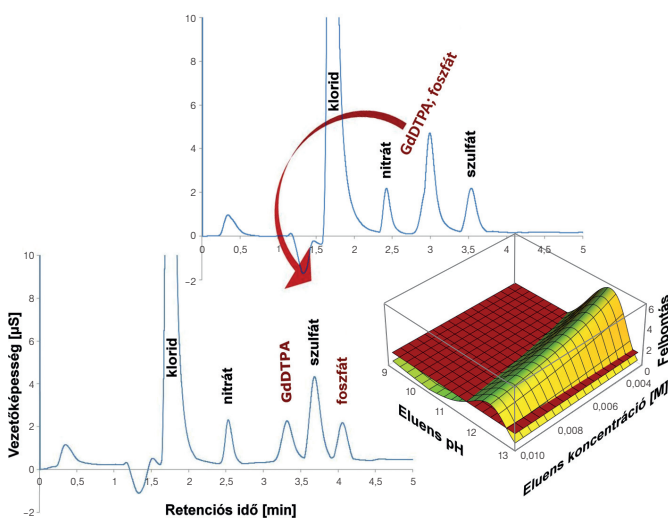
Néhány alábbi példa jellemzi alap kutatásaink alkalmazhatóságai-nak körét.

Az ivóvizek mikrobiológiai szennyeződéseinek hatékony keze-lése általában klórozó reakcióval történik. Ugyanakkor e folya-mat során a klór a vízben természetesen előforduló több szerves anyaggal is reakcióba lép, és ezáltal a klórtartalmú melléktermé-kek széles variációit, kombinációit adja. Hasonló melléktermé-keket adhat a vízben eredendően jelen levő nyommenységű bromid klórral történő oxidációjából származtatható bróm is. Ezek-nek a halogénezett szerves anyagoknak jelentős részét a haloecetsavak (HAAAs) képezik, amelyek már nagyon kis koncentrá-cióban is potenciálisan karcinogén és mutagén hatásúak (3. áb-ra). A laboratóriumunkban kifejlesztett fémkomplexek elválasztási módszere is különösen fontos komplex környezeti minták elemzésében. Ezek a komponensek vízdoldhatóak, amino-poli-karbonsavai, ill. átmeneti- és nehézfémekkel alkotott komplexei a talajt, a növényzetet és a természetes vizeket is szennyezhetik (7. ábra) [22]. Az alifás és aromás karbonsavak a természetben, ill. a feldolgozott termékekben általában szimultán vannak jelen [23]. Aromás karbonsavakkal egyidejű vizsgálatuk azonban ne-hézkés, de makrociklikus ionkromatográfiás eljárásunkkal ez si-keresen megoldható [16]. Légköri minta alkalmazására példa szulfát és metánszulfonát kimutatása aeroszolban [24]. Az atom-erőművi primer és szekunder vízkörök $\mu\text{g/L}$ ionkoncentráció-szintű nyomelemzése biztonsági okokból kiemelt fontosságú, de e módszerekkel sikeresen kivitelezhető.

Az eljárások gyakorlatban alkalmazott paramétereinek opti-málására, ill. a várható mátrixhatások becslésére számítási eljá-rásokat, a folyadékfázis kiválasztásához eluens homolog sorokat dolgoztunk ki [25–29].

Laki Kálmán nemzetközi hírű biokémikus, aki a Szent-Györgyi Albert által alapított National Foundation for Cancer Research bethesdai igazgatója volt, hívta fel figyelmünket a módszer lehe-tőségére vérplazma ionos komponenseinek bioanalitikai vizsgá-

8. ábra. Gd-kelát komplex anion (MRI-kontrasztágens) és kísérő anionok elválasztása. Felbontás optimalizálása



latában. A felvetést e szakterületen is igazoltuk [30]. A különbö-ző Gd(III)-tartalmú kelátok környezeti és biológiai mintákban történő vizsgálata egyre nagyobb figyelmet kap, tekintettel az esetlegesen szabad Gd(III) toxikus hatására. A Gd(III) fő forrását a Gd-kelátok MRI-kontrasztanyagként való nagyszámú felhasz-nálása jelenti. Módszerünk révén szelektív analízisre nyílik mód pl. szérumban és kórházi szennyvízben a nyommenységű Gd-komponensek és kísérőik kimutatására (8. ábra) [11,31]. A kifej-lesztett ioncserés módszerek, elvek további, széles körű alkalma-zásokban (pl. vízkémiai ionos nyomszennyezők, monoklonális antitestek vizsgálata) hasznosulhatnak, elsősorban a korszerű el-választási platformok (multidimenzió, mikrofluid ioncsere) tér-nyerése révén.



A kutatócsoport egy része az Analitikai Kémia Intézeti Tanszék laboratóriumában: Horváth Ádám, Horváth Krisztián, Horváth Szabolcs, Lukács Diána, Hajós Péter, Farsang Evelin

IRODALOM

- [1] P. Hajós, J. Inczedy, The Theory and Practice of Ion Exchange, Cambridge University (editors: D. Naden, M. Streat), Ellis Horwood Ltd., 1984, 450.
- [2] P. Hajós, J. Inczedy, J. Chromatogr. (1980) 201, 253.
- [3] G. Vigh, J. Inczedy, J. Chromatogr. (1974) 102, 381.
- [4] P. Hajós, Magy. Kém. Foly. (2017) 123, 8. (MTA 187. ünnepi közgyűlése, Kémiai Tudományok Osztálya tudományos ülése).
- [5] P. Hajós, O. Horváth, G. Révész, Advances in Chromatography, Marcel Dekker Inc., New York, 1998, 39, 311.
- [6] P. Hajós, in Reviews on Analytical Chemistry. Società Chimica Italiana, FECS, EUROANALYSIS IX, Bologna, ISSN: 0003-4592, 1997, 165.
- [7] P. Hajós, O. Horváth, G. Révész, J. Peear, C. Sarzanini, Progress in Ion Exchange, (Editors: A. Dyer, M.J. Hudson, P.A. Williams), The Royal Society of Chemistry, Cambridge, 1997, 144.
- [8] P. Hajós, O. Horváth, V. Denke, Anal. Chem., ACS (1995) 67, 434.
- [9] G. Fóti, G. Révész, P. Hajós, G. Pellaton, E. sz. Kováts, Anal. Chem., ACS (1996) 68, 2580.
- [10] P. Hajós, J. Chromatogr. A. (1997) 789, 141.
- [11] P. Hajós, D. Lukács, E. Farsang, K. Horváth, J. Chromatogr. Sci. (2016) 54(10), 1752.
- [12] P. Hajós, G. Révész, C. Sarzanini, G. Sacchero, E. Mentasti, J. Chromatogr. (1993) 640, 15.
- [13] J. Madden, P. R. Haddad, P. Hajós, TrAC-Trend Anal. Chem. (1996) 15(10), 531.
- [14] P. Hajós, J. Inczedy, Hung. Patent No. 196719 (1989). Internat. Classification: B01J41/12; C08J7/14.
- [15] M. Bruzzoniti, R. R. D. Carlo, K. Horváth, D. Perrachon, A. PELLE, R. Tófalvi, C. Sarzanini, P. Hajós, J. Chromatogr. A. (2008) 1187, 188.
- [16] D. Lukács, K. Horváth, P. Hajós, J. Chromatogr. A. (2020) 1621, 461066.
- [17] M. C. Bruzzoniti, P. Hajós, K. Horváth, C. Sarzanini, Acta Chim. Slov., (2007) 54, 14.
- [18] P. Hajós, E. Szikszay, J. Chromatogr. A. (2001) 920, 23.
- [19] P. Hajós, K. Horváth, R. Conca, C. Sarzanini, Chromatographia (2002) 56, 103.
- [20] P. Hajós, G. Révész, O. Horváth, J. Peear, C. Sarzanini, J. Chromatogr. Sci. (1996) 34, 291.
- [21] P. Hajós, J. Chromatogr. (2002) 955, 1.
- [22] R. Tófalvi, K. Horváth, P. Hajós, J. Chromatogr. A (2013) 1272, 26.
- [23] P. Hajós, L. Nagy, J. Chromatogr. B (1998) 717, 27.
- [24] H. Lukács, A. Gelencsér, A. Hoffer, G. Kiss, K. Horváth, Z. Hartyáni, Atmos. Chem. Phys. (2009) 9, 231.
- [25] K. Horváth, M. Olajos, A. Felinger, P. Hajós, J. Chromatogr. A. (2008) 1189, 42.
- [26] P. Hajós, Annali di Chimica (Rome) (1997) 87, 167.
- [27] P. Hajós, G. Révész, J. Chromatogr. (1997) 771, 23.
- [28] P. Hajós, K. Horváth, J. Chromatogr. (2008) 1199, 101.
- [29] K. Horváth, P. Hajós, J. Chromatogr. A (2006) 1104, 75.
- [30] P. Hajós, A. Kener, M. Horváth, Clinical Chemistry (1987) 33(4), 617.
- [31] P. Hajós, D. Lukács, K. Horváth, 7th European Bioanalysis Forum, Barcelona, 2014.



A magas színvonalú teljesítményhez ötvözni kell a speciális szaktudásokat

Beszélgetés Janáky Csaba sikeres fiatal kutatóval

– A 2019. év sikeresnek mondható számodra és lendületesen fejlődő kutatócsoportod számára: októberben a ThalesNano Energy Zrt.-vel közös fejlesztésű hidrogénreaktor, a H-Genie kiérdemelte a nagy presztízsű R&D TOP 100 (USA) díjat, majd novemberben a Novofer Alapítvány Gábor Dénes-díjban részesített a fotoelektrokémiai kutatások területén végzett munkásságodért. Lendület kutatócsoportod fiatal kutatója, Endrődi Balázs pedig ugyanebben az évben a „Magyar tudomány” kategóriában elnyerte a Junior Prima Díjat. Gratulálunk! Lapunk mindhárom eseményről hírt adott.

Most megpihenhetnél egy pillanatra, megvolna az alapod hozzá, de téged nem olyan fából faragtak, mész tovább. Még ugyanabban az évben vagy 2020 elején újabb, jelentős nemzetközi támogatást nyertetek el kutatásaitokhoz. Nincs megállás?

– Köszönöm szépen a gratulációt az egész kutatócsoport nevében. Valóban jól sikerült a 2019-es év sokféle szempontból. Mind a felfedező kutatások területén, mind az alkalmazott kutatásokban sikerült komoly nemzetközi érdeklődést kiváltó eredményeket elérni. Ezek közül talán a legfontosabb a szén-dioxid elektrokémiai átalakítását célzó módszerünk ipari megvalósítás irányába történő elmozdítása volt. Ezek a díjak és elismerések igazából azt erősítik meg, hogy jó úton járunk, de azt gondolom, nagy probléma lenne, ha ez meglepéssel töltene el bennünket. Inkább arra sarkall, ahogy mondd is, hogy nincs megállás, megyünk tovább, egyre nagyobb intenzitással. 2019-ben sikerült több támogatást elnyerni H2020-as forrásból, ezek részben konzorciális európai uniós projektek, valamint az ERC Proof of Concept grantje. A cél egyrészt a felfedező kutatások továbbvitele, másrészt a további méretnövelés és ipari megvalósítás lehetőségének vizsgálata.

– Lendület kutatócsoportod, mely tágabban a napenergia hasznosításával foglalkozik, szűkebben a CO₂ fotoelektrokémiai úton való redukív hasznosításának kutatását tűzte ki céljául, nagy fába vágta fejszét. Miben áll az elképzelések lényege?

– Átfogó célunk a szén-dioxid átalakítása valamilyen megújuló energiaforrás (leginkább a napenergia) felhasználásával hasznos vegyipari termékekké. Ezzel két legyet ütünk egy csapásra: egyrészt az átalakított szén-dioxidot nem bocsájtjuk ki, másrészt hasznos terméket állítunk elő – így gazdasági motiváció is van a folyamat mögött. Két nagy irányt vizsgálunk: az egyik a „sötét elektrokémia”, amikor az elektrolízis nem napfény segítségével történik. Ebben az esetben a napfényt először napelemekkel elektromos árammá alakítjuk, majd ezzel elektrolízis során alakítjuk

át a szén-dioxidot. Ez az eljárás technológiailag jóval előrébb jár, mint a közvetlen napenergia-hasznosítást célzó módszerek.

A fotoelektrokémiai eljárás során közvetlenül használjuk a napfény energiáját a szén-dioxid átalakítására. Egy félvezető fotoelektrodát megvilágítunk, és elektron-lyuk párok keletkeznek benne. Ezeket a töltéshordozókat nem áram formájában „nyerjük ki” a rendszerből (mint egy napelem), hanem redukciós és oxidációs kémiai reakciókat hajtunk velük végre. A redukciós a szén-dioxid átalakítása, az oxidációs pedig víz oxidációja (oxigénfejlesztés) vagy valami egyéb, nagyobb hozzáadott értékű folyamat. A fotoelektrokémiai módszerek elvileg egyesíteni tudják a napelemek és az elektrolízáló berendezések funkcióját. Éppen ezért lehetnek ipari szempontból is érdekesekek, ugyanakkor nagyon komoly anyagtudományi kihívás olyan elektródokat készíteni, amelyek teljesítik mindazt, amit egy napelemnek és egy elektrolízáló berendezésben levő elektródnak tudnia kell. Több projektünk is vizsgálja, hogy milyen összetett elektródokat hozhatunk létre annak érdekében, hogy kiválasszuk a fényelnyelést, a töltéshordozók transzportját, valamint a felületi kémiai reakciót. Ha megvan az elektród, akkor a fotoelektrokémiai módszerek is elindulhatnak a gyakorlati megvalósítás irányába.

– Ezek a kutatások kezdetől fogva nemzetközi és hazai kooperációban folynak. Partnereid közül kiemelkedik, talán időbeli elsősége miatt, Kirshnan Rajeswahr, az arlingtoni Texasi Egyetem professzora (ma már egyetemünk díszdoktora). Európa több híres egyeteme mellett ne feledkezzünk el a Wigner Kutatóközpontról vagy a szegedi ELI ALPS kínálta új kutatási módszerekről és az SZTE Alkalmazott és Anyagtudományi Tanszékéről sem. Az alkalmazás irányába fordulva a ThalesNano Inc., Darvas Ferenc vezetésével, sokéves eredményes kutatási együttműködést jelent. Hogyan alakult ki ez a kutatási hálózat, ahol az alap- és alkalmazott kutatás teljes szimbiózisban működik?

– Nagyon köszönöm ezt a kérdést az együttműködések szerepéről, hiszen valóban sok olyan munkánk van, amit akár hazai, akár nemzetközi együttműködésben végzünk. Azt gondolom, hogy ez a jövő útja. Napjainkban az élvonalbeli kutatások multidiszciplinárisak és interdiszciplinárisak: ötvözni kell a különböző kutatócsoportok speciális szaktudását, hogy minden részterületen magas színvonalú teljesítményt nyújtsunk. Bár magunk is állítunk elő katalizátorokat, azt gondolom, hogy az elektrokémiához és a fotoelektrokémiához értünk igazán, különösen az elektrokémiai cellák, reaktorok, módszertanok és vizsgálati eljárások fejlesztéséhez. És ahhoz, hogy az így kapott tapasztalatokat mi-



A Gábor Dénes-díj átadásán

ként lehet új elektródok/fotoelektródok létrehozására felhasználni. A határterületeken pedig igyekszünk a leginkább hozzáférhető kutatócsoportokat megtalálni partnernek. Az alkalmazott kutatás és a ThalesNano Zrt.-vel való együttműködés sok újdonságot hozott a kutatócsoport életében azzal, hogy egy mérnökökből álló csoport települt fizikailag a közvetlen környezetünkbe (egy GINOP-pályázat segítségével). Ez lehetővé tette, hogy a mérnöki gondolkodásmód és szemléletmód a mindennapjaink részévé váljon abban az értelemben, hogy mi továbbra is a tudományra fókuszálunk, de eddig saját magunknak kellett megoldaniuk olyan problémákat (pl. egy mérési elrendezés felépítése kapcsán), amelyekhez igazából nem értettünk. Persze jól/rosszul megoldottuk ezeket, de mostanra kiderült, hogy vannak ipari sztenderd megoldások is, és ezeket nem kell újra kitalálni. Még a felfedező kutatásunkra is pozitív hatást gyakorolt a mérnöki szemléletmód implementálása.

– *Az SZTE-n működő kutatócsoport sok fiatal foglalkoztatott, nemzetközi társaság. Van közöttük tapasztalatokkal rendelkező posztdok és kezdő MSc-hallgató is. Mennyire könnyű fenntartani a csoport szakmai aktivitását, lelkesedését? Okozott-e nehézséget a csoporton belüli értékelés, a teljesítmény (esetleg) eltérő elismerése?*

– Azt gondolom, hogy az átlagosan 20 fős kutatócsoportom összetétele jelenleg egészséges. Kellően sokfélék vagyunk: magyar és külföldi kollégák, férfiak és nők, különböző tapasztalattal. Pillanatnyilag nehézséget okoz a koronavírus kapcsán az új kollégák megérkezése, öt külföldi kollégát is várunk nyár eleje óta. Az elmúlt évek nemzetközileg is látható eredményei lehetőséget teremtenek arra, hogy most már igazán jó helyekről, a különböző ranglistákon top 50–100-as egyetemekről, jelentkezzenek hozzánk posztdoktorok. Ez fontos eredmény.

A kollégák elismerése nyilván összetett kérdés. Azt gondolom, hogy az egészséges csoportdinamika fenntartásához a többleteljesítményt és a sikert jutalmazni kell. Ezt mind anyagi, mind nem anyagi eszközökkel igyekszem megtenni. Úgy érzem, egyelőre jó a motivációs szint, különösen azért, mert a kollégáim látják, hogy kurrens, élvonalbeli témán dolgoznak, aminek a jövőbeli kifutása az ő karrierjükre is hatással lehet.

– *Az elnyert grantokból látszik, hogy a csoport nem nagyon küzd anyagi nehézségekkel. Jelent-e gondot a források észszerű elköltése?*

– Valóban, nincs okunk panaszra pályázati támogatások terén, bár most éppen sok új pályázatot kell írnom. A Lendület lejárt 2019-ben, az ERC jövőre jár le, ezért újabb forrásokat kell keresni. Nem gondolom, hogy sokat kell küszködnünk a források elköltése miatt. Az államháztartási szférában dolgozók mind tudjuk, hogy számos adminisztratív nehézség van, de ezeket igyek-

szünk megfelelő tervezéssel és megfelelő rugalmassággal kezelni. Közgazdász végzettségem is van, és a tervezés, szervezés, vezetés, általában a menedzsment kapcsán elég sok hasznát veszem ennek a tudásnak.

– *Láthatóan jól érzed magad a bőrödben. Sikeres szakmai pálya, rengeteg befektetett munka látható eredményekkel. Egyenesnek látszó karrier. Boldog családi háttér, létszámában is növekvő család. Bár az új jövevény, aki már egyre inkább cselekvő részese a család életének, sok időt elfoglal a szabad időből. Van kedvenc hobbid, amikor csak a magad/magatok kedvtelésére mulatjátok az időt?*

– Valóban jól érzem magam, és tényleg sok-sok munka van ezekben az eredményekben. Valószínű ugyanakkor, hogy csak még több lesz az elkövetkezendő időszakban, de én szerencsés vagyok, mert a hobbimmal foglalkozhatom. A kutatói szférában mindenki tudja, hogy a gondolkodás sohasem áll meg. Hétvégén és este is sokszor jönnek olyan ötletek, gondolatok, amiket gyorsan papírra vet az ember (most már nem is annyira papírra, inkább telefonba rögzíti), hogy ne felejtse el. Másfél évvel ezelőtt megszületett a kisfiam, ami azért az időbeosztásra is hatással volt. Többek között a család bővülése miatt költöztünk kertesházba – ez egészen másfajta életmóddal jár. Örömet lelem a kertészkedésben, amit korábban nem gondoltam volna, mert segít „kitisztítani” az ember fejét. Sport-hobbinak megmaradt a kézilabda: gyerekkoromban játszottam, utána NBI-es játékos voltam. Most már ez nem fér bele az időbe, de gyakran előfordulok a kézilabdapályák környékén: a játékosok munkáját segítem játékos-ellenőrként.

– *Idilli képnek tűnik összességében. Van-e valami, ami ronthatja ezt a jó összképet, és némi negatív érzést, aggodalmat is ébreszt egy sikeres pályán levő fiatal kollégában?*

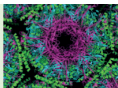
– Nincs okom a panaszra. Ahogy korábban említetted, eléggé kiterjedt nemzetközi és hazai kapcsolatrendszerrel rendelkezem, és azt tapasztalom, hogy sehol sincs kolbászból a kerítés. Mindenhol nagyon hasonló problémákkal szembesülnek a fiatal kutatók. A különböző pályázatok rendkívül alacsony sikerrátája sokszor megkérdőjelezi azt is, hogy érdemes-e munkát fektetni egy olyan pályázatba, ahol 3–5% a sikerrátája, és a legfelső 10–15% egyformán kiváló. Az adminisztráció mindenféle szinten (legyen szó intézményi, országos vagy európai uniós szintről) nagyon komoly béklyó, és az idő jelentős részét elveszi. Szerencsére, ezen a területen is kiváló kollégáim vannak, akik sok terhet levesznek a vállamról. Azt gondolom, hogy soha rosszabb ne legyen, és tudjuk folytatni azt a munkát, amit elkezdünk, hogy minél hamarabb új tudományos eredményekről és ipari technológiáról számolhassunk be az olvasóknak.

– *A fiatal tudományos műhelyek eredményeinek megismertetésére tervezzük, hogy a hazai kutatóműhelyeket, tudományos iskolákat bemutató sorozatunk mellett hasonlót indítunk el a lapban a 21. század most születő tudományos iskolái számára. A tudományfinanszírozás szerencsésen megváltozott formája lehetővé teszi, hogy ma már 30–40 éves korban is világszínvonalú eredményeket produkáló, önálló kutatócsoportok alakuljanak. Ezekről szeretnénk rendszeresen beszámolni.*

– Ezt az ötletet igen jó kezdeményezésnek tartom annál is inkább, mert többször tapasztaltam már, hogy bizonyos kollégák tevékenységét nemzetközi fórumokon jobban ismerik, mint itthon. Remélem, hogy kialakul egy vendégszerkesztői csapat, amely ezt a sorozatot gondozza, és ebben magam is szívesen válllok szerepet.

– *Köszönöm a beszélgetést, és kutatócsoportodnak további eredményes munkát kívánok!*

Kiss Tamás



Kálmán Alajos

Mester és tanítvány:

Sir Lawrence Bragg (1890–1971) és Náray-Szabó István (1899–1972)



NÁRAY-SZABÓ ISTVÁN SIR LAWRENCE BRAGG

Az ENSZ által a *Krisztallográfia Nemzetközi Évének* nyilvánított 2014 januárjában, a Nemzetközi Krisztallográfiai Unió (International Union of Crystallography, IUCr) és az UNESCO által közösen rendezett ünnepségek kétnapos párizsi megnyitóján az 1912-vel kezdődő „száz esztendő” során megbecsülést/hírnevet szerzett számtalan tudós közül a legemblematicusabb személy *William Lawrence Bragg* volt. Ugyanis cambridge-i diákként, 22 évesen, Max von Laue röntgenfelvételeinek helyes értelmezésével, már 1912 végén felderíti a kősó (NaCl) és számos köbös kristály szerkezetét, megnyitva ezzel a röntgenkrisztallográfia máig tartó diadalútját. Az édesapjával, *William Henry Bragg*-gel 1915-ben elnyert fizikai Nobel-díjjal mindmáig a legfiatalabb a díjazottak hosszú sorában. Az első világháború után, 1919-től 1937-ig, Manchesterben a fizika Langworthy-professzora. 1921-től a Royal Society tagja. Ásványok, elsősorban egyre bonyolultabb szilikátok szerkezetmeghatározásával, majd a megismert szerkezetek számának növekedésével, azok rendszerezésével foglalkozik. Ebbe a programba számos angol és külföldi fiatal kutató kapcsolódik be, akik közül sokan később ugyancsak hírnevet szereznek, például *Linus Pauling* és a magyar *Náray-Szabó István*.

Náray-Szabó István vegyész-mérnök a báró Klebelsberg Kuno ifjú magyar tudósokat külföldön kiképző programjában, 1926 és 1928 között Berlinben, a Kaiser Wilhelm Institut für Faserstoffchemieben, Herzog mellett keményítőkön röntgendiffrakciós vizsgálatokat végez. Publikálható eredményei [Lieb. Ann. 465, 299 (1928)] dacára a keményítőök kutatása álmait nem elégítik ki. Klebelsberg hazahívása ellenére, a kristályszerkezetek megoldásában akkor

már elhíresült manchesteri Bragg-csoport-hoz csatlakozik. Az anyagi feltételeket édesatyja fedezi. Eredményes bemutatkozás, a bonyolult *staurolit* első szerkezeti modelljének [1] gyors felállítása megteremti azt a mester/tanítvány kapcsolatot, ami közel egy időben bekövetkező halálukig fennmarad. Manchesteri éve alatt (1928–1930)¹ meghatározza még az *apatit* [2] szerkezetét, *W. H. Taylor*al együtt felderíti az *apofillit* [3] és *W. W. Jackson* bevonásával leírja [4] a *kianit* kristályrácsát. Azzal a felismerésével, hogy a *kianit* szerkezete bennefoglaltatik a *staurolit* rácsában, a kristálykémia egyik úttörőjévé minősítik.

Hazaérkezése után Szegeden, nem kevés nehézség mellett, kezdi meg magántanárként a kutatómunkát, amelyben *Sasvári Kálmán* lesz egy életre szólóan a segítőtársa. Első jelentősebb közös munkájuk [5] a *kriolit* (Na₃AlF₆) szerkezete. Az akkor még szokatlan alternatív *P₂/n* tércsoportválasztásuk tankönyvi példálul szolgál. Még Szegeden határozza meg, többek között, a *pollucit* [6] és az *analcit* [7] szerkezetét, mielőtt, éppen Bragg ajánlatával, 1938-ban elnyeri a megpályázott professzori kinevezést a budapesti József Nádor Műszaki Egyetem Kémiai Fizikai Tanszékére. Bragg ajánlásának fő érve az, hogy az addig felderített 300 kristályszerkezetből 10 Náray-Szabó munkája. Ugyanebben az évben Bragg, a hírnevét továbbnövelő manchesteri évek után, Cambridge-ben a Kísérleti Fizika Cavendish-professzora lesz. Három évvel később már a Brit Birodalom lovagja.

A továbbiakban a két életút egyre aszimmetrikusabbá válik. Csomópontjaik sajátos megvilágítását adják annak a vérzivatáros történelmi kornak, melyben a Csatorna két oldalán az emberi sorsok más-ként alakultak. A háborús évek ellenére Sir Lawrence érdeklődése, mineralógiai kutatásai mellett, a 40-es években a fehérjeszerkezetek vizsgálata felé fordul. Együttműködése cambridge-i tanítványaival akkor is fennmarad, amikor 1953-ban Londonban a Royal Institution Davy Faraday

Laboratóriumának igazgatója lesz. Párhuzamosan, a Budapestre költözött Náray-Szabó 1938-tól 1944-ig (a német megszállásig) egész életének talán legeredményesebb kutatói korszakát valósítja meg. Ehhez a vele együtt Szegedről a fővárosba költöző Sasvári Kálmán, befejezve doktori értekezését, a röntgendiffrakciós adatgyűjtésben végez jelentős fejlesztést. Első jelentősebb munkája a *Pócza Jenő*vel meghatározott AgClO₃-szerkezet [8]. Ezután a *perovszkit* [9] rácsát tanulmányozva jut el az izomorfia általánosabb megfogalmazásához, az ún. *testvérszerkezetek*hez [10]. E korszak méltó lezárása a Julius Springer felkérésére írt, de már csak magyarul megjelentetett (1944. október!) 272 oldal terjedelmű *Kristálykémia* könyve, amit természetesen „mesterének, Sir Lawrence Bragg professzornak” ajánl. Sajnos, az ezt követő, a főváros elpusztításával kezdődő évtized a tanítvány Náray-Szabó számára a veszteségek, szenvedések és megaláztatások hosszú sorát rejti magában.

E sorok írója, aki 14 évig (1972-ig) kötődött Náray-Szabóhoz, időszerűnek érzi, hogy a *Krisztallográfia Nemzetközi Évének* nyilvánított 2014 megemlékezéseinek részeként a hazai kémikustársadalmat megismertesse a mester és tanítvány általa megőrzött levelezésével.² Ez *sine ira et studio* tanúsítja életük utolsó 25 évében is fennmaradó (elszakíthatatlan) emberi és kutatói kapcsolatukat.

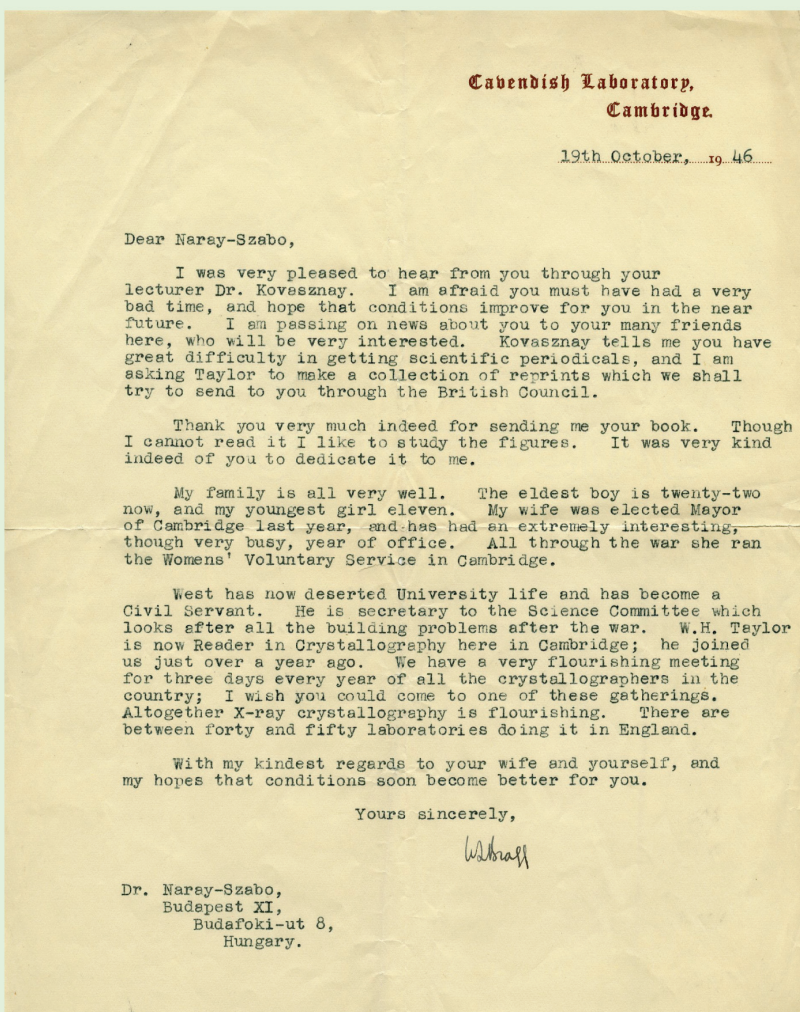
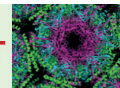
A levelezésből, sajnos, az is követhető, hogy szemben az angliai sikerekkel (Nobel-díjak), Budapesten a technikai elmaradottság oly magas, hogy érdemi felzárkózás még évekig (a hetvenes évekig) várat magára.

A háború utáni kapcsolatfelvétel Bragg 1946. október 19-én kelt levelével (1) (1. ábra) kezdődik.

Ebben Náray-Szabó asszisztensének, *dr. Kovásznainak* látogatására reagálva és a vendég által kézbesített, dedikált *Kristálykémia* könyvet megköszönve, Bragg beszámol a körülötte törtétekről. Hat nap-

¹ 1970-ben a Manchester School of W. L. Bragg című dolgozattal (Acta Cryst. A26, 179) köszönti mesterét 80. születésnapján.

² A levelek a szerző személyes tulajdonában vannak, kettőt cikkében is bemutat. A többi csak a levelek után ke-rek zárójelben írt szám (X) jelzi (a szerk.).



1. ábra. Az 1946. októberi levél

pal később, 1946. október 25-én kelt rövid levélkében (2) Bragg informálja tanítványát, hogy W. H. Taylor (a korábbi szerzőtárs) a Kovásznain keresztül kért különnyomatokból egy csomagot állított össze. Ezután (1947-től 1957-ig) következnek a személyes megpróbáltatások és az arról való hallgatás évtizede.

Kézrel írott sorokkal ismét Bragg veszi fel (1957. július 24.) a levelezés fonalát. A jeles krisztallográfus, majd nagy formátumú (baloldali) politikus, *John Bernal* (a Béke Világtanács elnöke) Budapesten felkéri Naray-Szabót (akkor már az MTA KKKI

³ A levél írásakor a csoport használható Weissenberg-kamrával nem rendelkezett. Ez csak 1959 végén került a csoport használatába.

⁴ Természetesen nem utazhatott ki! Szerencsére, Sasvári Kálmán, az elvtársak beprogramozott akadémuskodását kijátszva, kijutott a kongresszusra és az azt követő manchesteri „Nyári iskolára”, ami a korszerű krisztallográfia számítógépi programjainak megismerésével mérföldkő lesz Naray-Szabó kutatócsoportja számára.

munkatársát), és az alkalmat megragadva átadja neki Sir Lawrence levelét (3). E levélben a mester kifejezi azon reményét, hogy tanítványa hamarosan Angliába látogathat. Sajnos, erre a látogatásra csak 13 év múltán kerül sor. Naray-Szabó 1957. szeptember 3-án hosszú levélben (4) válaszol mesterének. Ebben, többek között, beszámol az internálásának végétől eltelt négy esztendőben végzett munkáiról, amelyek – az eredmények ellenére – messze sodorták a kristályok szerkezetétől. De reménykedik, hogy Sasvári Kálmán csatlakozásával ismét elkezdődhet a „kristálykémiiai kutatás”.

A kiváló elméleti kémikus, Linnett professzor budapesti látogatásától Sir Lawrence ismét indítva érzi magát, hogy levelet írjon (1958. június 17.). A rendkívül személyes hangú, a közös múltat felidéző sorok (5) után Bragg informálja Naray-Szabót, hogy bár a Cavendish Laboratóriumot öt

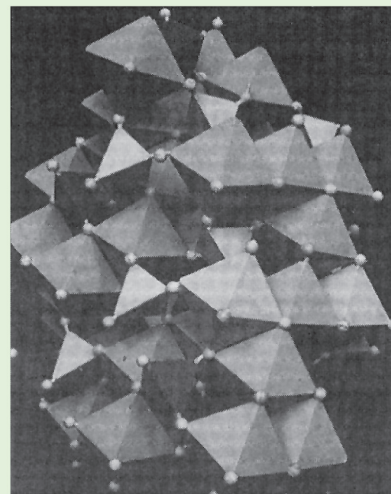
éve elhagyta a Royal Institutiont, a proteinkutatások továbbra is Cambridge-hez kötik. Beszámol arról, hogy *John Kendrew* háromdimenziós Fourier-sorokkal feltárta a mioglobín szerkezetét. Személyes örömeinek tekinti, hogy a „röntgenelemzés” már olyan molekulákra is alkalmazható, amelynek molsúlya eléri a tizenhétzetet! Augusztus 21-én kelt válaszában (6) Naray-Szabó örömmel nyugtázza Kendrew sikerét, majd saját lehetőségeire utalva megjegyzi, hogy szerény eszközökkel (oszillációs és Weissenberg-felvételekkel,³ de modern számítógépek nélkül) is lehet eredményeket felmutatni. Beszámol arról, hogy folyamatban van és publikálás előtt áll [11] klasszikus szerkezetmeghatározása, a *staurolit* revidéalt modellje (2. ábra).

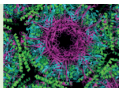
Végül beszámol arról, hogy korszerű röntgendiffrakciós eszközök nélkül milyen lehetőségeket talált az üvegek szerkezetének vizsgálatára.

Következő levelében (1960. január 16.) informálja (7) Sir Lawrence-t arról, hogy 1956 és 1958 között megjelent *Szeretlen kémia*jának három kötete, melyből az első német fordításban is kiadták. Ezt küldi mesterének „legmagasabb fokú nagyrabecsülésének apró jeléül”. Egyben örömmel közli, hogy sikerült egy modern diffraktométert (por), valamint egy retrigrafot beszerezni. Sajnos, jegyzi meg végül, a használatukhoz továbbra is hiányzik a modern számítástechnikai eszköz.

Bragg 1960. február 1-jén kelt válaszában (8) megköszöni a *Szeretlen kémia* első kötetét, és készül az áttanulmányozására. Továbbra is reménykedik, hogy Naray-Szabó meghívottként részt vehet⁴ az IUCr augusztusban Cambridge-ben meg-

2. ábra. A staurolit kristályszerkezete





VEGYIPAR- ÉS KÉMIATÖRTÉNET

Sir Lawrence Bragg,
Davy Faraday Research Laboratory
The Royal Institution,
21, Albemarle Street,
London W.1.

4. August, 1961.

Dear Sir Lawrence,

Coming back from my leave I found your kind letter. As you have remarked, the Fig.1. of our communication on cryolite is not quite correct, the axis A must be reversed and the third axis B is pointing upwards. So a right-handed system is obtained with an angle $\beta > 90^\circ$. We calculated a few structure factors.

We completed a new silicate structure, an artificial compound $K_2Pb_2Si_2O_7$, the paper appears very soon in the German periodical "Silikattechnik". The lattice contains parallel Si_2O_7 groups which are linked by Pb atoms and form a layer; the layers are only connected by K ions, so a very perfect cleavage is present in the hexagonal crystal. I am now investigating the lattice of Ag_2O_3 which seems to be very interesting.

With the kindest regards

Yours very sincerely

(I. Náray-Szabó)

3. ábra.
Náray-Szabó István levele

díja előtt), Sir Lawrence (nem ok nélkül) az *X-ray analysis* (röntgendiffrakció) hatalmas erejét dicséri.

Epilógus

Sir Lawrence Bragg és Náray-Szabó István levelezésének a *Kristallográfia Nemzetközi Éve* részeként történt bemutatása hozzájárulhat a tudománytörténet fehér lapjainak kitöltéséhez. Segíthet a rágalmból és hazugságokból font ködöt oszlatni, amit „Rákosi Mátyás legjobb tanítványai” 1947-től még halála után is terjesztettek Náray-Szabó Istvánról. A két életpálya markáns különbségei elemezhetőek sokféleképpen, de a fennmaradt levelezésből számunkra, magyarok számára egyértelműen nyilvánvalóvá válik Sir Lawrence Náray-Szabó iránt érzett szakmai megbecsülése és emberi szeretete.

A sors végül is, bár jelentős késéssel, megadta, hogy egy, illetve két évvel haláluk előtt, Londonban, a Sir Lawrence 80. születésnapján (1970) rendezett ünnepségen találkozhattak. Hazaérkezése után örömmel és büszkeséggel hallgattuk Náray-Szabó István beszámolóját arról a kitüntető megbecsülésről, amellyel Sir Lawrence és családja fogadta.

A magyar röntgenkristallográfia atyjának szellemi örökségét gondolva, immár ugyancsak nyolcvanévesen, munkatársaimmal együtt büszkeséggel érzem magam a magyar tanítvány Náray-Szabó után Sir Lawrence unokájának, tanítványaim pedig szellemi dedunokáknak. S remélem, hogy e rendhagyó dolgozatból az MKL olvasói jobban megértik, miért viseli az MKE tudományos díja Náray-Szabó István akadémikus nevét.

TRODALOM

- [1] Náray-Szabó I.: The structure of staurolite; Z. Krist. (1929) 71, 103.
- [2] Náray-Szabó I.: The structure of apatite; Z. Krist. (1930) 75, 387.
- [3] Taylor W. H., Náray-Szabó I.: The structure of apophyllite; Z. Krist. (1931) 77, 146.
- [4] Náray-Szabó I., Taylor W. H., Jackson, W. W.: The structure of cyanite; Z. Krist. (1929) 71, 117.
- [5] Náray-Szabó I., Sasvári, K.: Die Struktur des Kryoliths; Z. Krist. (1938) 99, 27.
- [6] Náray-Szabó I.: Die Struktur des Pollucits; Z. Krist. (1938) 99, 277.
- [7] Náray-Szabó I.: Note on the structure of analcite; Z. Krist. (1938) 99, 291.
- [8] Náray-Szabó I., Pócsa J.: Die Struktur des Silberchlorats; Z. Krist. (1942) 104, 28.
- [9] Náray-Szabó I.: Der Strukturtyp des Perovskit; Naturwiss. (1943) 31, 202.
- [10] Náray-Szabó I.: Die Strukturen von Verbindungen ABO₃ „Schwesterstrukturen”; Naturwiss. (1943) 31, 466.
- [11] Náray-Szabó I., Sasvári, K.: On the structure of staurolite HFe₂Al₉Si₄O₂₄; Acta Cryst. (1958) 11, 862.
- [12] Náray-Szabó I., Kálmán A.: Die Struktur des K₂Pb₂Si₂O₇ und der Bleigläser; Silikattechnik (1961) 12, 316.

rendezendő V. kongresszusán. A levél további részében Sir Lawrence John Kendrew mioglobint (2500 atom), valamint *Max Perutz* 6 Å felbontású hemoglobinszerkezetét méltatja, kiemelve annak a (történelmi) jelentőségét, hogy a hemoglobinban négy mioglobinegység tetraéderes elrendeződést⁵ alkot.

Bragg következő, 1961. július 24-én kelt levelében (9) ásványtani könyvének új kiadásával kapcsolatban az 1938-ban publikált *kriolit* atomi koordinátái és ábrája közötti ellentmondásra hívja fel a figyelmet. Kéri tanítványát, hogy a talált hiba korrigálásával segítse munkáját. Augusztus 4-én levelében (10) (3. ábra) Náray-Szabó a Sir Lawrence által sejtett kristálytanitengely-korrekciókat helyben hagyja.

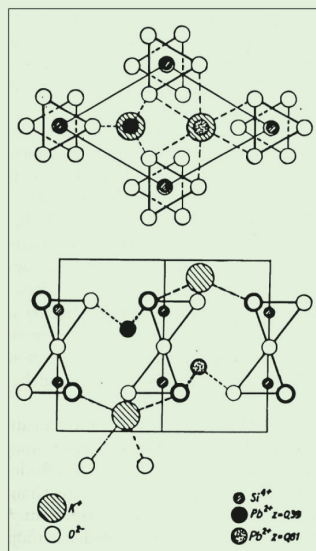
Ezt követően ismerteti egy mesterséges szilikát, a $K_2Pb_2Si_2O_7$ szerkezetének meghatározását (4. ábra) és közeli publikálását a német *Silikattechnik* nevű lapban [12]. Náray-Szabó az ólomatomokkal összekapcsolt párhuzamos lineáris Si_2O_7 csoportok alkotta rétegek közötti gyenge kölcsönhatással magyarázza a kristályok tökéletes hasadását.

A hátrahagyott dosszióban talált mester-tanítvány levelezés utolsó lapja (11) egy

⁵ Felfedezéseikért 1962-ben Kendrew és Perutz Kémiai Nobel-díjra érdemestül.

viszonylag rövid tudósítás, 1961. november 21-i keltezéssel. Bragg megköszöni a neki küldött, feltehetően a $K_2Pb_2Si_2O_7$ szerkezetét ismertető különlenyomatot, és örömet fejezi ki, hogy Náray-Szabó folytatni tudja kutatásait. Végül a fehérjeszerkezet-kutatásban elért legutóbbi eredményekre utalva (alig egy évvel tanítványai Nobel-

4. ábra. A $K_2Pb_2Si_2O_7$ rétegszilikát a és c tengelyre merőleges vetületei



Kálmán Alajosra emlékezve



A 2014-es évet az ENSZ a Nemzetközi Krisztallográfiai Unió (IUCr) kezdeményezésére a Krisztallográfia Nemzetközi Évének nyilvánította. A megnyitótünnepség januárban az UNESCO főhadiszállásán, Párizsban zajlott. Kálmán Alajos professzor úrnak, az MKE kilencedik elnökének (1996–2007) ez volt az utolsó hivatalos kiküldetése, ahol a magyar krisztallográfusokat képviselte.

Először 1935-ben adta ki az IUCr a krisztallográfia *Nemzetközi táblázatait*, mely a krisztallográfiai szimmetriák, valamint a matematikai és fizikai alapok átfogó gyűjteménye. Ebben az évben született Kálmán Alajos. *Alea iacta est*. Az Ötvös Loránd Tudományegyetemen 1958-ban szerzett diplomát, utána kémiai krisztallográfiai és molekulaszervezet-kutatási tevékenysége az MTA Központi Kémiai Kutatóintézetéhez és utódintézményeihez kötődött, de közben az egyetemen is tanított. 1975-ben szerezte meg a kémiai tudományok doktora fokozatot, 1995-ben az Akadémia levelező, majd 2001-ben rendes tagjává választották. Foglalkozott szeretlen kémiai szerkezetekkel, tetraéderez oxoanionok jellemzésével, törvényszerűségeket ismert fel a periódusos rendszeren belül. Több száz heterociklusos vegyület térszerkezetét írta le, meghatározta az általuk gyakran mutatott polimorfia jellemzőit. Nevéhez fűződik a dezmotrópia krisztallográfiai leírása. Jelentős eredményeinek egyike szerves kristályok izostrukturalitásának átfogó jellemzése és leírása. Az izostrukturális rendszerek kapcsolatát vizsgálva felfedezte a nem-krisztallográfiai rotációk, translációk jelentőségét. Munkássága során 373 cikk, 8 proceedings, 55 konferenciakivonat, 32 egyéb publikáció, könyv, tanulmány jelent meg. Ezekre több mint négyezer-öttszáz hivatkozást kapott, a hatástényezők összege 420 felett van. 2003-ban a brüsszeli Európai Tudományos Akadémia is felvette tagjai sorába. Tudományos teljesítményét 1975-ben Akadémiai Díjjal, 1994-ben Széchenyi-díjjal, 2002-ben Hanus Medállal, 2007-ben Fabinyi Rudolf-emlékéremmel, 2011-ben Than Károly-emlékéremmel, 2015-ben Náray-Szabó István-díjjal és a Magyar Érdemrend Középkeresztjével ismerték el.

A tudományos közélet aktív tagja volt. A Nemzetközi Krisztallográfiai Uniót szolgálta a Végrehajtó Bizottság tagjaként 1984-től 1990-ig, majd az Unió alelnökéeként 1990 és 1993 között. Nagyon szeretett utazni. Hosszabb időt töltött Angliában és Olaszországban, de vendégprofesszorként a világ számos országába eljutott, az Egyesült Államokba, Dél-Afrikába, Japánba. Ha csak tette, nem mulasztotta el az Európai Krisztallográfiai Találkozókat és az IUCr Kongresszusokat. A krisztallográfusok egymás között az éveket nem az évszámokkal jelölik, hanem a konferencia helyszínét nevezik meg. Így tudom feleleveníteni közös emléként Seattle-t (1996), Nancyt (2000), Genfet (2002), Durbant (2003), Firenzét (2005), Leuvent (2006), Marrakecht (2007). S köztük volt a 2004-ben Budapesten megrendezett 22. Európai Krisztallográfiai Találkozó, melynek Kálmán Alajos az elnöke volt. Ennek számára oly fontos élménye, hogy kertjében vendégül látta az IUCr Végrehajtó Bizottságának tagjait, és bemutatta nekik házi botanikus kertjét.

A kimagasló eredményességű kutatómunka mellett Kálmán Alajos a közéletben is aktívan részt vett. 1989 és 2000 között a Vigyázó Ferenc Művelődési Társaságot vezette. 1997-ben Rákosmente díszpolgárának választották, 2005-ben Podmaniczky-díj-

jal tüntették ki. A munka mellett a legkedvesebb és rajongásig szeretett hobbija a katedrálisok megismerése volt. Elbűvölték az építészetnek ezek a remekművei, és rendszeresen tartott összehasonlító és elemző szemléletű előadásokat Európa híres katedrálisairól.

2015-ben jelent meg írása a Magyar Kémikusok Lapjában „Mester és tanítvány: Sir Lawrence Bragg (1890–1971) és Náray-Szabó István (1899–1972)” címmel a magyar röntgenkrisztallográfia atyjának szellemi örökségét gondolva. Nyolcvanévesen méltán érezte magát – a magyar tanítvány után – a Nobel-díjas L. Bragg szakmai unokájának, ugyanakkor mindig büszke volt az MKE-ben alapított Náray-Szabó István-díjra is. Most itt az idő, hogy az utódok tisztelegjenek Kálmán Alajos professzor úr előtt, felelevenítve írását a Krisztallográfia Nemzetközi Évéről.

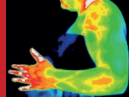
Bombicz Petra

✦

„Munkatársaimmal negyven éve modellezem a megfoghatatlant, amit elektronsűrűségnek, vagy szilárd fázisú atomelrendeződésnek nevezünk. Modelljeim zárkóztak, sőt igen ridegek, mint Rembrandt é a kölni Wallraf-Richartz Múzeumban őrzött, és éppen harminc éve látott képen. Azóta nem találkoztunk, de a mo-



dellezés, a molekulalefestés kudarcaiban és sikereiben gyakran gondoltam az önfeledten nevető mesterre. Most nyáron a londoni National Gallery Rembrandt-portrékiállításán ismét találkoztunk. Ő ugyanaz maradt és ugyanúgy belenevet a Világba, én harminc évvel öregebb, de talán már én is tudok nevetni az én modelljeimen, amelyet fontoskodva tudományos képalkotásnak nevezek.” (Részlet Kálmán Alajos *Kristályok, katedrálisok, szimmetriák és molekuláris absztrakciók* című, 1999-es előadásából, c3.hu)



Braun Tibor

■ ELTE Kémiai Intézet, MTA Könyvtár és Információs Központ | dr.braun.tibor@gmail.com

Kísérleti nukleáris robbantások által létrehozott ^{14}C

A testünkben viselt radioizotóp

Előszó

A nukleáris robbantásokról nem igazán derűs gondolatok jutnak az olvasók eszébe. Hogy ezen enyhítsünk, nem a robbantások sötét oldaláról számolunk be. Röviden bemutatjuk, hogy a robbantások folytán hogyan képződik a radiokarbon izotóp, aminek felhasználása új tudományos ismereteket szerzett az emberiségnek, és ezek között nagyon hasznosak is vannak. A cikkben csak a robbantással létrehozott radiokarbonnal foglalkozunk.

Szabadtéri nukleáris robbantások

A nukleáris robbantásokban hirtelen hatalmas energia szabadul fel maghasadás vagy fúzió folytán. Az előbbi esetben az urán- vagy plutóniumatomok maghasadásaként szabadul fel az energia úgy, hogy minden hasadásban egy könnyű és egy aránylag nehéz radioaktív elem keletkezik. A maghasadás által beindított fúzió a trícium és a deutérium reakciójaként a hasadásnál még nagyobb robbanási energiát szabadít fel. Mindkét folyamat radioaktív szennyezéseket hoz létre: aktívakat (olyan elemeket, amik radioaktívak lesznek neutron befogása folytán) és olyan maradék hasítható termékeket, amiket felhasználtak a bomba építésénél, de nem hasadtak a robbanás alatt. A nukleáris robbantás hatalmas tűzfelhőt hoz létre, amiben minden anyag elpárolog. A tűzfelhő földet, vizet és radioaktív hulladékként különböző méretű részecskéket tartalmazva villámgyorsan emelkedik. Az eredetileg felfelé áramló felhő a magasban szétszóródik az éppen előforduló szelek haladási irányában. A felhőben lévő makroszkopikus radioaktív szemcsék visszahullanak a talajra és lerakódnak. A radioaktív felhő általában gomba formájú vagy ahhoz hasonló; az atomkorszak közismert jelképévé vált. Amint a felhő eléri maximális magasságát, az áramló szelek irányában halad, és a benne lévő radioaktív részecskék diszperziója függőleges és oldalirányú szóródást eredményez. Mivel a szelek sebessége és irányai magasságfüggően változhatnak, az általuk mozgatott felhőrészecskék több irányban, nagy felületeken szóródhatnak szét. Mint említettük, a nagyobb részecskék helyben ülepednek, miközben az aprók, valamint a képződött gázok körüljárhatják a Földet. Az eső és a szél a robbantás helyétől aránylag messze is megnövelheti néhol a koncentrációjukat. Nagy légköri robbantások radioaktív anyagot emelhetnek a sztratoszférába 10 km-re vagy még magasabbra a talaj fölé, ahol hosszú ideig megmaradhatnak, majd aránylag egyenletesen ülepedhetnek globális szennyezőként.

Nukleáris kísérleteket általában távoli helyeken végeztek, legkevesebb 100 km távolságra a lakott helyektől. A robbantás he-

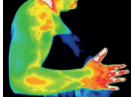
lyétől számítva a helyi lerakódás, szennyezés 50–500 km távolságig juthat, a regionális szennyezés 500–3000 km-ig, a globális szennyezés több mint 3000 km-re is eljuthat. A szennyező felhő idővel szétszóródik, a radioaktivitás egy része leomlik. Általában a lokális szennyeződés területén alakul ki a legmagasabb sugárzás. Az első kísérleti atombomba a *Trinity* nevet viselte; az Egyesült Államok Új-Mexikóban 1945. július 16-án robbantotta fel egy acéltoronyra szerelve. [1] Ezt több mint száz szabadtéri kísérleti robbantás követte az Egyesült Államokban. Az első hidrogénbombát 1954. március 1-jén a *Bikini atollon* robbantotta az Egyesült Államok. Ennek energiája az addigiak közül a legnagyobb volt, körülbelül ezerszerese a Hirosimára dobott bombáénak, és robbanása 10 millió tonna radioaktív anyaggal bevont korallzátonyt és földet emelt a füstfelhőbe.

A Szovjetunió 1949-ben végezte első kísérleti atomrobbantását a kazahsztáni Szemipalatyinszkban. Az Egyesült Királyság is végzett szabadtéri kísérleti robbantásokat 1963-ig, amikor egy korlátozott robbantástilalmi egyezményt írt alá a három ország. Ennek ellenére az egyezményt nem aláíró Franciaország és Kína további légköri kísérleti robbantásokat hajtott végre 1974-ig, illetve 1980-ig. A világon 504 nukleáris szerkezetet robbantottak 13 kiválasztott kísérleti helyszínen, összesen körülbelül 440 megatonna TNT-nek megfelelő robbanóerőben.

A természetes ^{14}C képződése

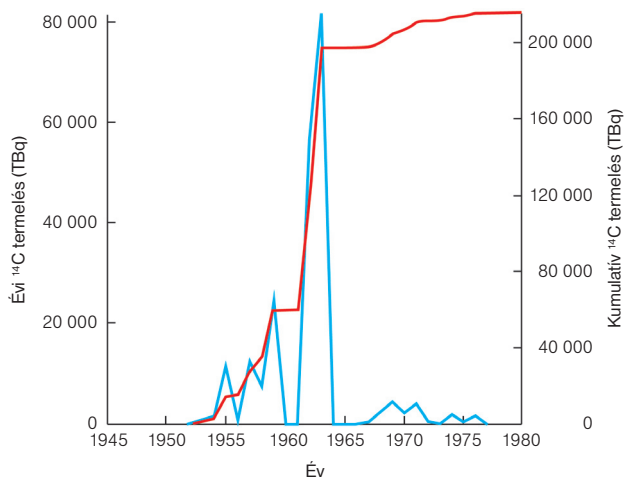
A ^{14}C a bennünket mindenünnen körülvevő szén egyetlen radioaktív izotópjá, és nagyon kis mennyiségekben jelen van a ^{12}C és ^{13}C stabil szénizotópokkal együtt minden szerves anyagban ($^{12}\text{C} = 98,9\%$; $^{13}\text{C} = 1,1\%$; $^{14}\text{C} = 1$ atom/ 10^{12} stabil atom). A ^{14}C képződését a természetben *Willard Libby* posztulálta először 1946-ban, a légkörben a kozmikus sugárzás neutronjai és a természetben jelen lévő ^{14}N -magok közötti ütközések révén keletkezik. A magreakció sebességét a természetes ^{14}C mennyisége alapján $1,0 \times 10^{15}$ Bq/év-re (ENSZ 1977) következtették, ami jó egyezésben van a kozmikus sugárzás hatásából számított $1,4 \times 10^{15}$ Bq/év-vel.¹ Képződése után a ^{14}C oxidálódik, és $^{14}\text{CO}_2$ -ként bekerül a globális szén ciklusba, mint a nem radioaktív $^{12}\text{CO}_2$ és $^{13}\text{CO}_2$. A ^{14}C -magok radioaktív bomlásakor egy elektron (β -részecske) lép ki, és stabil ^{14}N -mag képződik. Az elektronok maximális energiája 156 keV, átlagos energiája 45 keV. A ^{14}C felezési ideje 5730 ± 40 év. [2]

■ ¹ A robbantások által létrehozott radioaktív szennyezés mértéke a becquerel (Bq), ami annak a radioaktív anyagnak a mértékegysége, amelyben másodpercenként 1 atom mag bomlik el.



Szabadtéri atombomba-robbantás által képződött ^{14}C

A szabadtéri atombomba-robbantások során a ^{14}C a légkörben lévő nitrogén neutronaktiválásából képződik. Az 1980-ig kialakult, feltételezett ^{14}C -radioaktivitás $2,2\text{--}3,5 \times 10^{17}$ Bq volt. Ez átlagos, $4,0 \times 10^{14}$ Bq/Mt képzési sebességnek felel meg, de nyilvánvalóan a robbantott nukleáris szerkezet (atombomba) típusától függ, és attól is, hogy a robbanás a légkörben (például repülőgépről dobták le) vagy a talajon történt-e. Talajon végzett robbantás esetében a légkörben már jelen lévő ^{14}C -mennyiségnek csak 50%-a képződik, mivel a neutronokat befogja a talaj és víz. [3] Az **1. ábra** bemutatja az 1948 és 1980 között termelt évi és kumulált ^{14}C meny-

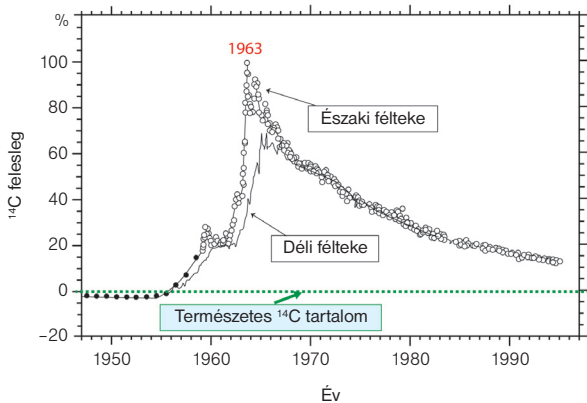


1. ábra. Nukleáris robbantások által képződött ^{14}C évi és kumulált mennyisége 1945–1980 (külföldi adatbázisból)

nyiségét. Mint látható, 1980 volt az utolsó légköri nukleáris robbantás időpontja. [3] A kísérleti nukleáris fegyverek által a légkörben létrehozott ^{14}C fajlagos aktivitások drámaian megnöttek 1963–64-ben, amikor elérték a természetes ^{14}C -érték kétszeresét. A **2. ábrán** látható adatok a ^{14}C -et tartalmazó légköri CO_2 mérésén alapulnak a déli és az északi féltekén. [4] Összességében a nukleáris fegyverkísérletek zöme az északi féltekén történt, és ez a mért ^{14}C magasabb fajlagos aktivitásában is tükröződik.

Ez alátámasztja a keveredést a két félteke esetében, kimutatva az alacsonyabb szélességi fokok közbeeső értékeit. A legnagyobb ^{14}C -mennyiséget 1963–64-ben mérték, ami azt mutatja, hogy a ^{14}C képződése a sztratoszférában történt, és azt is, hogy a troposzférával való egyensúly kialakulását késési periódus előzte meg.

2. ábra. A ^{14}C képződése légköri robbantásokban a déli és a keleti féltekén [4]



A legnagyobb fajlagos aktivitás kialakulása óta a légkör ^{14}C -tartalma csökkent a bioszférával és az óceánokkal való csere folytán.

A ^{14}C a bioszférában

A bioszféra a ^{14}C -et CO_2 formában nyeli el. Indokolt a feltételezés, hogy a bioszféra ^{14}C -tartalma ugyanaz, mint a légköré, viszont ez csak körülbelül igaz a földi növények esetében. A tengeri növények és a plankton ^{14}C -tartalma összehasonlítható az óceánéval. Visszatérve a szabadtéri atombomba-robbantásokhoz, mint említettük, a ^{14}C -et tartalmazó légszennyezés idővel lerakódik többek között a földi növényekre is. Az emberek és állatok azokat megeszik, illetve az emberek az állatokat is fogyasztva juttatják a ^{14}C -et az emberi szervezetbe.

Az emberi test széntartalma az elfogyasztott élelemből származik. Ennek megfelelően az emberi szervezetben a szénizotópok aránya az élelem eredetére utal. [5]

A ^{14}C és a DNS

Mivel a bombából származó ^{14}C általában bekerül az emberi szervezetbe, az Egyesült Államok és a Szovjetunió, de az Egyesült Királyság és Kína is az 1945 és 1980 között végzett légköri kísérleti atombomba-robbantásokkal az egész emberiséget radioaktívan jelöltté tette. Az emberi test anyagcseréje a ^{14}C -et minden sejthez eljuttatta. Ezért a DNS szénatomjai is radioaktívan jelzetté váltak. A DNS 10^{11} C-atomot tartalmaz. A ^{14}C gyenge energiájú β -sugárzó, és az emberi testbe olyan kis mennyiségben kerül, hogy az egészségi, illetve sugárveszély jelentéktelen. [6]

A robbantásból származó ^{14}C a tudományos kutatásban

A kísérleti atombomba-robbantásokból származó ^{14}C kitérő nyomjelző radioizotópnak bizonyult például a légköri és óceáni mozgások vizsgálatában [7], kriminalisztikai [8], orvosi biológiai [9–11] kutatásokban, műtárgyak kormeghatározásában [12], borhamisítás felderítésében [13]. Példaként egy orvosi biológiai kutatási eredményt röviden bemutatunk.

Zsírsejtek az emberi szervezetben

Az emberi test több milliárd zsírsejtet tartalmaz. Egy ilyen zsírsejt miniatűr zsírtároló edénynek tekinthető. Amikor mikroszkóp alatt nézünk egy zsírsejtet, látható, hogy csaknem az egész sejtet zsírcsepp tölti meg. Közismert, hogy egyes embereknek több a zsírsejtjük, mint másoknak. De mielőtt a ^{14}C -vel sejt kutatásokat végeztek, a tudomány nem tudta, hogy mennyi ideig élnek ezek a sejtek. Azt sem, hogy olyan zsírsejtmennyiséggel születünk-e, ami teljes életünkben megmarad vagy a sejtek élnek, elpusztulnak vagy sokszorozódnak.

Klinikai zsírszívásokból származó zsírsejtekben megmérték a robbantásokból származó ^{14}C mennyiségét. [10] Az eredmények azt mutatták, hogy az emberi szervezet nagyon ellenőrzötten kezeli a benne lévő zsírmennyiséget. Ha valaki szokatlanul kövér, és ezért részleges műtéti gyomoreltávolítást végeztet, annál biztos jelentős a súlyvesztés. Bizonyították, hogy ennek ellenére a test megtartja a gyomorrész eltávolítása előtti zsírsejtmennyiséget. Ha pedig a test felszed körülbelül 10–15 kg súlyt, zsírsejtjeinek mérete megnő, de a számuk nem sokszorozódik. A ^{14}C -es zsírsejtkutatások azt is kimutatták, hogy a zsírsejtek nem élnek



örökké. Akár kövér, akár sovány valaki, a szervezet zsírsajtjeinek körülbelül 10%-a megújul. Lényegében a szervezet több milliárdal növeli zsírsajtjeinek számát, hogy eleget tudjon tenni a 10%-os helyettesítési aránynak.

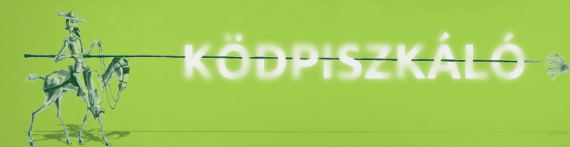
Utószó

Mint említettük, a kísérleti nukleáris robbantások zömét 1945-től 1953-ig, illetve 1980-ig végezték. A kutatások kimutatták, hogy a légkörben kísérleti atomrobbantásokból keletkezett ¹⁴C mennyisége azóta folyamatosan csökkenést mutat, és körülbelül 2050-ig teljesen eltűnik.



IRODALOM

- [1] N.-O. Bagquist, R. Fern, Nuclear explosions, 1940–1994, Defence Research Establishments, Stockholm, 2000.
- [2] H. Goodwin, Nature (1962) 195, 984.
- [3] K. R. Lassey, M. R. Manning, B. J. O'Brien, IAEA-TECDOC IAEA, Vienna, 1988, 481, 7.
- [4] Q. Hua, M. Barbetti, Radiocarbon (2004) 46, 1273.
- [5] P. N. Atwihl, Eur. Pollution (1971) 1, 249.
- [6] A. D. Sakharov, Sci. Social Security (1990) 1, 176.
- [7] Q. Hua, M. Barbetti, A. Rakowski, Radiocarbon (2013) 55, 2039.
- [8] U. Zotti, et al., Nucl. Instr. Phys. Res. B (2004) 223, 990.
- [9] K. L. Spalding et al., Cell (2013) 153, 1219.
- [10] K. L. Spalding et al., Nature (2008) 453, 783.
- [11] L. Caforio et al., Eur. Phys. J. Plus (2014) 129, 5.
- [12] D. D. Hawkness, A. Woltan Nature (1972) 240, 3020.
- [13] I. Hajdas, Carbon (2009) 59, 99.



Egy orrspray, amely (még) nem véd meg a koronavírustól

Járványos időszakban nemcsak a járvány, a vírus létét tagadók, a járványügyi intézkedéseknek ellenszegülők, hanem a betegség elleni védelmet nyújtó gyógyszerekkel alaptalanul kecsegtetők is sokat tudnak ártani. Ha ugyanis sikerül elhitetni, hogy ennek vagy annak a (gyógy)szernak a fogyasztása megvéd a megbetegedéstől, a lakosság egy része óvatlanabbá válik, és fitytyet hány az elővigyázatossági szabályokra – mindezt úgy, hogy valójában jelenleg nem tudunk olyan szerről, ami hatásosan védene a fertőződés ellen.

Pikáns helyzet, amikor egy bizonyítatlan hatású szert propagáló levél egy befolyásos tanácsadótól származik. Sajnos, az üzenet az ország számos pontjába eljutott már, mivel címzettjei az iskolaigazgatók: „Mint tudják, a Covid-19 az egész országban terjed, beleértve a kistelepüléseket is, ezért szeretném a figyelmükbe ajánlani az alábbiakat.

A gyógyszerárakban, gyógyszerkönyvileg engedélyezve megjelent egy funkcióját tekintve allergiaellenes, de bizonyítottan baktériumok és vírusok elpusztítására is alkalmas orrspray, az XXX, amelyet egy magyar cég gyárt, külföldi licenz alapján, és mivel generikus gyógyszerről van szó, elérhető áron forgalmaz. Az orrspray 4 órán keresztül biztosítja, hogy az orron keresztül ne jusson Covid-19 vírus a szervezetbe. 6 éves kor alatt nem alkalmazható!

Természetesen a maszkviselést ez nem váltja feltétlenül ki, de mindenki esetében plusz védelmet biztosít, és ami még fontosabb, hogy a 6–10 év alatti gyermekeknél, akikre nehéz ráerőltetni az iskolában a maszk többórás viselését, megkönnyíti mind a pedagógusok, mind az ő helyzetüket, feltéve, ha a pedagógus figyel arra, hogy a 4 órás időtartam után még egyszer spricceljenek az orrukba.

Nagyon kérem, tájékoztassák erről a szülőket, javasolják nekik az orrspray beszerzését, különösen, ismétlem, a 6–10 év alatti gyerekek esetében.”

A jó hír az, hogy az említett (egyébként német gyártású) gyógyszer valóban létezik. A rossz hír pedig az, hogy ez egy allergiaellenes gyógyszer, szénanátha és egész éven át tartó allergiás nátha tüneti kezelésére javasolt. Hatóanyaga, az azelasztin-hidroklorid a H₁ hisztaminreceptorokat gátolja a sejteken. A hisztamin az ún. hízósejtekben tárolódik, és allergiás reakciók esetén nagy mennyiségben felszabadul, ennek hatására gyulladás, hörgőszűkület

alakul ki. Az azelasztin a hisztamin hatását megakadályozva fejti ki allergiaellenes hatását.

A vegyület akkor került az érdeklődés középpontjába, amikor 2020 júliusában pécsi virológusok bejelentették: számítógépes modellezéssel az azelasztint potenciális vírusellenes szerként azonosították, majd az előzetes laboratóriumi tesztek megerősítették a vírusellenes hatást. Már az első bejelentésnél hangsúlyozták: a hatóanyag nem megelőzésre, hanem a már kialakult fertőzés, megbetegedés kezelésére ígéretes. Egyébként lehetséges hatásának nincs köze jelenleg már kiaknázott gyógyhatásához.

Az azelasztin lehetséges koronavírusellenes hatásáról (a szakirodalom tanúsága alapján) elsőként iraki kutatók számoltak be 2020 márciusában, amikor leírták, hogy modellezésük szerint a hatóanyag képes kapcsolódni azokhoz a proteázokhoz, amelyek szükségesek a vírus sejtbe jutásához. Ez érdekes, további kutatásokat ösztönző eredmény, de önmagában semmit nem bizonyít. Az elmúlt fél évben tanúi lehettünk annak, hogy egymás után bukott meg (vagy nem váltotta be a hozzá fűzött reményeket) számos olyan hatóanyag (pl. klorokin, hidroxiklorokin, lopinavir, ritonavir), amelyet a betegség kezelésére ígéretesnek tartottak. A számítógépes modellezés, a laboratóriumi tesztek és az embereken kimutatható gyógyhatás közötti távolság Makó–Jeruzsálem nagyságrendű. Természetesen lehet, hogy az azelasztinról sikerül igazolni, hogy hatásos a betegség ellen, de ettől még nagyon távol vagyunk.

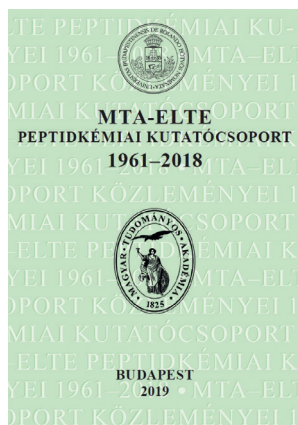
Mindezt figyelembe véve hajmeresztő, hogy egy mélyebb gyógyászati ismeretekkel nem rendelkező tanácsadó olyan levelet terjeszt, amely egy gyógyszer nem engedélyezett célú felhasználásra buzdít kisiskolások körében. Aki a levelet írta, az valószínűleg nincs tudatában annak, hogy milyen felelőtlenséget vállal a levél terjesztésével. Az ilyen levelek ugyanis önálló életre kelnek, és egyáltalán nem biztos, hogy a cáfolatot tartalmazó levél (ha lesz ilyen) eljut azokhoz, akik az ősforrást olvasták. Akik ilyen levelet írnak, azt is végiggondolhatnák, hogy a közbizalmat nem igazán építi, ha a szülők a gyermekek gyógykezeléséről az információkat az iskolaigazgatókon keresztül a tanároktól kapják meg – az ilyen információk normál esetben a szakemberek közvetítésével jutnak el az érintettekhez. A szakértelem és megfontoltság nélküli lelkesedés nem jó tanácsadó...

Csupor Dezső



Egy hatvanéves kutatócsoport

MTA-ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport, 1961–2018. Budapest, Richter Nyrt. Nyomda, 2019.



A kiadvány Magyar Anna szerkesztésében a Peptidkémiai Kutatócsoport 60 éves teljes szakmai tevékenységét: publikációit, konferencia-megjelenéseit, könyveit, könyvrészleteit, tudományos ismeretterjesztő munkáit, ezek irodalmi adatait tartalmazza. Emellett fontos adatokat tartalmaz a kutatócsoport létrejöttével kapcsolatos körülményekről, a kutatócsoport személyi állományáról, a kutatócsoport tagjai által kapott elismerésekről. A kiadványt egy DVD egészíti ki a fenti információkat részben elektronikusan adathordozón rögzítve, több felsorolt közlemény teljes szövegével együtt és a kutatócsoport 50 éves évfordulóján, 2011-ben tartott ünnepi üléséhez kapcsolódó videófelvétellel és azzal kapcsolatos egyéb anyagokkal.

A kiadvány Hudecz Ferenc akadémikus bevezető soraival indul, aki áttekinti a tartalmát és megjelenési körülményeit.

Az MTA a tanszéki kutatócsoportok megalakításának gondolatát 1959-ben, Rusznyák István elnöksége alatt vetette fel, az egyetemeken és a főiskolákon folyó kutatások fő céltámogatásának szervezeti keretként való létrehozására. Az egyes tudományterületeken az ún. tanszéki kutatócsoportok kialakítását a szakterületi osztályokra bízta. Ennek eredményeként 1961-ben az MTA Elnöksége az ország egyetemlein 9 kutatócsoportot hozott létre, a kémiában ezek egyike volt a Polipeptid Kémiai Kutatócsoport (mai nevén MTA-ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport). Első vezetője Bruckner Győző akadémikus egyetemi tanár volt. Őt követte Kucsman Árpád, Medzihradzsky Kálmán, Hudecz Ferenc, ma pedig, 2017 óta, Mező Gábor tudományos tanácsadó vezeti. Mindig is nagy létszámú kutatócsoport volt, kiterjedt hazai és nemzetközi kapcsolatokkal, amit szemléltet a bevezetőben példaképpen említett néhány nemzetközi együttműködési projekt, illetve a kutatócsoport tagjai által elnyert hazai és nemzetközi díjak és elismerések hosszú sora.

A kutatócsoport az utánpótlás-nevelésből is kivette a részét, diákkörösök, szakdolgozók, doktoranduszok egész hada sajátította el a kutatómunka alapjait a csoportban; ezt jól mutatja a kiadványban felsorolt értekezéseik listája. A munka eredményességét mutatja a kutatócsoportban készült 5 MTA doktora-, 10 kandidátusi és 56 egyetemi doktori/PhD-értekezés is.

A csoport szerteágazó kutatási tevékenységéről némi képet nyerhetünk a DVD-n lévő jubileumi ülés előadóinak ppt-prezentációiból. Ígérgetünk van arra, hogy fennállásának 60. évi jubileuma alkalmából a csoport áttekintő szakmai beszámolóval jelentkezik lapunkban.

A kiadvány a kutatócsoport eredményeinek pontos, adatszerű információjával szolgál a tudományterület iránt érdeklődőknek. Pótolhatatlan összeállítás.

A kiadvány terjesztésre nem kerül. Hozzáférhető a kutatócsoport honlapján, az MTA Könyvtárában, a Szabó Ervin Könyvtárban és a nagyobb hazai egyetemek könyvtáraiban.

Kiss Tamás

A víztechnológia új lehetőségei

A membránok szerepe a korszerű víztechnológiákban (szerk. Béla Finé Bakó K.), Pannon Egyetemi Kiadó, Veszprém, 2020.

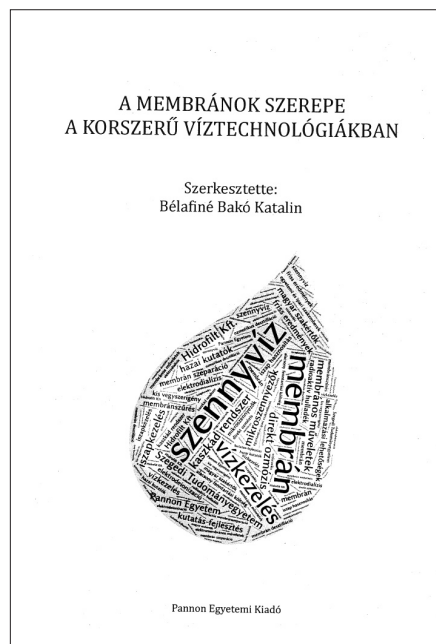
Lapunk 2017. szeptemberi számában a *Biohidrogén*, a 2018. januárban pedig a *Mikrobiális üzemanyagcellák* című könyvről jelent meg ismertetés. Mindkettőt Béla Finé, a veszprémi Pannon Egyetem Biomérnöki, Membrántechnológiai és Energetikai Kutatóintézet intézetvezető egyetemi tanára szerkesztette. Az ő szerkesztői munkáját dicséri a most megjelent, *A membránok szerepe a korszerű víztechnológiákban* című könyv is, melyben a széles kutatási spektrumú kutatóintézet diszciplínái közül ezúttal a membrántechnológia alkalmazása került előtérbe. A 12 fejezetből álló, kiemelkedő igényességgel szerkesztett mű megírásában a veszprémi kutatók mellett nemcsak a Szegedi Tudományegyetem munkatársai vettek részt, hanem neves hazai kutató-fejlesztő bázisok képviselői is közkinccsé tették ismereteiket.

A víztechnológia jelentőségét manapság nehéz lenne túlhangsúlyozni. Elegendő megemlíteni azt, hogy becslések szerint a „víz-business” manapság az olajénak már körülbelül a felét teszi ki. S ahhoz, hogy a víz a használat után újra rendelkezésre álljon, fontos szerepük van a membránszeparációs eljárásoknak, melyek ismert kedvező tulajdonságaik miatt (kis vegyszerigény és energiafelhasználás, moduláris kivitel, alacsony szervíz költség stb.) versenyképes alternatívát képviselnek e területen is.

A könyv első fejezetei ismertetik a különböző eljárások (ozmotikus és membránszűrés, direkt ozmózis, elektrodialízis) elméleti alapjait, kombinálási lehetőségeiket, és egy-egy példán szemléltetik az alkalmazásukat. A könyv második fele széles érdeklődési kört érintő, gyakorlati feladatok tudományos igényű feldolgozása. Ilyen például a radioaktív hulladékok víztelenítése, az iszapkezelési és hasznosítási módszerek vagy a vibrációs membránszeparációs eljárás alkalmazása a szennyvíztisztításban. Komoly érdeklődésre tarthatnak számot a kombinált eljárások: az oxidációs eljárásokkal kombinált membránszűrés, valamint mikroszennyezők (pl. gyógyszermaradványok, peszticidek) eltávolítása az adszorpció és a membrántechnika kombinációjával.

A könyvet jó szívvel ajánlom a témával foglalkozó egyetemi hallgatók mellett a kutatás-fejlesztésben érdekelt szakembereknek, akik egy adott feladat megoldására alternatívát keresnek. Távlatosabb szakterületek képviselői is haszonnal forgathatják, mert a nyelvezete közérthető, és a probléma felvetésétől a lehetséges megoldások áttekintésén keresztül a megoldásig vezető út megtalálása más feladatoknál is például szolgálhat.

Gubicza László





Elhunyt Rácz László, az Eszterházy Károly Egyetem professor emeritusa

Nagy veszteség érte a hazai kémikustársadalmat: 2020. november 17-én, 75 éves korában váratlanul elhunyt Rácz László egyetemi tanár, az egri kémiai oktatás-kutatás kimagasló egyénisége. Tösgyökeres egri család tagjaként egész életében hű maradt szülővárosához, konzervatív, lokálpatrióta családi hagyományaihoz. Az Eszterházy Károly Egyetem jogelődjében végezte főiskolai tanulmányait 1964 és 1968 között matematika-kémia szakon. A diploma megszerzése után 1968-tól egészen haláláig az alma mater főiskolája, majd egyeteme tanárként dolgozott. Az oktatás és a kutatás volt a lételeme, professor emeritusként is példamutató oktatómunkájával, hallgatók iránti kimagasló szeretetével tűnt ki. 1978-ban a Kossuth Lajos Tudományegyetemen szerzett egyetemi doktori címet „Forró üregkatód sugárforrások fejlesztése és színkép-analitikai alkalmazása” dolgozatával. 1998-ban védte meg PhD-értekezését. Címe: „Makro- és mikroelemek felszívódása a talajból és azok hatása néhány természet gombafajtára”.

Kiváló külföldi kutatási együttműködési keretében 2001-ben a beszercebányai Bél Mátyás Egyetemen habilitációs fokozatot szerzett a Környezetkémiai Doktori Iskolában, „Makro- és mikroelemek talajból természet csiperkegombába való jutásának analitikai vizsgálata” című disszertációjával. 2002-ben a pozsonyi Szlovák Műszaki Egyetemen egyetemi tanári címet kapott „A környezeti nevelés lehetősége a kémiaoktatásban – különös tekintettel az élelmiszerral táplálékláncba kerülő nyomelemekről. – Möglichkeiten von Umwelterziehung im Chemieunterricht – mit besonderer Rücksicht auf die mit Lebensmitteln in die Nahrungskette geratenden Spurenelemente” munkájával. 2003-ban a Veszprémi Egyetemen a Fizikai Kémia és Analitika Doktori Iskolában újra habilitált „Nyomelemmigráció vizsgálata talaj- és természet csiperkegomba között” című értekezésével.

Kutatómunkájában tehetsége az élelmiszer-analitika területén teljesedett ki. Ősei nyomdokait követve egész életében foglalkozott borkészítéssel. A borászati technológiák mellett a borászati kémia, borászati analitika iránt is komolyan érdeklődött. Számára a hallgatók és a szakma iránti szeretete volt meghatározó az oktatómunkában. Az egri egyetemen iskolaalapító jelentőségű tevékenységet folytatott. Megalapozta a borászati felsőfokú oktatást az egri borvidéken. 1980-tól tagja volt a Magyar Kémikusok Egyesületének, 2003–2015 között a Heves megyei csoport elnöke, 2007–2019 között a Felügyelőbizottság tagja. Elért eredményeit elismerve, 2014-ben Preisich Miklós-díjjal tüntették ki.



Rácz tanár úrnak köszönhető, hogy Egerben a vegyész BSc-szak az országban egyedülálló borász-analitikus szakiránnyal választható. Az egri egyetemen ötletgazdája és megalapítója volt a több mint 20 éven át sikeres bortechnológus felsőfokú szakképzésnek. Az ő munkássága alapozta meg a ma is magas színvonalon folyó borászati képzéseket. Borkultúra-kurzusának leképezéseként jelent meg 2016-ban a Cs. Varga István irodalomtörténész professzorral közösen írt könyve, a *Borkultúra kettős tükörben*. Ebben Rácz tanár úr egyedülálló módon ötvözi a borkultúra analitikai kémiai és irodalmi vonatkozásait.

19 éven át vezette az egri egyetem Kémiai Tanszékét. A magas színvonalú kémiatanár-képzés mellett mindig is elkötelezett híve volt a diszciplináris képzések indításának. Részt vett számos szakindítási anyag elkészítésében, az elmúlt hónapokban az élelmiszervegyész mesterképzési szak akkreditációs anyagának előkészítésében, melynek benyújtását már nem érthette meg.

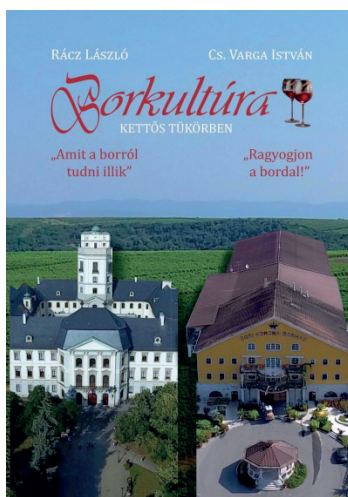
Rácz professzor úr elkötelezettségének köszönhető, hogy 2004 óta az egri Eszterházy Károly Egyetem Kémiai Tanszéke szervezi és bonyolítja le évről évre a Hevesy György Általános Iskolai Kémiaverseny országos döntőjét.

Teljes életműjében hűség volt szülőhelyéhez, családi hagyományaihoz, egyeteméhez, tanítványaihoz. Egész életében a családja mellett az egri egyetem jobba tétele lebegett a szeme előtt. Nemcsak kollégái, hanem hallgatói is szerették és tisztelték. Azért munkálkodott, hogy a teljes életműjébe mintaként szolgáljon munkatársai és tanítványai számára! Igen nyugodt, higgadt, toleráns, értékorientált ember volt. Mindenben és mindenkihez a pozitív értéket kereste és erősítette. Mindenkire barátságosan közelített. Számára igazi öröm volt, amikor ajándékozni tudott valami szépet és jót a közösségnek.

Egész életére és munkásságára jellemző önvalomásából idézek: „Vallo, hogy az oktató-, nevelő-, kutatómunkát csak őszinte szeretettel lehet és kell csinálni. Számomra az oktatás mindig élvezetes és nem fáradtság. Hálával tartozom az egri intézménynek, hogy mint diákja és több mint 50 évig dolgozója kiteljesedhettem munkámban a Kémia Tanszéken. Több ezer diákkal találkoztam a tanítási folyamatban. A tanár-diák, oktatási-nevelési kölcsönhatás reverzibilitásának bizonyítékeként álljon itt az egyik informatikus hallgatóm gondolata, melyet pontosan úgy idézek, ahogy ő leírta: *Senki sem a csúcson kezd, mindenki, aki valamit el akar érni, a legmélyebb pontról építkezve éri el. Ehhez pedig az szükséges, hogy nem szabad feladni, küzdeni kell, majd aztán ha meglesz a gyümölcse, akkor döbber rá az ember, hogy mennyire megérte.*”

Tisztelt Professzor Úr, kedves László barátom! Kosztolányi szavaival búcsúzom tőled: „Volt emberek. Ha nincsenek is, vannak még. Csodák. Nem téve semmit, nem akarva semmit, hatnak tovább.”

Csutorás Csaba





Próder István

■ Várpalota, Vegyészet Múzeum

Magyar vonatkozású kémia- és vegyipartörténeti évfordulók

5 éve

2016-ban a Béres Gyógyszergyár Szolnokon megkezdte új üzemének kialakítását. Az új gyárreszleget 2018. szept. 25-én avatták fel. A beruházás célja a kutatási-fejlesztési bázis, a minőségellenőrzési laboratórium bővítése és az új termékek előállításához új gyárterület létrehozása volt.

2016. márc. 16-ától az Amerikai Egyesült Államok gyógyszerértékesítési forgalomba került a Vraylar, egy cariprazine hatóanyagot tartalmazó új antipszichotikum, amelyet a Richter Gedeon Nyrt. kutatói fedeztek fel, és Magyarországon indult az anyag gyógyszerre fejlesztése. A gyógyszer forgalmazását az Egyesült Államok Élelmiszer- és Gyógyszerügyi Hivatala (FDA) engedélyezte felnőtt betegeknek az I. típusú bipoláris betegséghez társuló mániás vagy kevert epizódok és a skizofrénia kezelésére.

2016-ban Irinyi-terv néven új magyar iparstratégiát jelentettek be, amely szerint az ipar fokozottan támaszkodik a tudásra, a kutatás-fejlesztésre, a felsőoktatásra és a szakoktatásra.

2016-tól az agárképzés és kutatás fejlesztésére a Budapesti Corvinus Egyetem három budai kara (az élelmiszer, a kertészettudomány kar és a tájépítészeti, településfejlesztési kar) a Szent István Egyetemhez került.

2016-ban a Richter Gedeon Nyrt. az egészség kategóriában társadalmi felelősségvállalási díjat (Corporate Social Responsibility, CSR) nyert el.

2016-ban az Egis Gyógyszergyár budapesti telephelyén (Keresztúri út) új, nagy kapacitású gyártósort helyeztek üzembe. Ez a fejlesztés a hatóanyaggyártás korszerűsítésének első szakaszát jelentette, amely automatizált folyamatirányítási rendszerrel, alacsonyabb energiafogyasztással, kevesebb szén-dioxid-kibocsátással többfajta anyag előállítására volt alkalmas. A beruházás második gyártósorát 2017-ben indították meg.

2016 májusában került piacra az Egyesült Államokban az Egis Gyógyszergyár kolesterincsökkentésre használt rozuvasztatin gyógyszerkészítménye.

2016-tól a Tiszai Vegyi Kombinát Nyrt. Mol Petrolkémia Zrt. néven folytatja működését.

2016-ban a Richter Gedeon Nyrt. nőgyógyászati üzletágának bővítéséhez felvásárolta a svájci székhelyű Finox Holding biotechnológiai vállalatot.

2016-ban a Mol Nyrt. lezárta az Agip felvásárlását Magyarországon és a régióban. Magyarországon 173, régiós szinten 450 töltőállomás került a Molhoz.

2016. aug. 28. és szept. 1. között az ELTE Kongresszusi Központjában 380 résztvevővel rendezték meg a bioszervetlen kémikusok európai konferenciáját.

2016-ban a BorsodChem Zrt.-nél (ma: Wanhua-BorsodChem) megindították a sósavkonverziós üzemet.

2016. jan. 17-én hunyt el Szántay Csaba Állami és Széchenyi-díjas vegyészmérnök, egyetemi tanár, az MTA rendes tagja. 1950-

ben kezdte oktató- és kutatómunkáját a BME Szerves Kémia Tanszékén. 1967-ben lett egyetemi tanár, 1978–1994 között tanszékvezető. Tudományos kutatásait a biológiailag aktív természetes szerves anyagok szintézise területén végezte. Magyarországon kívül 1964-ben Franciaországban a Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) kutatóközpontban, majd 1965–66-ban az Egyesült Államokban, a New York-i Állami Egyetemen dolgozott. 1976-tól megszervezte, majd vezette az MTA Központi Kémiai Kutatóintézet természetes szerves anyagok szintézisével foglalkozó osztályát. Elnöke volt a Magyar Feltalálók Egyesületének.

2016. márc. 1-jén hunyt el Rabó Gyula vegyészmérnök, a Varga József által alapított Nagynyomású Kísérleti Intézet (NAKI) igazgatóhelyettese, később az Union Carbide, majd az Universal Oil Products (UOP LLC) katalitikus igazgatója. 1988-tól utóbbi vállalat tudományos tanácsadója. Nehézolajok krak-

kolási eljárásaival, majd zeolitkatalizátorok kutatásával, fejlesztésével és kőolajipari felhasználásával foglalkozott. Kutatta a zeolitkatalizátorok alkalmazásakor végbemenő reakciók mechanizmusát.

2016. ápr. 14-én hunyt el Lakatosné Györi Katalin könnyűipari mérnök, a Textilipari Műszaki és Tudományos Egyesület (TMTE) szervezőtitkára, majd ügyvezető főtitkára. Az egyesület gazdálkodásának felügyelete, hazai és nemzetközi konferenciák szervezése, egyesületi kiadványok megjelentetése jelentette fő működési területét. Emellett a Textilmúzeum Alapítvány kurátoraként is tevékenykedett és eredményes résztvevője volt a szakterület hazai és európai uniós fejlesztési projektjeinek.

2016-ban hunyt el Billes Ferenc vegyészmérnök, a BME Fizikai Kémia Tanszékének docense, egyetemi magántanár. Tanszék-egyesítés után a BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszékének munkájában vett részt. Termodinamikai kutatásokkal kezdte pályáját, majd fő területe a rezgési spektroszkópia lett. Ennek során a rezgési színeképek kvantummechanikai számításokkal segített értékelésével foglalkozott. 30 éven át irányította a BME Fizikai Kémiai Tanszék Spektroszkópia Csoportját. Számos szakmai konferencia szervezésében működött közre, 60 éven át vett részt az egyetemi oktatásban

2016. május 29-én hunyt el Katona Tamás vegyész, a szegedi Conti Tech Rubber In-



RABÓ GYULA



SZÁNTAY CSABA



dustrial Kft. ügyvezetője. 1987-ben szerzett diplomája után a Szegei Tudományegyetem Szerves Kémia Tanszékének munkatársa, közben két évig a kaliforniai Berkeley Egyetem vendégkutatója. Mielőtt a Conti Tech Rubberhez került, Mol Szegei Bányászati Üzemében és a Hanna Instruments Hungary Kft.-nél dolgozott. Modern technológiák bevezetésével segítette a Conti Tech Rubber fejlődését, amelynek több terméke piacvezető lett.

2016. aug. 31-én hunyt el **Fekete Jenő** vegyész-mérnök, a BME professzora, Erdey László-díjas. Közel négy évtizeden át volt a kromatográfia elismert kutatója. Hazai oktatómunkája mellett az Amszterdami Egyetemen és a Münchener National Centerben is dolgozott.

2016. szept. 8-án hunyt el **Fejes Pál** fizikokémikus, alkalmazott matematikus, egyetemi tanár, az MTA Műszaki Kémiai Komplex Bizottság tagja. A Veszprémi Vegyipari Egyetemen végzett 1953-ban. Az MTA Központi Kémiai Kutatóintézetében a Katalízis Osztályt, majd az MTA Izotóp Intézetének Izotóppalkalmazási Osztályát vezette. 1970-től a Szegei Tudományegyetem Radiokémia Tanszékét, majd 1971-től az Alkalmazott Kémiai Tanszékét is vezette. Fontos eredményeket ért el a gázkromatográfiában, valamint az adszorpció-, a heterogén katalízis- és a reakciókinetikai kutatások területén.

2016. szept. 22-én hunyt el **Hollósi Miklós** szerves kémikus, egyetemi tanár, az MTA



HOLLÓSI MIKLÓS

rendes tagja. Az ELTE Szerves Kémiai Tanszékén dolgozott, 1993–2006 között tanszékvezetőként. Kutatási területe a peptidkémia és a kiroptikai spektroszkópia volt. Kutatói ösztöndíjas volt a heidelbergi Max Planck-intézetben, vendégkutató és vendégprofesszor az Egyesült Államokban, a Brandeis Egyetemen és a Wistar Intézetben. Vizsgálta az Alzheimer-kór szerkezeti biokémiai vonatkozásait.

2016. dec. 17-én hunyt el **Gál Miklós** vegyész, az ELTE Kémiai Intézetének tudományos főmunkatársa. Az ELTE Fizikai Kémiai és Radiológiai Tanszékén, az MTA Izotóp Intézetében és az ELTE Általános és Szervetlen Kémiai Tanszékén dolgozott. Kutatási eredményei többek között a Fourier-transzformációs infravörös spektroszkópiái, a lézer Raman-spektroszkópiái vizsgálatokhoz, a magas hőmérsékletű szupravezetők kémiajának kutatásához kapcsolódnak.

10 éve

2011-et az ENSZ Közgyűlés 63. ülészaka 2008. december 30-án, Etiópia előterjesz-

tésére, az A/RES/63/209 számú határozattal a Kémia Nemzetközi Événé (International Year of Chemistry) jelölte.

2011 szeptemberében nyitották meg a Lafarge SA és a Strabag St. képviselői Királyegyházán (Baranya megye) Európa legmodernebb cementgyárát (Lafarge Cement Magyarország). A legszigorúbb környezetvédelmi feltételeknek is megfelelő gyár évi 1 millió tonna cementet állít elő.

2011. szept. 30-án a BorsodChem Zrt., (ma: Wanhua BorsodChem) felavatta új TDI-üzemét Kazincbarcikán. A TDI (toluol-dizocianát) a poliuretán-gyártás fontos kiindulási anyaga. A vegyipari nagyvállalat 200 millió euró értékű beruházásával Európa vezető TDI-gyártói közé került.

2011. okt. 21-én Berlinben megalakult a Science Europe, az új európai tudományos kutatási szervezet. Az Európai Unió új szervezetének székhelye Brüsszelben van, célja a tudomány megalapozó értékeinek gazdasági, társadalmi, politikai érvényesítése.

2011. nov. 10-én Magyarországon egyedülálló, de a világon is az élvonalba tartozó gyógyszervizsgáló, úgynevezett pharमतom laboratóriumot adtak át Debrecenben, a Magyar Tudományos Akadémia Atommag-



ATOMKI

kutató Intézetében (Atomki). A pharमतom programot, amelynek elsődleges célja a gyógyszerek biztonságosságának fokozása, 250 millió forint európai uniós és hazai társfinanszírozással, ugyanennyi önrész hozzáadásával valósította meg az Atomki, a Debreceni Egyetem, a Richter Gedeon Nyrt., a Huniko Kft., a Pharmapolis Debrecen Kft. és a Cívus Gyógyszer technológiai Kft. részvételével létrejött projektég, a Pharmatom Hungária Kft.

2011-ben az IUPAC két új „szupernehéz” elemet véglegesített a Mengyelejev-féle periódusos rendszerben. Ezek a 110-es rendszámú darmstadtium és a 111-es rendszámú röntgenium, míg a 112-es rendszámú koperníciumot már 2010-ben beillesztették a kémiai elemek sorába.

2011. márc. 4-én hunyt el **Bodor Endre** egyetemi tanár, a Veszprémi Egyetem (ma: Pannon Egyetem) Általános és Szervetlen Kémia Tanszékének tanszékvezető professzora. A József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vegyész-mérnöki Karán kezdte pályáját. Az aszkorbimetria, majd a polarográfia területén végzett kutatásokat. 1954-ben került Veszprémbe.

Az 1960-as években kiadott jegyzetei, majd „Szervetlen kémia” könyve a magyar egyetemi oktatás első, korszerű kvantum-kémiai szemléletű tankönyvei voltak.

2011-ben hunyt el **Kovács Lajos**, Állami-díjas vegyész-mérnök. Létrehozta a festékipari tanácsadó és vevőszolgálatot. Megszervezője volt a korszerű magyar festékipari kutatásnak, megalakította az MKE Lakk és Festékipari Szakosztályát, szerkesztette a Lakk és Festékipari Zsebkönyvet.

2011. okt. 9-én hunyt el **Hermecz István** vegyész-mérnök, az MTA levelező tagja. A Chinoinban a gyógyszerkutatás területén dolgozott, kezdetben laborvezetőként, majd kutatási igazgatóként. Számos hatóanyag (antibiotikumok, alkaloidok, fájdalomcsillapítók) kialakításával, prosztaglandin-termékek kifejlesztésével foglalkozott. Kutatta az új kémiai módszerek alkalmazásának lehetőségét, együttműködött tudományos intézményekkel, egyetemekkel. Megalapította az MTA Gyógyszerkémiai és Gyógyszer technológiai Munkabizottságát. Több mint 340 közleménye jelent meg nemzetközi folyóiratokban, szabadalmi bejelentéseinek száma: 130.

2011. aug. 25-én hunyt el **Nyitrai József** vegyész-mérnök, a BME Szerves Kémiai és Technológiai Tanszékének egyetemi tanára. Szakterülete: heterociklusos vegyületek kémiaja, N-heterociklusok fotokémiaja, béta-laktámok kémiaja. Társ szerzője volt a „Kémiai elnevezés és helyesírás alapjai” című könyvnek. Az MKE-ben elnöke volt a Nemzetközi Kapcsolatok Bizottságának.

2011. szept. 11-én hunyt el **József Gábor** vegyész-mérnök, a Tiszai Finomító létrehozója, a Mol Rt. (ma: Mol Nyrt.) nyugalmazott ügyvezető igazgatója. A Komáromi Kőolajipari Vállalatnál kezdett dolgozni üzemvezetőként, majd gyáregységvezető-helyettesként. 1970-től a Tiszai Kőolajipari Vállalat beruházásának irányítója; biztosította a fejlesztések műszaki feltételeit. 1985-ben az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt (OKGT) műszaki vezérigazgató-helyettese, majd a Mol létrejöttével annak ügyvezető igazgatója. A Mol nemzetközi kapcsolatainak kiépítésén, fejlesztésén dolgozott. Elnöke volt az MKE Ásványolaj- és Petrolkémiai Szakosztályának és tagja az MTA Energiapolitikai Szakértői Bizottságának.

2011 szeptemberében hunyt el **Gorondy Novák Zsuzsa** vegyész-mérnök, gumiipari szakértő. A Taurus Gumiipari Vállalatnál, majd jogutódjánál, a Michelin Hungária Kft.-nél dolgozott. Import gumiipari anyagok helyettesítésével, gyártásuk megszervezésével foglalkozott. Ellátta az Inter Rubber Kft. képviselőt, segítette az MKE Gumiipari Szakosztályának működését.

2011. dec. 31-én hunyt el **Vértes Attila** vegyész-mérnök, az MTA rendes tagja. Bevezette a „Magkémia” tárgy oktatását az



VÉRTES ÁTILKA

egyetemen. *Kiss István*-nal írott „Magkémia” könyve külföldön Nuclear Chemistry címen jelent meg. A témakörben és a Mössbauer-spektroszkópia területén számos könyve és publikációja jelent meg. Az ELTE TTK Fizikai Kémiai Tanszékén Magkémiai Laboratóriumot hozott létre, amely később külön tanszékké alakult. Elnöke volt az MTA Kémiai Osztálya Radiokémiai Bizottságának. Széchenyi-díjjal és George Hevesy Medal kitüntetéssel ismerték el munkáját.

15 éve

2006 januárjában a Magyar Alumínium Rt. (ma: Inotal Alumíniumfeldolgozó Zrt.) le-



NOTAL ZRT.

állította Inotán az alumíniumtermelést. Elődje, az Inotai Alumíniumkohó 1952. augusztus 18-án lépett termelésbe. Várpalota környékének ipari fejlődéséhez a szénbányászat és a pétfürdői műtrágyagyártás mellett az alumíniumgyártás is hozzájárult. A kohó leállítása után az alumínium félgyártmány előállítását folytatódott vásárolt kohóaluminium és alumíniumhuladékok feldolgozásával.

2006 júniusában a nyergesújfalui Zoltek Zrt.-nél új üzemszarnokot adtak át, ahol amerikai technológiával a világ legnagyobb szénszálgyártó kapacitását alakították ki.

2006. július 1-jétől a BME Vegyész-mérnöki Karának elnevezése Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vegyész-mérnöki és Biomérnöki Karára változott. A kar szervezeti felépítése is változott, tíz szervezeti egységből összevonásokkal öt új tanszék alakult.

2006 novemberében kísérleti biogáztermelő berendezést avattak Kaposváron a Magyar Cukor Zrt. gyárában. Az országban először próbálták ki ipari körülmények között, hogy a cukorgyári melléktermékekből hogyan lehet biogázt kinyerni és környezetbarát technológiával energiamegtakarítást elérni.

2006 novemberében megkezdődött a Borsod-Abaúj-Zemplén megyei Sajóhábonyparkban lévő ÉMV Észak-magyarországi Vegyiművek Kft. felszámolása. Az ÉMV termelése 2006 nyarán állt le. Területén alakult 2008-ban a Kischchemicals Gyártó és Kereskedelmi Kft. A vállalat fosz-

génbázisú intermediereket, növényvédőszeret gyárt.

2006. jan. 18-án hunyt el *Orbán István* vegyész-mérnök, az Egis Gyógyszergyár vezérigazgatója, a BME címzetes egyetemi tanára. Az Egis Gyógyszergyár és jogelődje az EGYT Gyógyszervegyészeti Gyár volt egyetlen munkahelye, ahol 42 éven át dolgozott, 1982-től vezérigazgatóként. Vezetésével a vállalat fejlett gyógyszeripari termelő- és kutatóbázissá vált. Irányítása alatt az Egis az elsők között alakult át részvénytársasággá. A társaság privatizációja az ő elképzelései alapján valósult meg 1995-ben, amikor a francia Servier cég a részvények 50,9 százalékát megvásárolta.

2006. máj. 21-én hunyt el *Szabadvány Ferenc* vegyész-mérnök, az MTA rendes tagja, az Országos Műszaki Múzeum nyugalmazott főigazgatója, hazai és nemzetközi tudományos szervezetek alapítója, a tudomány- és technikatörténeti kutatások, a műszaki muzeológia kiemelkedő személyisége. Egyetemi tanulmányait a Műegyetemen kezdte, 1944-ben a Németországba telepített hallgatókkal együtt átélte a drezdai bombázást, majd 1946-ban kapta meg vegyész-mérnöki oklevelét. Először a családja tulajdonában levő gyárban kezdett dolgozni, majd a BME Általános Kémiai Tanszékének oktatója lett. Analitikai kémiai vizsgálatai után érdeklődése a kémia történeti kutatások felé fordult. Tudományos alaposítással és olvasmányos stílusban írta meg „Az analitikai kémia története” címmel művét, majd további húsz könyvét, közöttük a *Szőkefalvi-Nagy Zoltánnal* közösen írt „A kémia története Magyarországon” című könyvet. Közel 400 tudományos közleménye, élvezetes előadásai mind itthon, mind külföldön nagy elismerést szereztek számára. A várpalotai Vegyészeti Múzeum indításakor meghatározó szerepe volt a kutatómunka kialakításában, a főbb gyűjtési irányok kijelölésében. Munkásságát Széchenyi-díjjal, az Egyesült Államokban Dexter-díjjal, az Európai Kémikusok Egyesületek Szövetsége FECS-díjával ismerték el.

2006. aug. 5-én hunyt el *Réffy József* vegyész-mérnök, egyetemi tanár, a BME Szervetlen Kémia Tanszékének tanszékvezető professzora. Az elemorganikus vegyületek szerkezetvizsgálatával foglalkozott. Színvonalas és közérthető előadásai alapján az egyetem legkiválóbb oktatói között tartották számon. Tanszékvezetői munkája mellett volt dékánhelyettes, rektorhelyettes. Vezette az Oktatási Minisztérium Felsőoktatási Főosztályát. Elnöke volt az MTA Szervetlen és Kovalens Vegyületek Munkabizottságának, dolgozott az Európai Vegyész-mérnök Szövetség Oktatási Bizottságában.

2006. aug. 15-én hunyt el *Varga Edit* vegyész, a Richter Gedeon Nyrt. nyugalmazott vezérigazgatója. Vezetése alatt a gyár jelen-

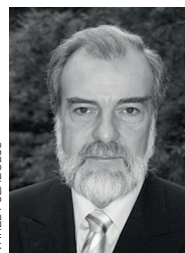


VARGA EDIT

tős növekedése ment végbe, új gyártásprofilok alakultak ki, létrejött a vállalat dorogi gyáregysége. Folyamatosan bővült a termékpaletta, fejlődött a kutatási tevékenység, szélesedtek a vállalat nemzetközi kapcsolatai. Munkásságáért Eötvös és Állami Díjban részesült.

2006. aug. 19-én hunyt el *Gegus Ernő* vegyész-mérnök, címzetes egyetemi tanár. 1951–58 között az BME-n optikai emissziós színképelemzéssel foglalkozott, majd 1959-től 1974-ig a Vasipari Kutató Intézet Színképelemző Laboratóriumát vezette. Kiemelkedő eredményeket ért el a vas- és acéletalonok gyártásához szükséges homogenitási- és elemanalitikai vizsgálatok kifejlesztésében. 1974–86 között a Veszprémi Vegyipari Egyetem (Pannon Egyetem) Analitikai Kémia Tanszékén működő akadémiai kutatócsoport tagjaként dolgozott. A régészeti leletek vizsgálata kutatásainak meghatározó részét alkotta.

2006. okt. 30-án hunyt el *Nyiredy Szabolcs* akadémikus, a Gyógynövénykutató Intézet Rt. elnök-igazgatója. A Semmelweis Orvostudományi Egyetemen



NYIREDY SZABOLCS

1975-ben kapta meg gyógyszerész diplomáját. A SOTE Gyógyszerészeti Intézetben végzett munkája után 1983-tól 8 évet töltött Svájcban, a zürichi Gyógyszerészeti Intézetben. 1990-ben vette át a Gyógynövénykutató Intézet vezetését. Vezetése alatt az intézet a hazai elválasztástudomány, a kromatográfia legeredményesebb műhelyévé vált. Öt könyve, huszonekét könyvfejezete több mint 130 tudományos dolgozata mellett közel harminc szabadalmát fogadták el. Számos szakmai folyóirat főszerkesztője, szerkesztőbizottsági tagja volt, közöttük főszerkesztője a Journal of Planar Chromatography – Modern TLC lapnak.

2006. nov. 22-én hunyt el *Pillich Lajos* rubindiplomás vegyész-mérnök, a Richter Gedeon Nyrt. örökös tiszteletbeli elnöke. Pályafutást *Richter Gedeon* alkalmazottjaként analitikusként kezdte, majd üzemvezetőként, 1942–1976 között műszaki igazgatóként dolgozott. 1990-től 1999-ig a Társaság elnökeként tevékenykedett. 1999-től haláláig a részvénytársaság tiszteletbeli el-



PILICH LAJOS TÁBOROZÓ DIÁKOKKAL



nöke. Hetven éven át fáradszórólansul mun-
kálkodott a gyógyszergyár érdekében. Te-
vékenysége meghatározó volt a vállalat és
a magyar gyógyszeripar fejlesztésében. Az
1970-es évekre a Richter Gedeon Gyógy-
szergyár nemzetközi szinten is jelentős
nagyüzemmé fejlődött. Az 1990-ben újra
részvénytársasággá alakult gyár *Pillich
Lajos* elnökségével sikeresen működött pi-
acgazdasági körülmények között, és a ma-
gyar gyógyszergyárak közül egyedül tar-
totta meg önállóságát. Munkája, elfoglalt-
sága mellett mindig támogatta azokat a
kezdeményezéseket (diáktáborok, nyári
foglalkozások), amelyek hozzájárultak a
fiatalok képzéséhez, oktatásához.

2006-ban hunyt el *Szakács Ottó* vegyész, ana-
litikus, az ELTE Szeretlen és Analitikai
Kémiai Tanszékének oktatója. Meghatározó
része volt az egyetem műszeres anali-
tikai kémiai laboratóriumának felszerel-
ésében, tematikájának kidolgozásában. Az
optikai emissziós színképelemzés terüle-
ten végzett kutatásokat, majd az atomab-
szorpciós mérés technikában láng- és gra-
fitkemencés atomizáción alapuló módsze-
reket dolgozott ki.

20 éve

2001 februárjában a Magyar Mérnöki Ka-
mara Vegyész-mérnöki Tagozata *Péceli Bé-
la-díjat* alapított. *Péceli Béla* (1921–2000)
kiemelkedő munkát végzett a korszerű
hazai kőolajfeldolgozó ipar megteremté-
sében, működtetésében és távlati fejleszté-
si terveinek kialakításában.

2001. április 12-én nyitották meg a Richter
Múzeumot a vállalat alapításának 100. év-
fordulója alkalmával rendezett ünnepség-
sorozat kezdeteként.

2001. máj. 3-án adták át a Sanofi-Synthelabo-
hoz (ma: Sanofi-aventis) tartozó Chinoi új
kémiai kutatási épületét. A térség leg-
korszerűbb kémiai kutatási központjában
új hatóanyagok kutatásával, preklinikai
vizsgálatokkal és termékfejlesztéssel fog-
lalkoznak.

2001. jún. 1-jén avatták fel Kazincbarcán
Magyarország első projektfinanszírozású
ipari erőművét. Az 1998-ban megalapított
projekt-társaság tagjai: a BorsodChem Erő-
mű Kft., az áramszolgáltató ÉMASZ Rt. és
a gázszolgáltató Mol Rt.

2001. aug. 2-án a BorsodChem Rt.-nél (Wan-
hua-BorsodChem) megindították az évi 60
kt kapacitású TDI-üzem (toluolén-diizoci-
anát) próbaüzemét.

2001. nov. 26-án ünnepélyesen felavatták
Százhalombattán a Mol Rt. Dunai Fino-
mítóban a késleltetett koksizáló üzem. A
60 milliárd forintot beruházással megva-
lósított üzem jelentősen javítja az értékes
termékek arányát. A késleltetett kokszo-
léljárás az erőművekben korábban nehéz
fűtőolajként eltűzelt kőolajipari desztillá-
ciós maradékokat alakítja át. A technoló-

gia ezekből értékes motorhajtóanyag-kom-
ponenseket állít elő, melléktermékként
gazdaságosan felhasználható petrolkoksz
keletkezik.

2001. ápr. 20-án hunyt el *Földiák Gábor* ve-
gyésmérnök az MTA Kémiai Kutatóköz-
pont Izotóp- és Felületkémiai Intézetének
egykori főigazgatója, egyetemi tanár.
Munkássága kiemelkedő a sugárhatás-ké-
mia, sugártechnológia, izotóptechnika és
petrolkémia területén. Egyetemi előadá-
sait is mind itthon, mind külföldön fenti
témakörökben tartotta. Igazgatója volt a
Mérnöktovbkképző Intézetnek, 1983–86
között művelődésügyi miniszterhelyettes.

2001. júl. 8-án hunyt el *Bodor Géza* vegyész-
mérnök, címzetes egyetemi tanár. 40 éven
át dolgozott a Műanyagipari Kutató Inté-
zetben. Kutatásai a polimerek fizikai tu-
lajdonságainak vizsgálatához kapcsolód-
nak. Munkáiról szakcikkei mellett a „Po-
limerek szerkezetvizsgálata” (1982), „Struc-
tural Investigation of Polymers” (1991), va-
lamint „Polimer anyagszerkezettan” (1995)
könyveiben számolt be.

25 éve

1996-ban a volt Peremartoni Vegyipari Vá-
llalat részterületén működő Transcenter
Kft. (ma: Yara Hungária Kft., a Yara Inter-
national ASA, főként norvég tulajdonú



PEREMARTONI IPARTELEP

anyagcég része) új nitrogénműtrágyát fej-
lesztett ki, amely nem növeli a talaj nit-
ráttartalmát.

1996 őszén került forgalomba a Richter Ge-
deon Rt. (Richter Gedeon Nyrt.) Curiosin
nevű új originális készítménye, amely fel-
fekvések, fekélyek, nehezen gyógyuló se-
bek hatékony gyógyszere. A szert, amely-
nek feltalálói *Illés Lajos* és munkatársai,
több országban szabadalmaztatták. Ter-
mészetes eredetű hatóanyaga a hialuron-
sav cinkkomplexe.

1996-ban a Taurus Gumiipari Rt. részvénye-
inek 90%-át a francia Michelin vásárolta
meg. Budapesten a Kerepesi úti Taurus te-
lephelyén (egykori Magyar Ruggyanta-
árugyár) a termékek gyártása 2014-ben
megszűnt. Jelenleg Nyíregyházán műkö-
dik a Michelin Hungária Kft.

1996. okt. 29-én felavatták a Győrt Baumgar-
tennel összekötő Magyarország–Ausztria
gázvezetékét. A 117 km-es vezeték az eu-
rópai gázrendszerhez kapcsolja Magyar-
országot, növeli a gázellátás biztonságát.

1996. nov. 8-án átadták a Zsanaí Földalatti
Gáztároló első építési ütemének létesít-
ményét, amely 600 millió m³ földgáz táro-
lására alkalmas. A második ütemet 2009
novemberében fejezték be.

1996. dec. 23-án hozták létre az Alapítvány a
Magyar Peptid- és Fehérjekutatásért köz-
hasznú nonprofit szervezetet.

1996-ban hunyt el *Mázor László* gyógyszer-
részdoktor, analitikus, egyetemi tanár. El-
ső könyvét *Plank Jenő* professzorról a
„Fémelemzés módszerei” címen adták ki.
Az 1960-as évektől kezdődően a szerves
analitika területén folytatott kutatásokat.
„Szerves kémiai analízis”, „A szerves ké-
miai analízis korszerű módszerei” c. köny-
vei általános szakmai elismerést nyertek.
Szerkesztésében jelent meg az „Analitikai
zsebkönyv”, amely négy kiadásban mind
a hazai, mind a külföldi kémikusok hasz-
nos segédanyagává vált.

1996. jún. 2-án hunyt el *Szabó Zoltán* ve-
gyésmérnök, egyetemi docens. A BME
Szeretlen Kémiai Tanszékén kezdte pá-
lyafutását, majd 1946-ban a Hidroxigén-
gyárhoz került. 1951–1985 között a Vegy-
terv főmérnökéként dolgozott. Üzemek ter-
vezési munkáiban vett részt. Az egyetemi
oktatásban vegyipari műveleteket, terve-
zési ismereteket adott elő. Több kézikönyv
társszerzője, szerkesztője volt, haláláig tag-
ja a Magyar Kémikusok Lapja szerkesz-
tőbizottságának.

30 éve

1991. jún. 3-án jegyezték be a Pannonplast
Műanyagipari Rt.-t a cégnyilvántartásba.
Első elődállalata 1922-ban Magyar Gomb-
és Műanyaggyár Rt. néven alakult. Jog-
elődei voltak még: a Hungária Gumigyár
Rt., Hungária Guttapercha és Gumigyár,
végül 1958-tól a Hungária Műanyagfel-
dolgozó Vállalat. (2008. január óta jogutó-
da: PannErgy Nyrt.)

1991. jún. 5-én kezdte meg a termelést Száz-
halombattán a Dunastyr, a polisztirol gyár-
tó magyar–olasz vegyes vállalat. A poli-
sztirolgyártási licenct a Montedipe cég-
től vásárolták. Az üzem termelési kapaci-
tása 45 kt/év ütésálló polisztirol és 20 kt/év
habosítható polisztirol.

1991. júl. 3-án indították meg a TVK (ma:
Mol Petrolkémia Zrt.) harmadik polietil-
lengyárát. Az 1970 és 1986 után sorrend-
ben következő új polietilengyár kapacitása
60 kt/év kis sűrűségű polietilén. A tech-
nológia a BASF-től származik. Az új poli-
etilén termékek optikai tulajdonságai job-
bak, ami különösen a fóliagyártásnál je-
lentős. Fólián kívül fröccsöntött termékek
is készíthetők az új anyagból.

1991. szept. 1-jén a Reanalnál négy önálló ke-
reskedelmi egység alakult, I. vegyszerbolt
(belföldi finomvegyszer-ellátásra); II. di-
agnosztikai bolt (diagnosztikai reagens-
készletek forgalmazására); III. egyedi im-



port csoport (finomvegyszerek egyedi igényre történő behozatalára); IV. termelői áras értékesítés (nagy felhasználóknak). 2007-ben a Reanal Zrt. megalapította a Reanal Laborvegyszer Kft.-t, amely teljes mértékben átvette a laboratóriumi vegyszerek, segédanyagok és laborszerek forgalmazását.

1991 szeptemberében végleg leállt a Tatabányai Alumíniumkohó. Mindhárom kohócsarnokban beszüntették a termelést.

1991. okt. 1-jén jött létre a Magyar Olaj- és Gázipari Részvénytársaság (ma Mol Nyrt.) az 1957-ben alapított Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt (OKGT) átalakításával. 30 év alatt a Mol sikeres, integráltan működő társasággá vált, magába foglalta a szlovákiai Slovnaftot, és a Tiszai Vegyi Kombinatot. Irányítása alá került a horvát INA olajtársaság. A termékellátás, kereskedelem, szénhidrogén-készlet kutatás-termelés, töltőállomás-fejlesztés terén elért eredményei révén a közép-kelet-európai térség egyik legjelentősebb vállalata lett.

1991. okt. 1-jétől a Budalakk Festék- és Műgyantagyár gyáregységei részben egyszemélyes Kft., részben vegyesvállalat, részben önálló kft. formában működnek (összesen hét kft. alakult).

1991. okt. 14-én kezdte meg a termelést a százhalombattai Dunai Finomító 7,1 milliárd forintért épült, 600 kt/év kapacitású benzinreformáló üzeme. Az Universal Oil



DUNAI FINOMÍTÓ, RÉSZLET

Products Co. (UOP) technológiával folyamatos katalizátorregenerálást megvalósító, 4-es számú Reformálóüzem megindítása műszaki feltételt jelentett a benzin ólomtartalma európai normáknak megfelelő csökkentéséhez.

1991 októberében a BorsodChem Rt. üzembe helyezte 25 ezer tonna/év kapacitású MDI (metilén-difenil-diizocianát) üzemét, amit a Mitsui Toatsu Chemical eljárására a CHISSO Eng. közreműködésével valósítottak meg. A gyár a poliuretángyártás egyik alapanyagának, az izocionát-komponensnek (MDI) három alaptípusát gyártja.

1991. nov. 15-én kezdte meg a termelést Budapesten Európa egyik legmodernebb levegőszétválasztó üzeme, amely óránként 6000 m³ cseppfolyós terméket képes előállítani. Az üzem tulajdonosa a Messer Hungarogáz Kft.

1991. nov. 28-án helyezték üzembe a Dorogi Égetőmű abszorberét, ezzel a beruházás befejeződött.

1991 decemberében a Mol Rt. Tiszai Finomító (Tifo, Tiszaujváros) területén üzembe helyeztek egy évi 8 kt kapacitású, nagy tisztaságú izobutilént gyártó üzemet. (Leírása: Szatmári Ede: Nagy tisztaságú izobutilén előállítása, MKL, 1995. 206.)

1991-ben alapították a PannonPharma Gyógyszergyártó Kft.-t. A magyar-amerikai vegyesvállalat generikus gyógyszerek gyártásával, fejlesztésével, forgalmazásával foglalkozik, gyógyszervizsgálatokat, műszaki elemzéseket végez. A vállalat Pécsváradon építette fel gyógyszergyárát. A település egykor Szent István által alapított bencés monostorának 1015-ben kelt alapítólevele hazánkban első ízben tesz említést kórházról, gyógyszeréről, gyógyításról. Első királyunk a gyógyításhoz gyógyító szolgákat, gyógyító növényeket gondozó kertészeket és fűrdömestereket is rendelt.

1991. jún. 21-én hunyt el *Kajtár Márton*, az ELTE Szerves Kémiai Tanszékének professzora. A hazai alkalmazott kiroptikai spektroszkópia megteremtője volt, közel száz eredeti tudományos közleményének kétharmada ezzel a területtel foglalkozik.

1991. jún. 22-én hunyt el *Huszár Andor* vegyészmérnök, a Tiszai Vegyi Kombinat nyugalmazott állami díjas vezérigazgatója. 1964-ben került a TVK-hoz, amelynek igazgatója, majd 1979-től 1989-ig, nyugdíjazásáig vezérigazgatója volt. Tevékenysége szorosan összekapcsolódik a magyar petrokémiai iparral, az olefinkémiai termékek előállításával, feldolgozásával, a hazai polietilén- és polipropilén-gyártás megvalósításával és továbbfejlesztésével. Jelentős szerepe volt abban, hogy a TVK-nál nemzetközi összehasonlításban is korszerű, gazdaságos termelési kapacitású üzemek jöttek létre.

1991. okt. 14-én hunyt el *Székely Géza*, a holland-magyar tulajdonú AKZO-TVK Rt. elnök-igazgatója. Kiemelkedő tevékenységet végzett a Chemolimpex export főosztályán, valamint a TVK, majd az AKZO-TVK fejlesztésében.

40 éve

1981 januárjában a Tiszai Vegyi Kombinat és a japán Sumitomo cég szerződést kötött egy évi 40 kt kapacitású polipropilén-üzem szállítására. A sorrendben második PP-üzem 1983-ban kezdte meg a termelést az akkor egyik legkorszerűbb technológiát: a Sumitomo tömbpolimerizációs eljárását alkalmazva. Az üzemben ún. második generációs TiCl₃-katalizátort használnak, a polimerizáció 100 m³-es tankreaktorban megy végbe.

1981 áprilisában krakkolóüzem létesítésére kötött szerződést a Dunai Kőolajipari Vállalat (Mol Nyrt. Dunai Finomító) és a Procofrance francia cég. A fluid katalitikus krakküzemcsoport kivitelezési munkái

decemberben indultak meg. 1984 júniusában helyezték üzembe.

1981. máj. 6-án adták át a hajdúszoboszlói gáztárolót, amely 1977 és 1980 között mintegy 770 millió Ft-os költséggel épült fel. A Nagyalföldi Kőolaj- és Földgáztermelő Vállalat üzemének föld alatti tárolójában egyszerre 200 millió köbméter földgázt tartalékolhatnak.

1981. szept. 4-én hunyt el *Török Ferenc*, a kémiai tudományok doktora, az ELTE Általános és Szeretlen Kémiai Tanszékének tanára.

50 éve

1971-ben fejezték be a Magyar Viscosagyárban (ma: Zoltek Zrt.) a szállékpóz üzem bővítését évi 1500 tonna Danamid selyem gyártására. Ugyanebben az évben szüntették be az 1948 óta gyártott viszkózszi-vacs termelést.

1971. okt. 28-án helyezték üzembe a TVK-nál az ország első polietiléngyárát. Az akkor 24 kt/év kapacitású, ICI-technológiával működő üzem kis sűrűségű PE-t állított elő, amelyet legnagyobb részét fóliagyártásra használtak. Az üzemet 55 kt/év kapacitására bővítették.

1971. jan. 30-án hunyt el *Jámbor Béla* vegyészmérnök, akadémikus, a híradástechnikai és vákuumtechnikai ipar kimagasló képviselője. Az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság alapító tagja volt.

1971. júl. 1-jén hunyt el *Várgha László* Kosuth-díjas vegyész, akadémikus, egyetemi tanár, a Gyógyszerkutató Intézet igazgatója. A citosztatikus szerek, nyugtató hatású vegyületek és a hormonhatású gyógyszerek szintézise terén ért el kimagasló eredményeket. Az 1931–32-es tanévben a szegedi Ferenc József Tudományegyetem orvos-kémiai tanszékén *Szent-Györgyi Albert* munkatársaként kémiai szintézissel igazolta azt a feltételezést, hogy a paprikából izolált „hexuronsav” azonos a régóta keresett C-vitaminnal.

1971. aug. 10-én hunyt el *Bartha Lajos* vegyészmérnök, a hazai timföldipar egyik megalapítója. A Mosonmagyaróvári Timföldgyárnak 1934-től főmérnöke, 1941–54 között igazgatója volt. Irányítása alatt kezdődött meg az Almásfüzitői Timföldgyár létesítése is.

1971. október 24-én hunyt el *König Rezső* Kosuth-díjas vegyészmérnök, a Chinoín gyár volt főmérnöke, majd vezérigazgatója. Tevékenysége jelentős a magyar gyógyszeripar történetében. Nevéhez fűződik az Ultraseptyl világszabadalma.

60 éve

1961. máj. 15–17. között tartották műanyagokkal foglalkozó hazai szakembereink első átfogó tanácskozásukat műanyagiparunk helyzetéről és a kapcsolódó tudományos kutatásokról.



1961-ben kezdődött meg a Dunai Kőolajipari Vállalat építése.

1961-ben a NIM Nehézvegyipari Főosztálya és a Nehézvegyipari Kutató Intézet megkezdte a szervezett korrózióvédelem kiépítését a Vegyipari Üzemi Korróziós Szervezet (Vektor) létrehozásával.

1961-ben Gerecs Árpád akadémikus professzor vezetésével Múzeumi Bizottság alakult a Magyar Vegyészeti Múzeum létesítésével, gyűjtőmunkájával kapcsolatos szakmai kérdések koordinálására. A múzeum több szervezeti átalakulás után 2009. jan. 1-je óta a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Vegyészeti Múzeumaként működik.

70 éve

1951 márciusában a Népgazdasági Tanács elrendelte a szolnoki Tiszamenti Vegyimű-



TVM I. SZ. KÉNSAVGYÁR ÉPÍTÉSE

vek létesítését. A vállalat neve ma, tulajdonosváltás után: Bige Holding Kft.

1951 áprilisában kezdtek el a Hajdúsági Gyógyszergyár építését. 1960-ban egyesült a Debreceni Gyógyszergyárral, Biogal néven. 1995-ben az izraeli Teva Gyógyszergyár megvásárolta a Biogalt, jelenleg Teva Magyarország Zrt.-ként működik.

1951. ápr. 1-jén hozták létre az Autokémia Vállalatot gumihulladék feldolgozása és hasznosítása, valamint gumitartósító szerek gyártása céljából. A vállalatból fejlődött ki a jól ismert Palma Gumigyár, amely 1963-ban beolvadt az Országos Gumiipari Vállalatba.

1951-ben a Magyar Lakkfestékipari Vállalat (1968-tól Budalakk) megkezdte a novolakok (hőre nem keményedő fenoplasztok) gyártását.

1951-ben a Kőbányai Gyógyszerárugyár (ma: Richter Gedeon Nyrt.) Chemia I. üzemből megkezdődött a Veronal gyártása.

1951-ben fedezték fel a nagylengyeli kőolajlelőhelyeket.

1951-ben alapította Varga József (1891–1956) a Nagynyomású Kísérleti Intézetet, amely 1980-ban Magyar Szénhidrogénipari Kutató Fejlesztő Intézet, 1983-ban Nitroil Vegyipari Termelő-Fejlesztő Közös Vállalat, majd Rt. néven működött. 1999-ben amerikai tulajdonba került, elnevezése: Huntsman Corp. Hungary Vegyipari Termelő-Fejlesztő Zrt.

1951. szept. 9-én tették közzé az 1951. évi 25. számú törvényerejű rendeletet, amely kimondja, hogy a Budapesti Műszaki Egyetem Veszprémben létesített Nehézvegyi-

pari Kara kiválik a BME szervezetéből és Veszprémi Vegyipari Egyetem elnevezéssel önálló egyetemenként folytatja működését. 1990-től Veszprémi Egyetem, 2006-tól Pannon Egyetem néven a közép-dunántúli régió meghatározó felsőoktatási intézménye.

1951 végén a Budapesti Kénsavgyárban (Kén utca) megkezdtek a szemcsézett szuperfoszfát műtrágya gyártását. 1990-ben a kénsavgyártás leállt, majd a kapcsolódó termékek gyártása is megszűnt.

75 éve

1946. márc. 16-án hunyt el Száhlender Lajos gyógyszerész, egyetemi tanár, lapszerkesztő. Than Károly mellett volt tanársegéd és Winkler Lajosnál asszisztens. Élelmiszerkémiai vizsgálatokat dolgozott ki. Az 1940-ben megjelenő Kémikusok Lapjának főszerkesztője, a Természettudományi Társulat vezetőségi tagja volt.

1946. júl. 19-én hunyt el Széll László Mór agrárvegyész, a debreceni Gazdasági Tanintézetnél a kémia, borászat, természettan és mezőgazdasági technológia tanára. Tanulmányaival a mezőgazdasági kémiai technológia fejlődését segítette elő.

80 éve

1941. ápr. 7-én alapították a Magyar Viscosa-gyár Rt.-t. 1943-tól viszkóz termékeket, különféle akrilszálakat állított elő. A rendszerváltás után 1995-ben a vállalatot a Zoltek Comp. vásárolta meg. 1997-től a vállalat neve Zoltek Zrt., az akrilszálakon kívüli termékek gyártását leállították és megkezdtek a szénszáltextilek feldolgozását.

1941. jún. 11-én a gumiipar nyersanyagszükségletének fedezésére a Ruggyaantaárugyár és a Péti Nitrogénművek közös vállalkozásában (jelentős állami támogatással) megalakult a Magyar Vegyiművek Rt., amely évi 600 t BUNA-S és BUNA-N típusú műgumi előállítására alkalmas ipartelep létesítését határozta el Rákoskeresztúr határában. A gyár 1944-ben felépült, de a háborús események (és a feltételezhető hibás tervezés) miatt nem lépett termelésbe. A háború után termelőberendezéseit az azonos nevű államosított vállalat használta különféle szerves vegyipari termékek (színezékek, műanyaglágyítók) gyártására. 1956-tól az 1980-as évekig összevonások, bővítések után Egyesült Vegyiművek néven működött, 1992-ben részvénytársasággá alakult, amely 1999-ben megvásárolta a „Caola” márkanévet. 2006-tól a társaság cégneve: EVM Háztartásvegyipari és Kozmetikai Zrt. volt, amely a termelést 2014-ben beszüntette, ismert termékeinek gyártási jogát eladta.

1941. márc. 3-án hunyt el Bugarszky István vegyész, akadémikus, a budapesti tudó-

mányegyetem Vegytani Tanszékének vezetője. Reakciókinetikai kutatásai és fehérjevizsgálatai jelentősek.

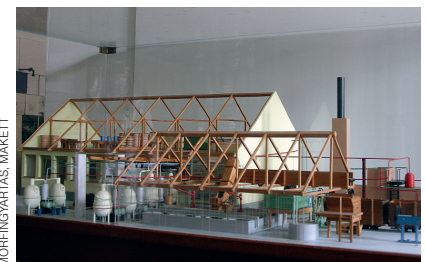
1941. ápr. 7-én hunyt el Finkey József akadémikus, műegyetemi tanár. A szén- és érc-előkészítés tudományos vizsgálatával foglalkozott. Kidolgozta a mechanikai nedves előkészítés rendszeres elméletét.

1941. szept. 7-én hunyt el Pfeifer Ignác vegyész mérnök, a Műegyetem Kémiai Technológiai Tanszékének 1912–1922 között professzora. 1922-től az Egyesült Izzó kutatólaboratóriumát vezette. Jelentős munkát végzett a világítástechnikai, víztechnológiai és energetikai kutatásban. Kidolgozta a kazántápvizek lágyítására szolgáló mészsódás eljárást. Újjászervezte a Magyar Kémikusok Egyesületét, melynek haláláig elnöke volt. Wartha Vince előadásai alapján összeállította az első magyar „Kémiai technológia” egyetemi tankönyvet.

1941 végén hunyt el Götz Irén Júlia kémikus, az első magyar női egyetemi tanár. Vegyészdoktori dolgozatában (6 volt a harmadik női vegyészdoktor) a rádiumemánáció meghatározásának kérdésével foglalkozott.

90 éve

1931-ben fejlesztette ki Kabay János (1896–1936) morfinelállítási eljárását. Az ún.



MORFINGYÁRTÁS. MAKETT

„száraz eljárás” nyersanyagként száraz mákszalmit (gubót és alatta néhány cm szárat) dolgozott fel. A kép a Vegyészeti Múzeumban kiállított makettről készült.

1931-ben kezdtek meg a hazai fenoplaszt présporok és műgyanták előállítását az Isola Művek Rt.-nél Balló Rudolf irányításával. Ugyanebben az évben a Kábel- és Műgyantagyár is saját műgyanta és présor alapanyagból állított elő műanyag termékeket.

1931-ben indult meg a Hungária Vegyiműveknél (a Budapesti Vegyiművek egyik előd-vállalata) a vegytiszta kénsav előállítása.

1931 májusában kezdtek el a Péti Nitrogén Műtrágyagyár Rt. gépi berendezéseinek megrendelését.

1931. márc. 2-án halt meg Klupathy Jenő fizikus, akadémikus, a budapesti tudományegyetem tanára, a Gyakorlati Fizikai Intézet első igazgatója. Folyadékok fizikai kémiájával foglalkozott.

1931. aug. 7-én született Halmos Miklós vegyész, 1967-től a szegedi egyetemen tan-



székvezető. Szerkesztője volt a szegedi Acta Physica et. Chemica c. folyóiratnak.

100 éve

1921. máj. 10-én szerződést írtak alá az Ipari Robbanóanyag Rt. (a Peremartoni Vegyipari Vállalat jogelődje) létesítéséről.

1921. aug. 29-én hozták létre a Magyar Lóporgyárüzemi Rt.-t. Ez az időpont jelenti a Nitrokémia Ipartelepek működésének kezdetét is.

1921-ben kezdte meg a Magyar Mezőgazdasági Vegyipari Rt. az ország első tornyos elnyelető-rendszeren alapuló kénsavgyárának beruházását Mosonmagyaróvárott. Bár a vállalkozás jól indult, az állami tulajdon nagy részaránya, a bankok csekély érdekeltsége és a Hungária Műtrágya-, Kénsav- és Vegyipar Rt. erős konkurenciája miatt az üzem rövidesen csődbe jutott.

1921-ben a Ganz Villamosági Rt. gyárában (még import alapanyagból) elkészítették az első hazai gyártású szigetelő idomteszteket.

1921-ben a Fővárosi Gázművekben megkezdtek a cseppfolyós ammónia üzem építését. Ezzel függetlenítették a hazai hűtőipart a külföldi ammóniapiactól.

110 éve

1911. febr. 16-án jegyezték be a védjegylajstromba a Chinoin jogelődjének, az „Alka” Vegyészeti Gyárnak első saját készítményét a „Yohimbin Kincsem” állatgyógyászati terméket.

1911-ben indult meg a gépszírgyártás a Lardolin (később Budapesti Gépszírgyár) Rákosfalván felépített üzemében.

1911. jún. 1-jén halt meg *Kalecsinszky Sándor* vegyész, akadémikus, a Magyar Kémikusok Egyesületének első alelnöke. Különös érdemeket szerzett hazánk természeti kincseinek feltárásában. A Földtani Intézet vegyészeként főként kőszén vizsgálatokat végzett.

1911. aug. 23-án született *Beke Dénes* Kossuth-díjas vegyészmérnök, számos szintetikus gyógyszer (szulfonamidok, hormonszintetizáló készítmények) kidolgozója. 1949-ben megszervezte a Szerves Vegyipari Kutató Intézetet, majd 1950-tól a Gyógyszeripari Kutató Intézet igazgatója volt. 1956-tól a BME Szerves Kémiai Tanszékét vezette.

1911. okt. 13-án született *Purman Jenő* vegyészmérnök, petrolkémikus. Üzemmérnök volt a bázakerettyei első gazolintelepen, ő tervezte a lovászi kompresszorállomást. 1951-ben a Budafoki Kőolajtermelő Vállalatnál műszaki igazgató lett, majd a Nehézipari Minisztérium Szerves Vegyipari Főosztályának vezetője, később a Gyógyszeripari Tröszt első vezérigazgatója, a Gyógyszeripari Egyesülés első elnöke.

1911. nov. 29-én született *Molnár Béla*, Kossuth-díjas kutatóvegyész. Legjelentősebb

eredményei: a kalcium-glukonát fermentatív előállítása, a Heparin előállításával kapcsolatos kutatások irányítása és gyártásának üzemi megszervezése, a Neoperhepar előállítása, valamint a B₁₂ gyártásának nagyipari megoldása.

120 éve

1901-ben *Richter Gedeon* az Üllői úti Sas Gyógyszertárában Magyarországon elsőként



SAS PATIKA

kezdték meg, főként állati szervekből készült organoterápiás készítmények előállítását. A Sas Gyógyszertárból fejlődött ki 1907-től a kőbányai telephelyen a Richter Gedeon Vegyészeti Gyár Rt.

1901-ben nyerte el a Műegyetem a doktori cím adományozásának jogát.

1901. febr. 6-án született *Csűrös Zoltán* Kossuth-díjas szerves kémikus, a Budapesti Műszaki Egyetem Szerves Kémiai Technológiai Tanszékének első professzora, az MTA tagja. Szerves kémiával, technológiával, szénhidrátok szerkezetkutatásával, heterogén katalízissel, foszgén-kémiával, műanyagok kémiájával foglalkozott.

1901. ápr. 20-án született *Szebellédy László* a budapesti tudományegyetem Szeretlen és Analitikai Kémiai Tanszékének vezetője. Kutatásai során kidolgozta a coulombmetriás analitikai eljárás fizikai kémiai alapelveit.

125 éve

1896. máj. 2-án nyitotta meg *Ferenc József* a millenniumi ünnepeksorozat ezredéves országos kiállítását. A kiállítás „XVIII. csoportjában” sor került a vegyészeti ipari bemutatására is.

1896. jún. 21-én született *Albert János* Kossuth-díjas vegyészmérnök. Fő kutatási területe a durvakerámiai technológia, a hűtőtechnikai kerámiai anyagok hazai gyártásának megvalósítása, a perlitalapú, nagy hőállóságú anyagok előállítása.

1896. júl. 21-én született *Schlattner Jenő* Kossuth-díjas gépészmérnök. Nevéhez fűződik a magyar barnakőszén-lepárlás kifejlesztése. 1933-ban tervei és szabadalma alapján építették az első komplex barnakőszénlepárló telepet Dorogon. Speciális kőszénolékemencét tervezett. A lepárlóüzem területén ma a Richter Gedeon Nyrt. Dorogi Gyáregysége működik.



SCHLATTNER-HEMENCE, MAKETT

1896. nov. 8-án született *Bereczky Endre* vegyészmérnök, Kossuth-díjas egyetemi tanár. Csehszlovákiai és magyar cementgyárakban dolgozott, majd a Veszprémi Vegyipari Egyetem Szilikátkémiai Tanszékének tanszékvezető tanára lett. Az automatikus aknakemencékben végbemenő égési folyamatokkal, a klinker-visszavezetéses égetési módszerrel, a transzportlandcement gyártásával, klinkerásványtani vizsgálatokkal foglalkozott.

1896. dec. 27-én született *Kabay János* gyógyszervegyész, a magyar morfingyártás úttörője. Módszert dolgozott ki a morfin előállítására száraz, cséplelt mákszalomból.

1896-ban született *Braun Géza* vegyészmérnök, egyetemi tanár. *Zemplén Géza* mellett volt adjunktus. *Rockefeller-ösztöndíjas* volt a chicagói egyetemen, majd egyetemi tanár a Harvard Egyetemen. A szívgyógyszer-alapanyagok kutatása foglalkoztatta.

130 éve

1891 ősztén helyezték üzembe a Magyar Általános Kénsav-, Műtrágya- és Vegyipar Rt. (a Budapesti Vegyiművek jogelődje) Kén utcai telepén a piritalapú ólomkamrás kénsavgyárat.

1891-ben hozták létre Surányban a Magyar Robbanóanyaggyár Rt.-t. Ez volt a pozsonyi Nobel-féle gyár után a második legnagyobb robbanóanyaggyárunk.

1891. febr. 8-án született *Varga József* vegyészmérnök, a budapesti Műegyetem Kémiai Technológia Tanszékének vezetője, akadémikus, Kossuth-díjas egyetemi tanár. 1939–1943 között ipari, kereskedelmi és közlekedési miniszter. 1951-ben megalapította a Nagynyomású Kísérleti Intézetet, melynek első igazgatója volt. 1952-től a Veszprémi Vegyipari Egyetem Ásványolaj- és Széntechnológia Tanszékét vezette. Legjelentősebb eredményei a műbenzinek és motorhajtóanyagok előállításához fűződnek. Eleinte főként kőszén lepárlási termékeinek nagy nyomású hidrogénezésével foglalkozott. Ezen a téren nemzetközileg elismert felfedezése az ún. kénhidrogén-effektus (Varga-effektus) megállapítása. A II. világháború után a nagy asz-



200 éve

1821. febr. 1-jén hunyt el Jónás József bányamérnök, geológus, a Magyar Nemzeti Múzeum természetrajz osztályának öre. Munkái, publikációi, utazásai (Selmecbánya, Szomolnok, Nagybánya, Kapnikbánya) az ércbányászathoz, bányaműveléshez kapcsolódnak.

1821. máj. 14-én született Zsigmondy Vilmos bányamérnök, az MTA levelező tagja. Tanulmányait a selmecbányai Bányászati és Erdészeti Akadémián végezte. 1843-ban állami szolgálatba lépett. 1846-ban a Szabadalmazott Osztrák Államvasúttársaság bányamérnöke, s ott Szláv Józseffel együtt a szabadságharc alatt a resicai vas- és acélművek üzemét teljesen átállították a honvédség felfegyverzéséhez szükséges fegyver- és löszanyag gyártására. Ezért Olmütz várban rabságot szenvedett, ahonnan 1850-ben szabadult. Elsősorban sikeres artézi kútúrásai tették ismertté. 1865-ben a harkányi, 1866–67-ben a margitszigeti, majd a lipiki és alcsúti fúrásokat vezette. 1868-ban kezdte meg a városligeti kútúrását, melynek további munkálatait 1876-ban unokaöccsének, Zsigmondy Bélának adta át. Az elkészült kút 970 m mélységű és 74 °C-os termálvizet szolgáltatott. Az 1879-ben befejezett petrosényi fúrásokkal gazdag kőszéntelepeket tárt fel. Fúrásainak földtani és hidrológiai tanulságairól értékes tanulmányokban számolt be a Földtani és Természettudományi Közlönyben és a Bányászati és Kohászati Lapokban. A magyarországi geotermikus kutatások úttörője volt.

1821. szept. 26-án született Hantken Miksa geológus és paleontológus, egyetemi tanár, az MTA tagja. Bécsben és Selmecbányán tanult. 1846–49-ben több bányában bányászott. 1849–50-ben Bécsben analitikai, kémiai tanulmányokat folytatott, majd a dorogi szénbányánál dolgozott. 1858-ban Pesten őslénytani kutatásokat végzett. 1861–67-ben a pesti Kereskedelmi Akadémia tanára, 1866-tól az MNM ásvány- és őslénytárának öre. 1869-ben megszervezte a Földtani Intézetet, amelynek 1870-től igazgatója. 1876-ban a pesti egyetemen magántanári képesítést szerzett. 1882-től

haláláig egyetemi tanár a paleontológiai tanszéken. A magyarországi kőszéntelepekről az első gyakorlati szempontból is jelentős összefoglaló ismerttetést ő készítette. Tiszteletére a Magyarhoni Földtani Társulat 1963-ban háromvenként kiosztásra kerülő Hantken Miksa-érmét alapított. ●●●

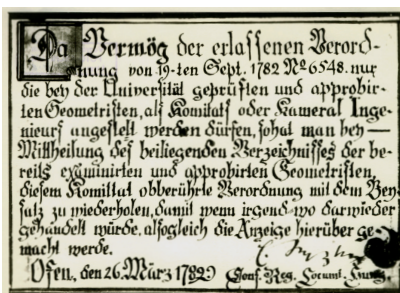


HANTKEN MIKSA

1871. máj. 20-án született Baintner Ferenc élelmiszervegyész, agrármérnök, borász. A Magyaróvári Gazdasági Akadémián tanított, később Kolozsváron a Vegykísérleti Tanszéken dolgozott, majd a kolozsvári Vegyvizsgáló Állomás igazgatója lett. A tejvizsgálat, borászat és szeszgyártás területén végzett vizsgálatokat.

175 éve

1846-ban A Műszaki Egyetem elődje, a József Ipartanoda megkezdte működését a mai Egyetem téren. 1850-ben hozzácsatolták az 1782-ben alapított mérnöki intézetet, az Institutum Geometricumot. 1856-tól Császári és Királyi József Politechnikum néven működött 1871-ig, amikor egyetemi rangot nyert. Az első mérnöki rendtartás még az Institutum Geometricumban született, amely megköveteli a szakképzettséget és kimondja: „Az 1782. szeptember 19-én kibocsátott, 6548. számú rendelkezés értelmében csak a vizsgát tett és eredménnyel végzett mérnökök alkalmazhatók megyei vagy kincstári mérnöki beosztásban, így a már vizsgázott és engedélyezett működéssel rendelkező mérnökök jegyzékét az érintett rendelkezésre



ELSŐ MÉRNÖKI RENDTARTÁS

való hivatkozással azzal a kiegészítéssel közöljük, hogy ha valahol ilyen ügyben intézkednek, értesítésünknek megfelelően járjanak el. Buda, 1789. március 26-án.”

1846-ban kezdett termelni a Drasche-féle Téglagár Kőbányán. A gyárat az 1838-as nagy pesti árvíz után Pest város felkérésére Drasche Henrik alapította. 1908-ig kizárólag téglát, tetőcserepet és kerámít útburkoló kockákat gyártottak. A társulat fajansz- és porcelángyárat 1908-ban hozta létre, tervezőműhelye több keramikusknak is lehetőséget biztosított. Klagenfurti származásából való hazatérése után egy ideig Görgői Artúr 1848/49-es honvédtábornok kémiai ismereteit kamatoztatva vezetőként dolgozott a gyárban. Tevékenységéért 2018-ban a kőbányai önkormányzat posztumusz díszpolgári címmel tüntette ki.

1846-ban megalakult Pesten Kölle Károly „Első magyar ruganyméző-gyár”-a. Ebből és Schottola Ernő 1882-ben alapított üzeméből jött létre 1890-ben a Magyar Rugyantaárugyár (később Taurus, majd Michelin).

faltartalmú ásványolajok és kátrányok középnyomású hidrogénezésére dolgozta ki a nevéhez fűződő hidrokrakk-eljárás.

1891. júl. 13-án született Pacsu Jenő vegyész, egyetemi tanár. 1930-ban áttelepült az USA-ba. A Princetoni Egyetemen a szerves kémia előadója. 1947-től az egyetem nyilvános, rendes tanára lett. Tudományos tevékenysége szénhidrát- és textilkémiai kutatásokra terjedt ki.

140 éve

1881-ben adták ki az első ipartámogató törvényt, amely megnyitotta a magyar gyár- és ipar számára a mind kedvezőbbé váló feltételek alapján a fejlődés lehetőségét.

1881-ben alakult meg Liptó-Újváron, a Vág mellett Haasz Adolf tannagyára, az első cserzőanyaggyártó nagyüzem Magyarországon.

1881-ben Liebermann Leó megbízást kapott az országos Kémiai Intézet őse, a „Borvizsgáló Állomás” létrehozására. Az intézményt a Múzeum körúton, az egykori Kunewalder-féle terményházban rendezték be.

1881. márc. 20-án halt meg Tarczy Lajos, a pápai református főiskola tanára. 1838-ban kiadott fizikakönyvének első fejezete lényegében az első magyar nyelvű kémia-tanönyv.

1881. dec. 16-án született Rex Sándor kémikus, a Budapesti Tudományegyetem III. sz. kémiai intézetének tanára. „Kísérleti kémia” c. tankönyvét generációk használták. 1921-ben Debrecenben öccsével gyógyszergyárat alapított, amelynek 1935-ben bekövetkezett haláláig igazgatója volt. (A később Debreceni Gyógyszergyár nevet viselő gyár beolvadt a Biogalba, ma: Teva Gyógyszergyár).

150 éve

1871. febr. 1-jén alapította a Patzenhofer, Berg & Co. vállalkozás a legrégebbi magyar cukorgyárat, az Ácsi Cukorgyárat. A gyár 130 éves működése során névváltozásokon, átszervezéseken, államosításon ment át, majd 2001-ben beszüntette a termelést.

1871-ben alapították Nagyszébenben az Első Erdélyi Stearingyertya Gyár Rt.-t, amely az első olyan magyar háztartásvegyipari üzem volt, amely részvénytársasági formában működött.

1871-ben fejeződött be az 1868-ban megkezdett új bölcsészkar vegytani intézet építése. A régi fűvészkert helyén, a mai Trefort kertben épült fel Than Károly professzor elgondolása szerint az a modern kémiai épület, amely sokáig mintául szolgált az egyetemi kémiaoktatás épületei számára.

1871-től jelenik meg a „Földtani Közlöny” a Magyarhoni Földtani Társulat kiadásában.

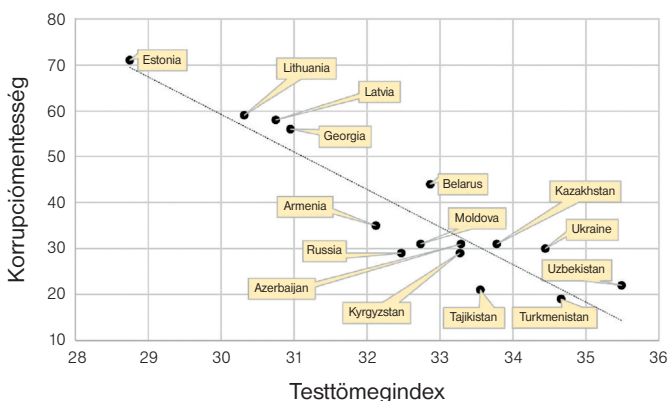


TÚL A KÉMIAÁN

Korrupciós túlsúly

Azt már elég régen kimutatták, hogy egy politikus külsejének nagy hatása van a megítélésére. Ezt a gondolatmenetet egészen új szinten tesztelte egy olyan tanulmány, amely minden bizonynyal felkelti majd az IgNobel-díj bizottságának figyelmét is. 15 posztsozvet állam 2017-ben hivatalban lévő 299 miniszterének arcképét vetették alá számítógépes képelemzésnek, és ez alapján mindenkinek megbecsülték a testtömegindexét (body mass index, BMI). Azt találták, hogy egy kormány tagjainak átlagos BMI-je igen szorosan korrelál a nemzetközi gyakorlatban használt, országsszintű korrupciót jellemző mérőszámokkal. Ezt alighanem sokan sejtették már: minél korruptabb egy ország, annál kövérebbek a miniszterei.

Economics of Transition and Institutional Change,
DOI: 10.1111/ecot.12259 (2020)



CENTENÁRIUM



Takaoki Sasaki: Über die Kondensation von Glycerinhydrat mit Aldehyden. Eine neue Synthese von d, l-Phenylalanin und d, l-Tyrosin *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft (A and B Series)* Vol. 54, pp. 163–168. (1921. január 15.)

Takaoki Sasaki (1878–1966) japán biokémikus, onkológus és vívómester volt. Tanítványával, Tomizo Yoshidával együtt bebizonyították, hogy az orto-amino-azotoluol patkányokban májrákot okoz. Tizennégy alkalommal jelölték orvosi Nobel-díjra.

Avokádókeménység

A lézeres Doppler-vibrometria (LVD) módszer forradalmasíthatja az avokádóipart. Az eredetileg Közép-Amerikában honos gyümölcs fogyasztói többnyire nagyon kényesek a gyümölcs hús állagára. Viszont erről nem annyira könnyű megbízható információ szerezni úgy, hogy közben az áru eladható maradjon. Egy brit kutatócsoport ötlete az volt, hogy a gyümölcsben vibrometriával mérhető rezgések frekvenciája bizonyára függ az állagtól, s itt a mérés roncsolásmentes. Ezen alapulva kidolgoztak egy olyan módszert, amely akár egyedi avokádók gyors keménység-ellenőrzésére is alkalmas, így nagyban segítheti a kereskedő cégeket.



Biosys. Eng. 194, 251. (2020)

Szitakötőlárvák és higany

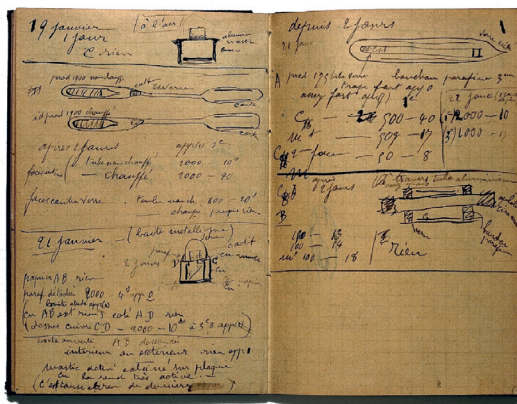


A természetes vizekbe szervesen sók formájában kerülő higany gyakran metileződik, így az élőlények számára sokkal mérgezőbbé válik. Ezért a tényleges toxicitás felméréséhez nem elegendő a higany teljes koncentrációját meghatározni a környezetben. Erre a problémára talált kreatív megoldást a közelmúltban egy kutatócsoport a gyakorlatilag mindenhol megtalálható szitakötőlárvák segítségével. A módszer ökológiai hasznának igazolásához egy évtized alatt közel 5000 önkéntes közreműködésével 100 nemzeti parkból vettek szitakötőlárvamintákat, s a bennük mért higanykoncentrációt korreláltatták ugyanazon élőhelyen gyűjtött más szervezetek higanytartalmával. A tapasztalat szerint a lárvák más élőlények működése szempontjából is reprezentatívak, így a vizsgálatokra kidolgozott protokoll alkalmas a környezet ártalmas higanyterhelésének valós felmérésére.

Environ. Sci. Technol. 54, 8779 (2020)

APRÓSÁG

Marie Curie laboratóriumi jegyzőkönyvei mind a mai napig megvannak Párizsban, a Francia Nemzeti Könyvtárban, de olyan mértékben radioaktívak, hogy csak speciális védőöltözetben, a kíváncsiskodó saját felelősségére lehet megtekinteni őket.



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

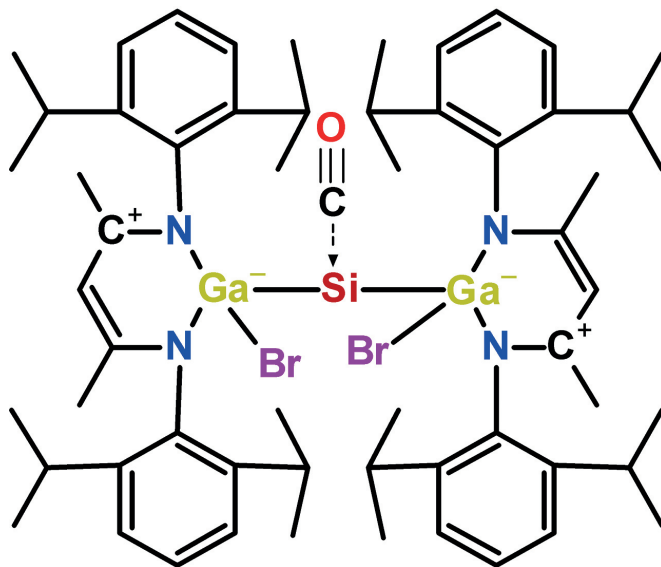
A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő internet-oldalon: http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index_magyar.html



A HÓNAP MOLEKULÁJA

Az ábrán látható szililén-karbonil komplexet ($C_{59}H_{82}Br_2Ga_2N_4OSi$) német laboratóriumban állították elő. Szobahőmérsékleten stabil, szerkezetét röntgenkristallográfiával is meghatározták. Benne a C–Si kötéshossz 186 pm, ami nagyjából egyszeres kötésnek felel meg, a C–O kötéshossz 114 pm, ami egy picit hosszabb a koordinálatlan szén-dioxidban mérhetőnél.

Nat. Chem. 12, 608. (2020)

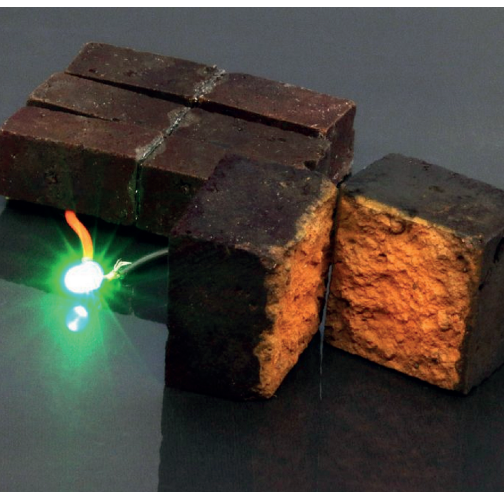


Tycho Brahe konyhája

2010-ben egy cseh–dán kutatócsoport felnyitotta Tycho Brahe (1546–1601) prágai sírját, ahol rajta kívül még felesége, Kirsten Barbara Jørgensdatter (1549–1604) volt eltemetve. Az ekkor vett csontmintákat, s elsősorban azok kollagéntartalmát azóta több módszerrel is alaposan megvizsgálták. A legutóbbi részletes mérésor a maradványok nagy pontosságú izotópprofilját tárta fel. Az eredmények szerint a ^{13}C -izotóp mennyisége mintegy két százalékkal elmaradt a várttól, a ^{15}N -izotóp gyakorisága viszont másfél százalékkal meghaladta a szokásost. Ebből azt a következtetést lehet levonni, hogy a házaspár étrendjében minden bizonnyal jelentős mennyiségben voltak állóvízben nevelt halak.

Herit. Sci. 8, 73. (2020)

Energiatároló téglá



A jövőben a házakra szerelt napelem-panellek melletti energiatárolóként akár egyszerű téglából épült falakat is lehet majd használni. Egy idén publikált eljárással ugyanis a téglából szuperkondenzátorokat lehet kialakítani, és így több tízezerszer feltölthető és kisüthető áramforrást készíteni. Az alapötletet az adta, hogy a szuperkondenzátorok elektródkészítéséhez olyan polimerizációs reakciót használtak, amelyhez vas(III)katalizátorra volt szükség. A vörös színű téglában elég sok vas(III)-oxid van, így először sósavval kezelve, majd monomeregységeket diffundáltatva az anyagba a megfelelő, vezető polimerekből álló elektródok ott is képződnek. A prototípust 13 perc alatt lehetett feltölteni, és egy LED számára negyedórán át biztosított áramot.

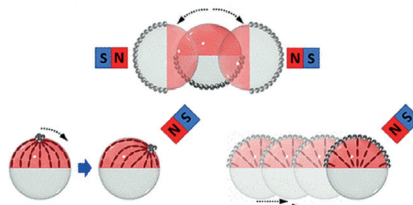
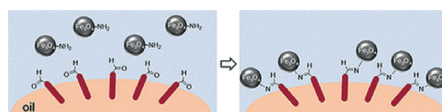
Nat. Commun. 11, 3883. (2020)

Kémiai felvilágosodás

Az oldatban fluoreszkáló festékek többsége elveszíti látványos tulajdonságait akkor, ha szilárd fázisba kötik őket. Ezen jelenség fő oka az, hogy túl közel kerülnek egymáshoz a molekulák és vagy kémiai reakciókkal kioltják egymást, vagy elnyelik egymás kibocsátott fotonjait. Nemrég kidolgoztak egy olyan, általánosan alkalmazható stratégiát, amely kationos fluoreszkáló molekulákat tart távol egymástól egy szintelen, semleges makrociklus és kis méretű anionok hozzáadásával. Az így létrejövő keverék polimerekben és gyantákban is használható. Az elképzelés fényes igazolásaként az eljárás kidolgozói számos olyan szilárd mintát állítottak elő, amely jelentősen erősebb fluoreszcenciát mutatott, mint a korábban előállított legjobb anyagok.



Chem 6, 1978. (2020)



Cseppnyi mágnesek

Egy amerikai kutatócsoport érdekes új játékot talált ki: mágneses sajátosságú nanorészecskéket tartalmazó apró folyadékcseppeket akár mókás módon is lehet mozgatni állandó mágnesek segítségével. A kísérletsorozatban kétoldalú (szénhidrogénből, illetve fluorozott szénhidrogénből álló) cseppecskébe magnetitsemcséket juttattak, majd egy mágnes segítségével lebegtették őket. Amikor folyadékkristály-részecskéket használtak hasonló elrendezésben, a cseppek orientációja követte a külső mágneses tér irányát, így a rendszer az optikai tulajdonságokat megváltoztató kapcsolóként is működhet.

ACS Cen. Sci. 6, 1460. (2020)



KITÜNTETÉS

Kitüntetések a Magyar Tudomány Ünnepe alkalmából

2020. november 3-án az MTA Székházában ünnepi köszöntőkkel, díjátadással és tudományos előadással kezdődött meg a 2020-as Magyar Tudomány Ünnepe. A járvány miatt az esemény online közvetítéssel volt elérhető az érdeklődők számára, a videófelvételek továbbra is megtekinthetők. Az idei programsorozat motója: Jövőformáló tudomány.

A Magyar Tudományos Akadémia Elnöksége kiemelkedő tudományos életműve elismeréseként **Eötvös József-koszorúval** tüntette ki többek között **Nagy Gézát**, a kémiai tudomány doktorát, a Pécsi Tudományegyetem Természettudományi Kar Kémiai Intézet Általános és Fizikai Kémia Tanszék professor emeritását a kémiai szenzorok fejlesztése, valamint az elektrokémia alapvető fontosságú folyamatainak feltárása terén elért kiemelkedő eredményei elismeréseként.

A Richter Gedeon Nyrt. és a Magyar Tudományos Akadémia által alapított Bruckner Győző-díj Kuratóriumának döntése alapján a 2020. évi **Bruckner Győző-fődíj** kitüntetettje: **Somsák László**, az MTA doktora, egyetemi tanár, a Debreceni Egyetem Kémiai Intézetének volt igazgatója, a Szerves Kémiai Tanszék korábbi vezetője a biológiailag aktív szénhidrátszarmazékok tervezése és előállítására, valamint a szénhidrátkémiai szintézismódszerek kifejlesztése területén elért kiemelkedő eredményeiért.

A 40 éven aluli kutatók számára kiírt **Bruckner Győző-díjat Kupai József PhD**, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Szerves Kémia és Technológia Tanszékének egyetemi adjunktusa nyerte el az organokatalizátorok szintézise, alkalmazása és visszaforgatása területén elért kiváló eredményeiért.

A Magyar Tudományos Akadémia Pungor Ernő örökösének közérdekű kötelezettségvállalása alapján Pungor Ernő-díjat alapított. A Pungor Ernő-díj Kuratóriumának döntése alapján a 2020. évi díjat **Horváth Krisztián PhD**, a Pannon Egyetem Analitikai Kémia Intézet Tanszékének egyetemi docense kapta a folyadékromatográfia retenció elméletének kidolgozása és alkalmazása területén elért eredményeiért.

Az Oláh György-díj Kuratóriuma – Oláh György Nobel-díjas tudós közérdekű kötelezettségvállalásával – **Oláh György-díjat** adományozott **Kele Péter PhD**-nak, a Természettudományi Kutatóközpont Szerves Kémiai Intézet kutatócsoport-vezetőjének a kémiai biológia mint kutatási terület hazai meghonosítása és kutatása terén elért eredményeiért.

A Magyar Tudományos Akadémia tudományos osztályainak képviselőiből és a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala díjbizottságának tagjaiból álló kuratórium megosztott **Akadémiai-Szabadalmi Nívódíjban** részesítette **Sarkadi Balázst**, az MTA rendes tagját

és **Váradi Andrást**, az MTA doktorát a biológiai membrántranszporterek vizsgálatában, a fiatal kutatóknak a kutatásokhoz kapcsolódó képzésében, valamint a különböző daganatos és őssejtek membránfehérjéinek vizsgálatában elért eredményeik elismeréseként.

Ezen az ülésen adták át a hagyományosan az MTA Közgyűlésén átadásra kerülő díjakat is: az Akadémiai Aranyérmet, az Akadémiai Díjat, a Wahrmann Mór-érmet, az Arany János életműdíjat, a QP Akadémiai Kiválósági Díjat, valamint az Akadémiai Újságírói Díjat.

A Magyar Tudományos Akadémia Elnöksége kiemelkedő tudományos munkássága elismeréseként **Akadémiai Díjban** részesítette többek között **Kilár Ferencet**, a biológiai tudomány doktorát, a Pécsi Tudományegyetem egyetemi tanárát a bioanalitika, illetve az elválasztástudomány területén nemzetközileg is elismert, kiemelkedő tudományos munkája, a kapillaris elektroforézis nemzetközi és hazai bevezetése és alkalmazása alapjainak megteremtése, valamint kiemelkedő oktatómunkája elismeréseként.

A kitüntetettnek szívből gratulálunk, és munkájukhoz további sikereket kívánunk!

OKTATÁS

21. alkalommal adták át a Magyar Kémiaoktatásért díjakat

A Magyar Tudományos Akadémián négy kémiatanár vehette át kiemelkedő szakmai munkásságáért a Magyar Kémiaoktatásért díjat, amelyet a Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért kuratóriuma évente ítél oda középiskolai és általános iskolai kémiatanároknak. Az idei évben a pedagógusok különösen nagy kihívásokkal szembesültek, ezért még inkább kiemelt a jelentősége, hogy elismerést kapjon évtizedeken át tartó áldozatos munkájuk, amivel jelentősen hozzájárulnak a magas színvonalú szakképzéshez, valamint, hogy kiemelt figyelmet fordítanak a kémia oktatására, megszerettetésére és a tehetséges diákok felkarolására.

„Talán soha nem volt jobban érzékelhető, mint most, hogy az emberiségnek milyen nagy szüksége van a tudományra, a magas szintű kutatási és fejlesztési képességekre és erőforrásokra. Ennek egyik ékes példáját adja a vírusellenes remdesivir hatóanyagának a Richter által az elmúlt hónapokban történt előállítására. Mindenki, aki belülről, közelről megtapasztalta ezt a folyamatot – ahogy én is –, tudja, hogy a projekt milyen óriási és váratlan kémiai, illetve analitikai nehézségekkel járt, és hogy a feladat sikeres megoldása milyen hatalmas tudást, csapatmunkát, erőfeszítést, kudarcűrést, mennyi hitet és küldetésudatot igényelt. Mindez a képesség egyértelműen visszavezethető azokhoz a kiváló, de sokszor kevésbé megbecsült tanárokhoz, akik tudásukkal és személyiségükkel már fiatalon a kutatói pálya irányába tudják terelni tehetséges tanítványaikat. Ezek a tanárok a katalizátorai annak a kutatói kiválóságnak, amely nélkül az ilyen teljesítmények elképzelhetetlenek lennének! Ennek szellemében a Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért célja a kiváló kémiatanárok elismerése és inspirálása arra, hogy hivatásukat soha ne rendüljenek meg, még olyankor sem, ha a munkájukhoz a körülmények közel sem ideálisak. Az egész alapítványi stáb, valamint a Richter nevében szeretném őszinte elismerésemet, tiszteletemet és hálámat kifejezni mindazon kiváló kémiatanároknak, akik ebben az országban (és azon túl) tevékenykednek, és akik közül évről-évre kiválasztásra kerülnek az alapítvány díjazottjai” – mondta *Szántay Csaba*, a kuratórium elnöke.

A díjazott tanárok gondolatai az elismerés kapcsán



Czibor Angelika: Felvidéki magyar pedagógusként egyik fő feladatom: olyan szintű érdeklődést és munkához való viszonyt kialakítani a diákokban, hogy tudásukkal bárhol megállják helyüket a nagyvilágban. A másik feladatom pedig: neveléssel olyan erős gyökereket kialakítani, amelyek szorosan kötik őket a



szűk régióhoz, hogy bármerre is vesse őket a sors, hazavágyjanak, a megszerzett tudást helyben kamatoztassák, hozzájárulva a felvidéki magyarság megmaradásához – gazdaságilag és szellemileg egyaránt. A felterjesztés és az elismerés megerősít abban, hogy munkámat továbbra is ebben a szellemben, teljes odaadással végezzem.



Dóbéné Cserjés Edit: Nem akartam tanár lenni. Vegyész végzettséggel állást keresve közel négy évtizede – terveim szerint csak átmenetileg – tanítást vállaltam a Petrik Lajos Vegyipari Szakközépiskolában. Innovatív közösségbe kerültem, nagy tudású kollégák és a világra nyitott fiatalok közé, és megéreztem a tudás átadásának örömét. Megtisztelő számomra, hogy tanári pályafutásom elismeréseként átvehetem ezt a rangos díjat, amely megerősít abban is, hogy megtaláltam a nekem leginkább való munkát. Büszke vagyok azokra a tanítványaimra, akik versenyeket nyertek, egyetemet végeztek és vegyészként szakmai sikereket érnek el, de azokat nem kevésbé nagyra értékelem, akik kevesebb tehetséggel, de szorgalommal és kitartással szereztek meg tudásukat, és vegyésztechnikusként végzik munkájukat. Tanítványaim ballagási tarisznyájába útravalóul a következő idézetet szoktam tenni: „Egyetlen ismeret van, a többi csak toldás: Alattad a föld, fölötted az ég, benned a létra.” (Weöres Sándor: Szembe-fordított tükrök)



Keglevich Kristóf: Ernest Rutherford állítólag egy alkalommal azt mondta, hogy a tudományos gondolatnak semmi értéke sincs, ha nem lehet azt megmagyarázni akár egy pincérnöknek is. Saját hitem szerint ez az elv ma, a természettudományos oktatás háttérbe szorulásának korában is igaz kell hogy legyen. Úgy érzem, a kémiát könnyű szemléletesen tanítani. Minden tanárnak hinnie kell saját képességeiben, és a gyerekek értelmében; abban, hogy a diákok megérthetik a kémiát, és abban is, hogy felkelthető a kémia iránti érdeklődésük. Ez a kettős cél vezérel a tanórákon. Kaland megtanítani a hetedikesnek, hogyan kell kanyarítani a ró betűt, és élmény látni, ahogy a tizenkettedikes megtanulja a szacharóz pontos térszerkezetet is kifejező képletét. Ezek örömet adnak. Hálás vagyok a Richter Gedeon Alapítványnak, hogy értéket lát munkámban. Igyekszem a megtisztelő kitüntetés úgy meghálálni, hogy amennyire rajtam áll és amennyiben a tantárgy óraszámát ezt lehetővé teszi, minél több diáknak felcsillantok valamit a kémia szépségéből.



Tóth Imre: Ez a díj számomra ajándék, mely mindenkor hálás szívvel emlékeztet az eddig megtett útra, azokra, akik elindítottak, akikkel együtt dolgozhattam, akik támogattak, s megerősít abban, hogy tanárnak lenni csodálatos hivatás, melynek igazi értéke az emberi kapcsolatokban rejtőzik.

Gratulálunk a díjazottaknak, és további sikereket, eredményes munkát kívánunk! Lentebb olvashatják Riedel Miklós kuratóriumi tag beszámolóját a szokásosan felemelő, bár idén rendhagyó eseményről.

Magyar Kémiaoktatásért díj, 2020

Ha hivatalosak akarunk lenni, akkor a sajtóközleményt idézzük, miszerint 2020. október 14-én immár a 21. alkalommal adták át a Richter Gedeon Alapítvány Magyar Kémiaoktatásért díját olyan

kémiantároknak, akik hosszú éveken át tartó áldozatos munkájukkal kiemelt figyelmet fordítottak a kémia oktatására, megszerzettségére, valamint a tehetséges diákok felkarolására. Igyekeztek a természettudományos tudás értékét átadni, és mindközben becsületre, szépre és jóra nevelni tanítványaikat. Az Alapítvány nemcsak elismeri, de inspirálja is a kiváló tanárokat, hiszen a tudásuk, személyiségük, hozzáállásuk a jövőnk kulcsa. A Richter-díj nem életműdíj, értékeli a kimagasló munkásságot, de biztat a jövő teljesítményeire is.

A díjátadó ünnepség külsőségeiben jelentősen eltért az elmúlt húsz évben megszokottól. Már a meghívón látszott, hogy a koronavírus okozta korlátozások miatt rendkívüli szervezésű eseményen vehetünk részt. Valóban, az MTA Vörösmarty-termeiben csak a díjazottak lehettek jelen, néhány családtaggal, a szervezők és a közreműködők mellett, de az esemény online közvetítésére száznál több érdeklődő jelentkezett be, számosan a határon túlról is. Az esemény linkjét a regisztrációt követően a határon kapták meg az érdeklődők.

Szántay Csaba a Magyar Kémiaoktatásért Alapítvány kuratóriumának elnöke a díjátadó bevezetőjében felidézte, hogy napjainkban – különösen a közösségi médiában – sajnos rohamosan nő a tudománytalanság. Öntudata azonban csak a tudományosságának van, hiszen az áltudomány is rendre erre hivatkozik. Ezért kiemelkedő a természettudományos oktatás szerepe, ez adja meg a szellemi bázist a „post-covid” időszakra is, amikor is felértékelődik a tudomány. Becsüljük meg tehát a tanárokat, és legyünk optimisták. *Pellioniszné Paróczai Margit* a Richter Gedeon Nyrt. támogatáspolitikáért és alapítványi tevékenységek koordinálásáért felelős megbízottja a díjazottakat köszöntve elmondta, hogy fel sem merült, hogy a rendezvényt elhalasztják, hiszen a vírus okozta nehéz helyzetben az idén minden tanárt, de elsősorban a kitüntetetteket külön elismerés illeti meg.

És kik is az ez évi díjazottak? *Czibor Angelika* a hetényi (Szlovákia) Tarczy Lajos Magyar Tanítási Nyelvű Alapiskola kémiatanára csak a világháló segítségével lehetett jelen az ünnepségen. A Felvidéki Tehetségsegítő Tanács vezetőségi tagjaként a kezdetektől részt vesz a Hevesy-kémiaverseny felvidéki fordulójának szervezésében, így tartja a kapcsolatot a magyarországi kollégákkal, és aktívan igyekszik biztosítani a felvidéki kémiatanárok közötti módszertani információáramlást is. Az iskola igazgatójaként is foglalkozik a kémiaoktatás színvonalának emelésével, egy EU-s támogatású kémialaboratórium építésével. *Dóbéné Cserjés Edit* vegyészként került a Petrik Lajos Vegyipari Szakközépiskolába, kémiát és szakmai tárgyakat, főleg analitikát tanított. Diákjai szigorú, de jókedvű tanárként ismerték, elve volt a rend, hiszen ez kell a labormunkához. Tanítványai közül sokan értek el eredményt hazai és nemzetközi kémiai és szakmai versenyeken (OSZTV, ÁSZÉV, Grand Prix Chimique, Nemzetközi Kémiai Diákolimpia). A pedagógiai szervezőmunka számos területén tevékenykedett, egyebek mellett dolgozott a kétszintű kémia érettségi vizsga követelményeinek összeállításában, ehhez a tanítást segítő anyagokat, kémiai feladatsorokat is készített. *Keglevich Kristóf*ot, a budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium kémia és történelem szakos tanárát e lap olvasóinak talán nem is szükséges bemutatnunk, hiszen rovatszerkesztőként is találkozhatnak vele. Az iskola magas színvonalú kémia munkaközössége tagjaként minden évfolyamon tanít. Különösen büszke a diákjai bevonásával készített, a közoktatási kémia egészét lefedő, online hozzáférhető jegyzeteire. Diákjai országos és nemzetközi versenyeredményei oly számosak, hogy itt felsorolni meg sem kíséreljük. Történelmi témájú szakmai tanulmányokat is ír. Köszönő beszédében tréfásan jegyezte meg, hogy a Kalmopyrint eszentül



a történelemórán is meg fogja említeni. *Tóth Imre*, a Kecskeméti Református Gimnázium matematika–kémia szakos tanára megannyi orvosnak, vegyésznek, biológusnak, tanárnak adta meg azokat a biztos alapokat, amelyek a továbbtanulásukhoz kellettek. Nagy tudással és szeretettel készíti diákjait a különböző országos kémiaversenyekre (OKTV, Irinyi, Dürer, Oláh, Curie stb.), amelyek döntőiben kiemelkedő sikereket érnek el, sőt az egyik tanítványa a Nemzetközi Mengyelejev Diákolimpián és a Nemzetközi Kémiai Diákolimpián 2020-ban bronzérmert szerzett. A laudációban az egyik diákja elmondta, hogy a díj jó helyen van, hála a Jóistennek, hogy ilyen tanára lehetett.

A díjátadónak különleges hátteret ad a prózai és zenei műsor, ami valódi kulturális élménnyé is teszi azt. *Kubik Anna*, visszatérő vendégünk, nagy tudásaink szellemi örökségéből idézett részleteket. Than Károly szerint a tudást ki kell bányászni, mint az aranyat a tömérdek homok közül, Fabinyi Rudolf az oktatás vezérelvének a történelmiséget tartotta, Oláh György pedig arról írt, hogy az oktatás nemcsak befektetés a jövőbe, de ő maga is mily sokat kapott a fiataloktól. A művésznő egyébként mosolygva említette meg, hogy a díjátadó a második alkalom számára tavasz óta, amikor közönség előtt szerepelhet, és ezt most éppen a kedves vegyészek előtt teheti meg. Az ünnepi eseményt *Szakács Zoltán* zongorajátéka is színesítette. Róla most már tudjuk, hogy nemcsak a gyógyszervegyületek spektrumainak mesetere, hanem a zongorairodaloménak is – Maria Szymanowska noktürnjétől kezdve Mozart és Grieg zongoraszonátaín át a patogó dzsesszátíratokig.

A nagy szervezőmunkát igénylő program és online közvetítés sikerességét a számos visszajelzés mutatja. Csak néhányat idézve, Bonyhádról: „Igen profin volt megszervezve, igazán meg lehetne hagyni a rendszert a vírus utánra is”, vagy *Hegedűs Erzsébet* professzor asszony Nyitráról: „Nagyon szép és megható ünnepség volt. Nagyon szépen köszönöm, hogy részt vehettem rajta.” Ajánlom minden kedves olvasónak, hogy jövőre vegyen részt a 22. díjátadón a remélhetőleg megvalósuló online közvetítésbe kapcsolódva. Kívánjuk, hogy az Alapítvány a jövőben is teljesítse hivatását, és a mostanihoz hasonló kiváló tanárokat köszönthesse! A Richter Gedeon Alapítvány Magyar Kémiaoktatásért díjról az alábbi linken tájékozódhatnak: <https://www.richter.hu/hu-HU/felelossegvallalas/alapitvanyok/Pages/Alapitvany-Magyar-Kemia-Oktatasert.aspx>

Gratulálunk a díjazottaknak!

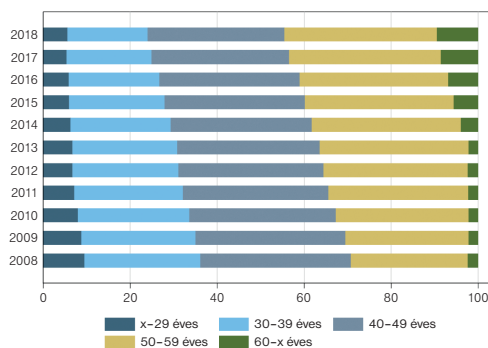
Riedel Miklós

Néhány szám a tanárokról

A Közgazdaság-tudományi Intézet munkatársai 2019 legvégén harmadszorra jelentették meg *A közoktatás indikátorrendszere* című, online elérhető gyűjteményt. [1] Az indikátorrendszert részben a szakpolitikai döntéshozók számára dolgozták ki, részben azért, hogy a tágabb közönség is megismerje a közoktatást leíró legfontosabb mutatókat. Az indikátorok követik például az iskolások számának alakulását, információt nyújtanak a tanulók társadalmi, gazdasági háttéréről; képet adnak a beruházásokról, a bérköltségekről, a közoktatási rendszer emberi erőforrásairól; jelzik, hogy az egyes korcsoportok mekkora hányada tanul a különböző oktatási programokban, milyen a lemorzsolódás; vizsgálják az oktatás minőségét, a közoktatási rendszeren belüli egyenlőtlenségeket; jelzik az eredményességet, a továbbtanulási arányt, számszerűsítik a közoktatás és a felsőoktatás közötti és a munkaerőpiacra való átmenetet.

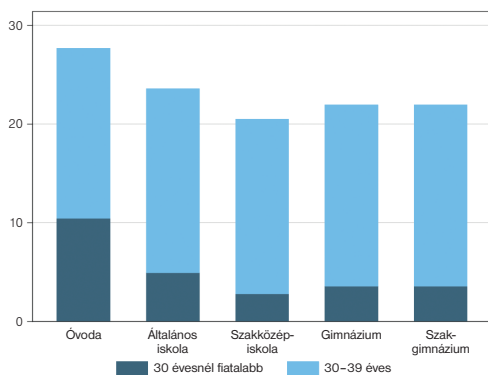
Az óriási adathalmaz a grafikonoktól válik könnyen áttekinthetővé; ezekből néhányat be is mutatunk – a kiadványhoz hasonlóan – kommentár nélkül. Olyan összehasonlító ábrákat válogattunk, amelyek elsősorban a tanárokon keresztül érintik a közoktatást.

Gyakran felvetődik a tanári kar elöregedésének problémája. Az itt idézett grafikonon jól kirajzolódik az „öregedés” trendje és a fiatal tanárok számának csökkenése. Napjainkban új aggodalommal kell számolnunk: az idősebbeket a Covid19 is jobban veszélyezteti, mint a fiatalokat.



Az egyes korcsoportokhoz tartozó pedagógusok százalékaránya a közoktatási intézményekben [1]

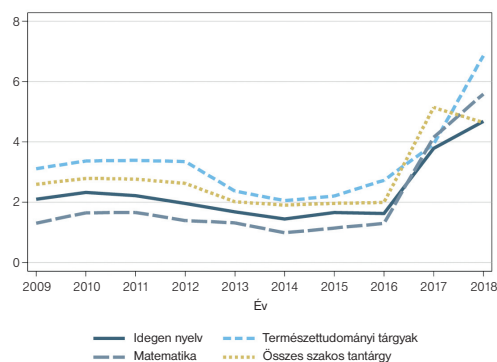
2008 és 2018 között a 30 évesnél fiatalabb tanárok aránya 9-ről 6 százalékra, a 30–39 éves csoporté 27-ről 18 százalékra csökkent. A fiatal pedagógusok két korosztályának megoszlását „kinagyítva” láthatjuk a második grafikonon.



A fiatal korcsoportokhoz tartozó pedagógusok százalékaránya programtípus szerint (2018) [1]

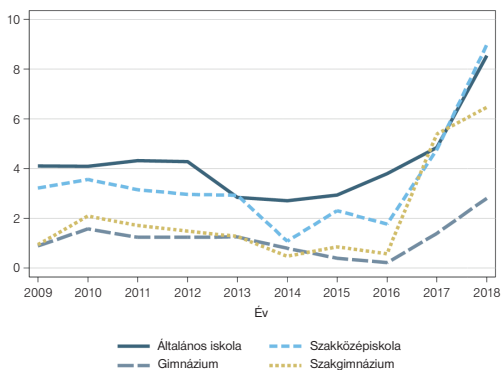
A tanári pálya tekintélyét nem növeli, hogy egyre többen tanítanak – az általános iskolától a gimnáziumig – olyan tárgyakat,

Az egyes szaktárgyakat szakos képesítés nélkül tanítók százalékaránya tárgyak szerint [1]



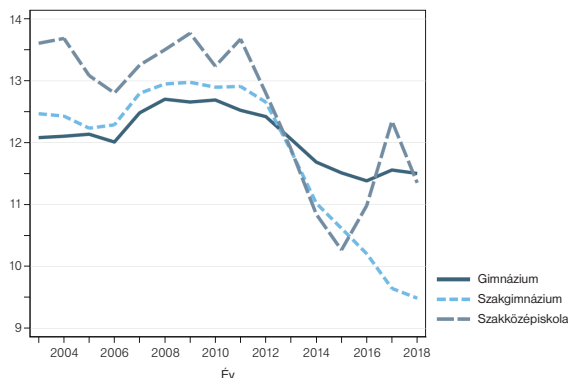


amelyekhez nincs szakképesítésük. Ebből a szempontból 2016-ot talán a „változás évének” nevezzük majd. A legnagyobb kár a természettudományi tárgyak tanításában mutatkozik.



A természettudományi tárgyakat szakos képesítés nélkül tanítók százalékaránya programtípusonként [1]

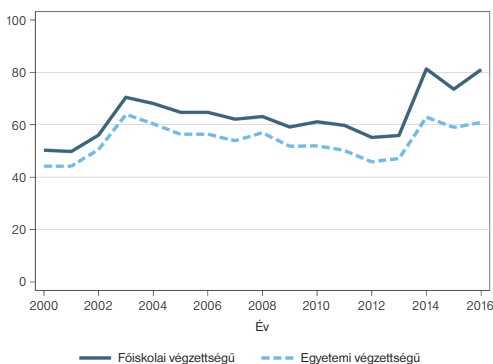
A diák-tanár arányt vizsgálva megfigyelhető, hogy az utóbbi években a szakgimnáziumokban jutott a legkevesebb diák egy tanárra; 2018-ban ez a szám átlagosan 9,5 volt, míg a szakközépiskolákban és a gimnáziumokban 11,5 (mindenhol kedvező változás látszik). A szakképző iskolák adatát az magyarázza, hogy itt számottevően csökkent a diákok száma, míg a tanároké kevésbé. Ez a tendencia megint változhat.



Diák-tanár arány a középiskolákban [1]

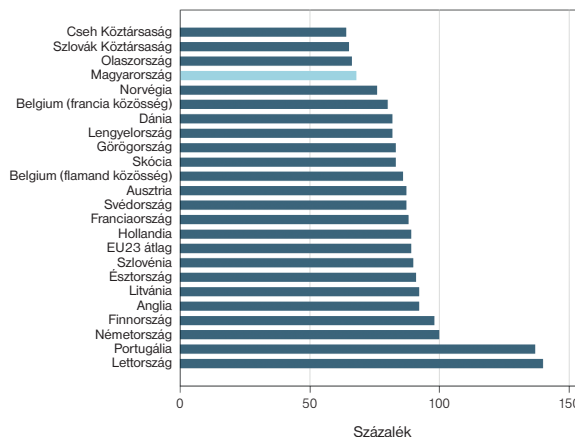
Végül az anyagiak. A tanárok fizetését a más területen dolgozó diplomásokéval összevetve kiderül, hogy a tanárok fizetése jóval elmarad a többiekétől, de a főiskolai végzettségűek relatív keresete magasabb az egyetemi végzettségűekénél. A közalkalma-

A szakképzett pedagógusok keresete az azonos végzettségű, egyéb munkakörben dolgozó diplomások keresetének százalékarányában [1]



zotti alaphéremelését követően valamelyest javult a helyzet (2016-osnál frissebb adatok nem álltak rendelkezésre).

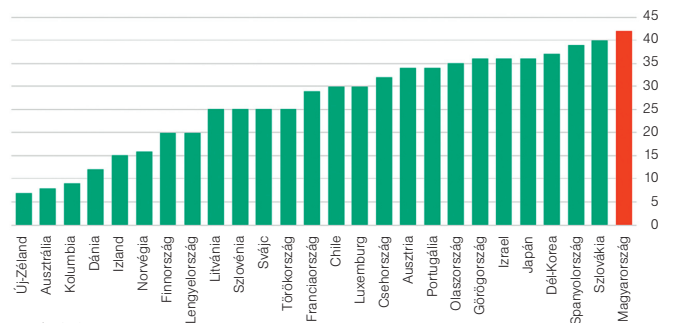
Nemzetközi összehasonlításban is vizsgálták a tanárok és más diplomások keresetét – és itt sem állunk jól: 2017-ben (ez volt a legfrissebb adat) csak három ország maradt le nálunk jobban az európai átlaghoz képest.



A középiskolai pedagógusok keresete a felsőfokú végzettségűek keresetének arányában az európai országokban, 25–64 évesek (2017) [1]

A grafikonok válogatása közben jelent meg a híradás [2] az OECD hasonló, friss jelentéséről (Education at a Glance 2020). Ebből most csak azt idézzük, hogy nemzetközi összehasonlításban Magyarországon kell a legtöbbet (42 évet) dolgoznia egy középiskolai tanárnak a legmagasabb fizetési kategória eléréséhez...

Hány év alatt éri el egy középiskolai tanár a legmagasabb fizetést?



Forrás: OECD, Portfolio

IRODALOM

- [1] Varga Júlia (szerk.): A közoktatás indikátorrendszere 2019. Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont, Közgazdaság-tudományi Intézet, 2019. https://www.mtaki.hu/wp-content/uploads/2020/01/A_kozoktatasi_indikatorrendszere_2019.pdf (letöltés: 2020. 9. 9.)
- [2] <https://www.portfolio.hu/gazdasag/20200911/esujto-jelentes-a-magyar-oktatarol-keves-helyen-buntetik-ennyire-a-tanarokat-448178> (letöltés: 2020. 9. 12.)



HÍREK AZ IPARBÓL

Vegyipari mozaik

A Richter kapta a Figyelő „Év innovatív vállalata” díját. A Richter Gedeon Nyrt.-nek ítélte idén a Figyelő TOP200 független szakmai zsűrije az „Év innovatív vállalata” díjat a kutatás-fejlesztésben és innovációban nyújtott kimagasló teljesítményéért.



A TOP200 kiadvány a legnagyobb hazai vállalkozások teljesítményéről ad áttekintést minden évben, különböző kategóriákban díjazva a legjobbakat. Mivel a cégek és ezzel együtt a magyar gazdaság fejlődésének egyik legfontosabb motorja az innováció és a kutatás-fejlesztés, a TOP200 zsűrije külön elismeri azokat a vállalatokat is, amelyek az e területeken kifejtett tevékenységükkel hozzájárulnak a magyar tudás hírnevének öregbítéséhez.

2019-es teljesítménye alapján az „Év innovatív vállalata” díjat elnyerő Richter innovációs eredményeit jól mutatják a vállalat originális antipszichotikumának, a cariprazine-nak tavalyi sikerei is, így például az, hogy az Egyesült Államokban tavaly bekerült a 200 legkeresettebb gyógyszer közé, vagy hogy Németországban rangos szakmai elismerésben, Galenus von Pergamon Díjban részesült, itthon pedig az „Év gyógyszere 2019” díjat nyerte el. Szintén említést érdemel az elmúlt évből a Richter első saját fejlesztésű bioszimiláris készítményének, a Terrosának a piaci bevezetése, vagy a nőgyógyászati portfólió újabb magas hozzáadott értékű készítményekkel való bővítése.



Áadták a 2020-as IUPAC–Richter díjat. John Macor, a Sanofi Gyógyszergyár gyógyszerkutatói igazgatója vehette át az IUPAC–Richter díjat, amellyel a kiemelkedő gyógyszerkémiai kutatásokat ismerik el. A 8. alkalommal kiosztott nemzetközi gyógyszerkutatói díjat a migrén kezelésére szolgáló új gyógyszerek felfedezéséért ítélte Dr. Macornak az IUPAC Bírálóbizottsága. A pandémiás helyzetre tekintettel idén virtuálisan, online esemény keretében adták át a díjazottnak az emléktáblát.



Letették a Béres új gyártórészlegének alapkövét. A Béres Gyógyszergyár Zrt. eddigi legnagyobb beruházásával tovább épít a vállalat szolnoki gyára. A 6,7 milliárd forint összértékű fejlesztéssel új gyártóüzem-építés, raktár bővítés, termelő- és laboratóriumi eszközök beszerzése is megvalósul.

A vállalat 1995-ben vásárolta meg szolnoki telephelyét, ahol a mostani beruházással együtt eddig több mint 15 milliárd forint értékben valósítottak meg ingatlanfejlesztést, gép- és eszközbeszerzéseket. Az itt foglalkoztatottak száma a kezdeti 64-ről mára 379 főre emelkedett, ezzel a Béres Jász-Nagykun-Szolnok megye tizedik legnagyobb magánfoglalkoztatójává vált.

A jelenlegi fejlesztést a Béres-termékek iránti növekvő piaci kereslet tette szükségessé. A 6,7 milliárd forint értékű, a legkorszerűbb technológiát képviselő beruházásban a Béres Gyógyszergyár 2050 m²-rel növeli gyára területét. Vezérterméke, a Béres Csepp gyártása robottechnológiás gyártósor telepítésével újul meg, továbbá a vállalat termelő- és laboratóriumi eszközöket vásárol, bővíti raktárkapacitását és fejleszti infrastruktúráját. A beruházás a Pénzügyminisztérium Nagyvállalati Beruházási Támogatási Programjának köszönhetően 3,04 milliárd forintos vissza nem térítendő állami támogatással történik.



Budapesten nyitott globális kompetenciaközpontot a Sanofi. A kormánnyal hét éve stratégiai partnerkapcsolatot ápoló multinacionális cég olyan tevékenységet hozott ide, amelyben Magyarország listavezető Kelet-Közép-Európában.

A modern, világszínvonalú munkakörülményeket biztosító egység valódi kompetenciaközpontként működik: olyan innovatív műhelyként, amelyben a munkakörnyezet, az üzleti és kereskedelmi tevékenység, az üzleti adatkezelés továbbfejlesztésén, vala-

mint a folyamatoptimalizáción dolgoznak globális szinten a szakemberek. Jelenleg 200-an dolgoznak itt, de a tervek szerint 2022 végére már 350 munkatársa lesz majd a központnak.

A Sanofi az új központtal együtt már öt telephellyel van jelen Magyarországon, ahol több mint 2000 embert foglalkoztat. (no-vekedes.hu)



A járvány miatt nagyobb alapfizetésre, biztonságosabb munkahelyre vágyunk. Megnőtt az alapláb jelentősége a munkavállalók szemében a tavalyi évhez képest, amely így a rugalmas és kiszámítható időbeosztással együtt vezet 2020-ban a legfontosabb munkahelyválasztási tényezők rangsorát. A Covid-járvány hatására újként került be a TOP15-ös sorrendbe a biztonság szempontja, míg a várakozásoknak megfelelően csökkent a rendszeres csapatépítések népszerűsége.

A korábbi évekhez hasonlóan 2020-ban is megvizsgálta a munkahelyválasztási preferenciákat a PwC Magyarország. Az idei év egyik újdonsága, hogy ezúttal nemcsak a hallgatók és pályakezdők, hanem a tapasztalt munkavállalók elvárásait is felmérték. Szintén újdonság, hogy Magyarország mellett további tíz európai ország is részt vett a kutatásban. A hazai felmérésben részt vevő közel 35 ezer válaszadó 35 százaléka felsőoktatásban, míg 14 százalékuk középiskolában tanul, 50 százalékuk pedig dolgozik.

A kutatás eredményei szerint a 16–28 éves korosztályban a munkahelyválasztási szempontok között három év után idén nagyot ugrott az alapláb (1.) jelentősége, míg a munkahely és magánélet közötti egyensúlyt megteremtő rugalmas munkarend és munkaidő (2.), valamint a kiszámítható időbeosztás (3.) továbbra is kiemelten fontos számukra. A tavalyi év eredményeivel összevetve fontos változás, hogy a közvetlen munkatársak személye két helyet lépett előre a sorrendben (6-ról 4. helyre), megelőzve ezzel az érdekes, kihívást jelentő munkát (5.), a túlorakfizetést (6.), valamint a közvetlen felettes vezetői stílusát (7.) is. (<https://www.pwc.com/hu/hu/>)

Ritz Ferenc összeállítása

Top 15 munkahelyválasztási szempont



Aggregált, országos eredmények (28 év alatti fiatalok)
Forrás: PwC Magyarország, Munkahelyválasztási preferenciakutatás, 2020

MKE-HÍREK

Előfizetés a Magyar Kémiai Folyóirat 2021. évi számaira

A Magyar Kémiai Folyóirat 2021. évi díja fizető egyesületi tagjaink számára 1400 Ft. Kérjük, hogy az előfizetési díjat a tagdíjjal együtt szíveskedjenek befizetni. Lehetőség van átutalással rendezni az előfizetést a Titkárság által küldött számla ellenében. Kérjük, jelezzék az erre vonatkozó igényüket!

Köszönetet mondunk mindenkinek, aki 2020-ban kettős előfizetéssel hozzájárult a határon túli magyar kémikusoknak küldött Folyóirat terjesztési költségeihez. Kérjük, aki teheti, 2021-ben is csatlakozzon a kettős előfizetés akcióhoz.



Rendezvénynaptár – 2021

április 20–27.	Mendelev Olympiad, 2020 – ELHALASZTVA	Budapest
május 6–8.	MKE Biztonságtechnikai Szeminárium, 2020 – ELHALASZTVA	
május 21–23.	Young Researchers' International Conference on Chemistry and Chemical Engineering (YRICCE III) – ELHALASZTVA	Kolozsvár/ Cluj-Napoca
	XXVII. Kémia tanári Nyári Továbbképzés – ELHALASZTVA 2021-re	Eger
szeptember 21–24.	18 th Central European Symposium on Theoretical Chemistry – ELHALASZTVA	Balaton- szárszó
október	Őszi Radiokémiai Napok, 2020 – ELHALASZTVA 2021-re	
november 4.	Kozmetikai Szimpózium, 2020 – ELHALASZTVA 2021-re	Budapest
november 16–18.	5 th Rubber Symposium of the Countries on the Danube – ELHALASZTVA 2021-re	Szeged
november	Hungarocoat, 2020 – ELHALASZTVA	Budapest

MKE egyéni tagdíj (2021)

Kérjük tisztelt tagtársainkat, hogy szíveskedjenek gondoskodni a **2021. évi** tagdíj befizetéséről. A tagdíj összege az egyes tagdíjkategóriák szerint az alábbi:

- alaptagdíj: 10 000 Ft/fő/év
- nyugdíjas (50%): 5000 Ft/fő/év
- közoktatásban dolgozó kémia tanár (50%): 5000 Ft/fő/év
- ifjúsági tag (25%): 2500 Ft/fő/év
- gyesen lévő (25%): 2500 Ft/fő/év

Tagdíjbefizetési lehetőségek:

- banki átutalással (az MKE CIB banki számlájára: 10700024-24764207-51100005)
- az MKE Titkárságán igényelt csekken (mkl@mke.org.hu)
- személyesen (MKE-pénztár, 1015 Budapest, Hattyú u. 16. II/8.)

Banki átutalásos és csekkes tagdíjbefizetés esetén a **név, lakcím, összeg rendeltetése** adatokat kérjük jól olvashatóan feltüntetni.

Ahol a munkahely levonja a munkabérből a tagdíjat és listás átutalás formájában továbbítja az MKE-nek, ez a lista szolgálja a tagdíjbefizetés nyilvántartását.

*

Tájékoztatjuk, hogy 2021-től a **Magyar Kémikusok Lapja** nyomtatott változatát csak azok a tagjaink kapják meg, akik 7000 Ft-tal hozzájárulnak a Lap megjelenéséhez és postázásához. Kérjük, ha az on-line hozzáférés mellett a nyomtatott példányt is szeretné megkapni, küldje el nevét és címét az Egyesület Titkárságának (1015 Budapest Hattyú u. 16. 2/8., e-mail: mkl@mke.org.hu).

Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy a **személyi jövedelemadójuk 1 százalékának felajánlásából idén 777 010 forintot** utal át a NAV Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásait, köszönjük, hogy egyetértene a kémia oktatásáért és népszerűsítéséért kifejtett munkánkkal. A felajánlott összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, valamint a 2020-ban tizenkettedszer megrendezett Kémia tábor egyes költségeinek fedezésére használtuk fel, valamint arra a célra, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő határon túli honfitársunkhoz.

Ezúton is kérjük, hogy a 2020. évi SZJA bevallásakor – értékelve törekvéseinket – éljenek a lehetőséggel és személyi jövedelemadójuk 1%-át ajánlják fel az erre vonatkozó Rendelkező Nyilatkozat kitöltésével.

Felhívjuk figyelmüket, hogy akinek a bevallás pillanatában adótarozása van, az elveszíti az 1% felajánlásának a lehetőségét!

Az MKE adószáma: 19815819-2-41

Felhívjuk szíves figyelmüket, hogy amennyiben a NAV készíti el az adóbevallásukat, úgy külön kell nyilatkozni az 1 százalékáról.

Terveink szerint 2021-ben az így befolyt összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az I. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, valamint 2021-ben tizenharmadszor szervezendő Kémia tábor egyes költségeinek fedezésére használjuk fel.

Továbbra is céljaink közé tartozik, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több kémia iránt érdeklődő határon túli honfitársunkhoz.

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXVI. No. 1. January

CONTENTS

<i>Ion chromatography and ion exchange chemistry at the University of Pannonia</i>	2
HAJÓS PÉTER	
<i>Special fields of expertise are to be merged to attain high-level achievements. An interview with Csaba Janáky, PhD</i>	7
TAMÁS KISS	
Celebrating the 75th volume of the Journal	
<i>An original article by Alajos Kálmán and a comment by</i>	
PETRA BOMBICZ	9
<i>¹⁴C produced by experimental nuclear explosions.</i>	
<i>The radioisotope in the body</i>	13
TIBOR BRAUN	
Cloud poking	
<i>A nasal spray that doesn't protect from coronavirus (yet)</i>	15
DEZSÓ CSUPOR	
Book reviews	
<i>MTA–ELTE Research Group of Peptide Chemistry 1961–2018</i>	16
TAMÁS KISS	
<i>Membranes in modern water technology</i>	16
LÁSZLÓ GUBICZA	
Obituary	
<i>Professor László Rácz has passed away</i>	17
CSABA CSUTORÁS	
<i>Anniversaries in chemistry with Hungarian reference in 2021</i>	18
ISTVÁN PRÓDER	
<i>Chembits</i>	26
GÁBOR LENTE	
<i>News of the Month</i>	28



Megbízható Mennyiségi Meghatározás

Minden komponens, mátrix és felhasználó esetében

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

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



Thermo Scientific™ TSQ Altis™
hármaskvadrupol tömegspektrométer



Thermo Scientific™ TSQ Quantis™
hármaskvadrupol tömegspektrométer



Thermo Scientific™ TSQ Fortis™
hármaskvadrupol tömegspektrométer

További információk:

thermofisher.com/confidentquantitation

Kizárólagos képviselő:

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

UNICAM