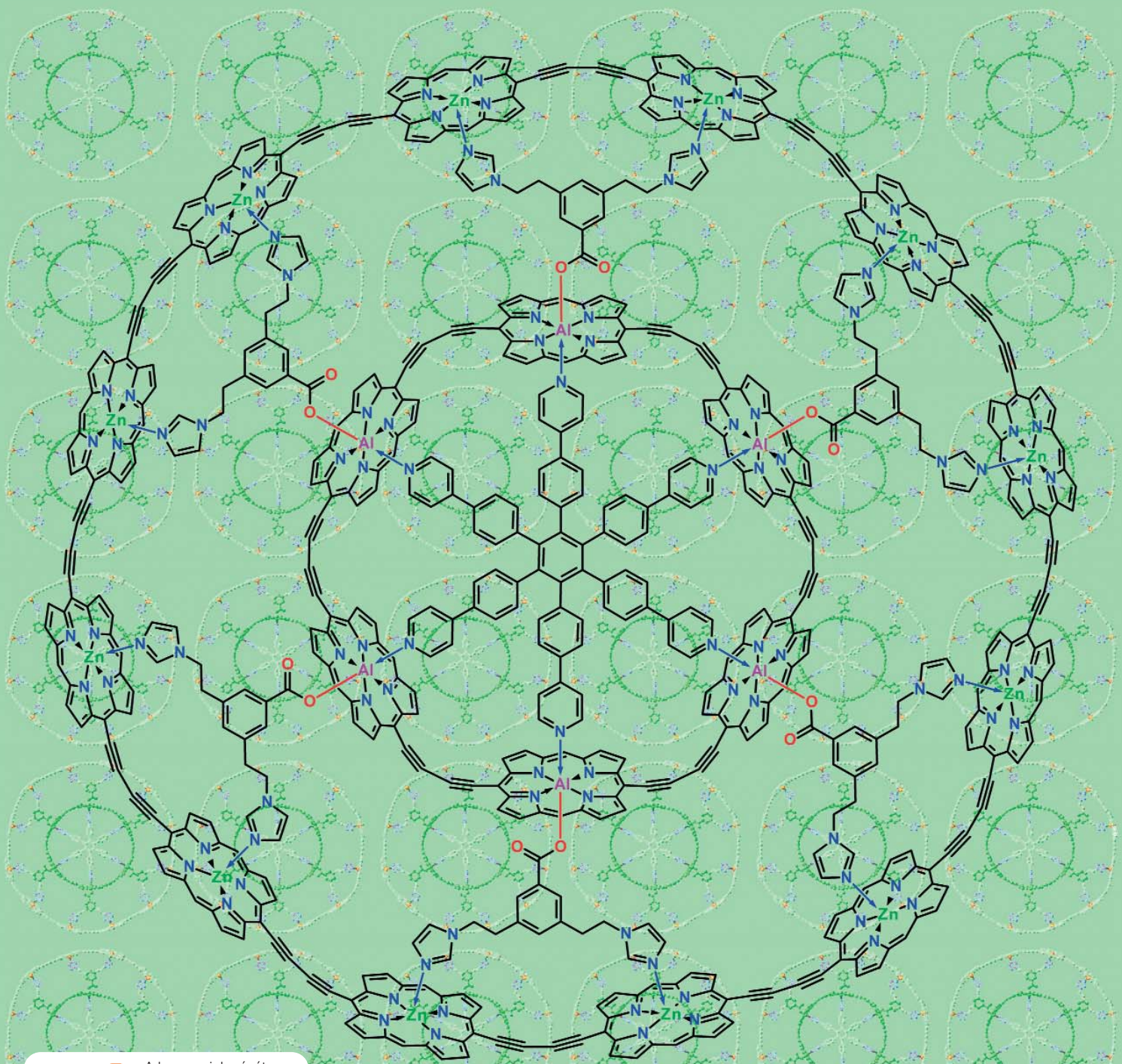
A TARTALOMBÓL:

A 2015. évi Nobel-díjak
A hasadó élesztőgomba sejtciklusa
Multifunkciós polimerek
Pécsi karotinoidkémiai kutatások
EuCHeMS-hírlevél, 2016. február

# MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXI. ÉVFOLYAM • 2016. FEBRUÁR • ÁRA: 850 FT



A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap támogatja
Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült

Thermo SCIENTIFIC

# Egy drámaian más ICP-MS

A **Thermo Scientific iCAP Q ICP-MS** analitikai teljesítményben és az egyszerű kezelhetőségben drámaian különbözik a korábbi készülékektől. Az új Q Cell flatapol technológia a jelenleg elérhető legjobb kimutatási határokat biztosítja a teljes analízis idő akár 50%-os csökkenése mellett. A néhány kattintással elérhető automatizált beállítások segítségével gyorsan fejleszthet megbízható mérési módszereket, anélkül hogy az ICP-MS technika szakértője lenne. Az egyszerű karbantartás és a rendkívül kompakt méretek költséghatékony üzemeltetést biztosítanak.

## nyomelem analízisre

• thermoscientific.com/dramatic

**iCE 3000 AA család**
Innovatív dizájn, automatikus váltás a láng és grafitkemence üzemmódok között

**iCAP 7000 ICP-OES család**
Az elérhető legnagyobb teljesítményű ICP-OES megbízható rutin multielemes analízisre

**iCAP Q ICP-MS**
Kiemelkedő teljesítményre, termelékenységre és egyszerű használatra tervezve

*Kizárólagos képviselet:*

**UNICAM Magyarország Kft.**, 1144 Budapest, Kőszeg utca 27.
Telefon: +36 1 221 5536 • Fax: +36 1 221 5543
E-mail: unicam@unicam.hu • Web: www.unicam.hu

20 éves
UNICAM
Magyarország Kft.

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA
HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL
*LXXI. évf., 2. szám, 2016. február*

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

Szerkesztőség:
Felelős szerkesztő: KISS TAMÁS
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:
ANDROSITS BEÁTA, BANAI ENDRE, JANÁKY CSABA, LENTE GÁBOR, NAGY GÁBOR, PAP JÓZSEF SÁNDOR, ZÉKÁNY ANDRÁS
Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:
SZÉPVÖLGYI JÁNOS, a szerkesztőbizottság elnöke, SZEKERES GÁBOR örökös főszerkesztő, ANTUS SÁNDOR, BECK MIHÁLY, BIACS PÉTER, BUZÁS ILONA, HANCSÓK JENŐ, JANÁKY CSABA, JUHÁSZ JENŐNÉ, KALÁSZ HUBA, KEGLEVICH GYÖRGY, KOVÁCS ATTILA, KÖRTVÉLYESI ZSOLT, KÖRTVÉLYESSY GYULA, LIPTAY GYÖRGY, MIZSEY PÉTER, MÜLLER TIBOR, NEMES ANDRÁS, RÁCZ LÁSZLÓ, 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
Email: mkl@mke.org.hu

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete
Felelős kiadó: ANDROSITS BEÁTA
Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.
Nyomás és kötés: Mester Nyomda
Felelős vezető: ANDERLE LAMBERT
Tel./fax: 36-1-455-5050

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete
Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank 10700024-24764207-51100005 sz. számlájára „MKL” megjelöléssel
Előfizetési díj egy évre 10 200 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 számaink 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)

## KEDVES OLVASÓK!

*Az elmúlt év vége felé számos előadást hallgathattunk meg az Európai Unió eddigi legnagyobb kutatási és innovációs programja, a 2014–2020. évekre szóló Horizon(t)2020 keretprogram első évében nyert tapasztalatokról, eredményekről. A program irányítói 2015-ben érdekes és tanulságos statisztikai adatokat tartalmazó kiadványt állítottak össze a 2014. december 1-jével lezárult első száz pályázati felhívás adatainak feldolgozása alapján. Az eredményeket, tapasztalatokat részletesen ismertető brosúra megtalálható a H2020 keretprogram honlapján. A magyar pályázóknak ezenfelül messzemenően ajánlhatjuk a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal honlapjának tanulmányozását. Itt a tapasztalatokat és a pályázati lehetőségeket ismertető számos előadás anyagán, a programokra vonatkozó magyar nyelvű információkon túl kiemelkedő értéket képvisel a Nemzeti Kapcsolattartó Pontokkal (NCP) és a Programbizottsági Tagokkal (PC) való kapcsolatfelvétel lehetősége. A tapasztalt pályázók tudják, hogy az NCP-k értékes segítséget nyújthatnak a pályázatok kidolgozásához, benyújtásához szükséges kapcsolatok építésében, de a jelenlegi, igen összetett tematikájú program területén való eligazodásban, a pályázati felhívások közötti helyes választásban segítségük, szerepük jelentősége a korábbiakat messze felülmúlja.*

*A tapasztalatokról, eredményekről szeretnék néhány információt megosztani a kedves olvasókkal. Az első száz pályázati felhívásra benyújtott, a pályázati előírásoknak megfelelő, tehát befogadható pályázatok elemzésével megállapítható, hogy a H2020 program rendkívül népszerű mind az egyetemek, kutatóintézetek, mind a vállalkozások körében. Több mint 36 ezer befogadható pályázatot nyújtottak be valamennyi gazdasági szektorból, ezek között a nyertesek aránya – a finanszírozási korlátok miatt – mintegy 14% volt. Az értékelők kiemelik, hogy a sikeres pályázók 38%-a az EU által támogatott korábbi K+F programokban nem vett részt, tehát új pályázónak számít, és ezek között is 1100 a kis és közepes méretű vállalkozás. Az adminisztratív eljárások radikális egyszerűsítése következtében a nyertes pályázók 95%-ával sikerült megkötni a támogatási szerződést az előirányzott nyolc hónapon belül.*

*A magyar részvételről a fentiekben említett időszakban a következő adatokat emelhetjük ki: az aláírt szerződések alapján 171 nyertes pályázat összesen 38,5 millió eurót nyert el, a legtöbb magyar pályázó a „Research and Innovation action” típusú programokban volt sikeres, továbbá Budapesten és Pest megyében működik a legtöbb nyertes szervezet.*

*Bíztatjuk az érdeklődőket, hogy keressék a pályázati lehetőségeket. A releváns honlapok: http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020, http://nkfih.gov.hu/nemzetkozi-tevekenyseg/horizont-2020.*

Buzás Ilona

*Buzás Ilona,*
*az MKL szerkesztőbizottságának tagja*

## TARTALOM

**NOBEL-DÍJ, 2015**
**Gyurcsik Béla:** A sejtek DNS-javító mechanizmusainak molekuláris szintű magyarázatával kapcsolatos kutatások érdemelték ki a kémiai Nobel-díjat 2015-ben **34**
**Szendrei Kálmán, Csupor Dezső:** Megosztott Nobel-díj két természetes eredetű gyógyszermolekula felfedezéséért **36**
**Horváth Dezső:** Neutrínóoszcilláció és neutrínótömeg. Fizikai Nobel-díj, 2015 **38**

**HAZAI KUTATÓMŰHELYEK BEMUTATKOZÁSA**
**Sveiczer Ákos, Horváth Anna:** A hasadó élesztőgomba sejtciklusa. Mérések mikroszkópos filmeken, matematikai modellezés, filogenetika **41**
EuCheMS Newsletter, 2016. február **45**

**VEGYIPAR- ÉS KÉMIATUDOMÁNY**
***Bruckner-termi előadások***
**Karger-Kocsis József:** Multifunkciós polimerek és kompozitjaik. A Diels–Alder-reakció szerepe **49**
**Agócs Attila:** A pécsi karotinoidkémiai kutatások napjainkban **50**
**Budai Iván:** A magyar vegyipar teljesítményéről és perspektíváiról **53**

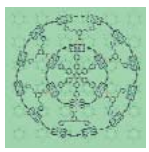
**KÖNYVISMERTETÉS**
**Inzelt György:** Than Károly és a szerves kémia. Gondolatok egy 2015 őszén megjelent könyv kapcsán **58**
**Éles János, Túrós György:** Áramlásos kémia (Flow chemistry. F. Darvas, V. Hessel, Gy. Dorman (Eds.)) **60**

**KITEKINTÉS**
**Patkós András:** Egy klasszikus tökéletességű természettörvény centenáriuma **62**

**VEGYÉSZLELETEK**
**Lente Gábor** rovata **64**

**EGYESÜLETI ÉLET** **66**

**A HÓNAP HÍREI** **67**

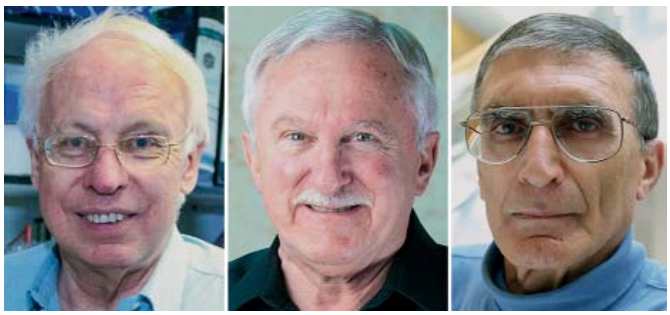


**Címlap:**
Matrjoska-porfirin – a hónap molekulája. Lente Gábor grafikája

Gyurcsik Béla
SZTE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék, MTA–SZTE Bioszervetlen Kémiai Kutatócsoport

# A sejtek DNS-javító mechanizmusainak molekuláris szintű magyarázatával kapcsolatos kutatások érdemelték ki a kémiai Nobel-díjat 2015-ben[1]

A Svéd Királyi Tudományos Akadémia 2015-ben három kutatónak ítélt kémiai Nobel-díjat a DNS-javító mechanizmusok tanulmányozása során elért eredményeikért. *Tomas Lindahl* Stockholmban (Svédország) született 1938-ban, jelenlegi munkahelye a Francis Crick Intézet és a Clare Hall Laboratórium (Hertfordshire, Egyesült Királyság); *Paul Modrich* 1946-ban született az Egyesült Államokban, kutatásait a Howard Hughes Orvosi Intézetben és a Duke University School of Medicine egyetemen (Durham, NC, USA) végzi; *Aziz Sancar* szintén 1946-os születésű (Savur, Törökország), az Észak-Karolinai Egyetemen (Chapel Hill, NC, USA) kutat. Mindhárman a biokémia professzorai.



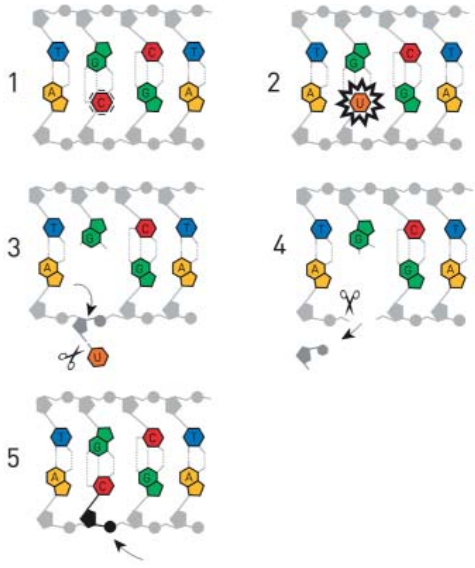
**Tomas Lindahl, Paul Modrich és Aziz Sancar (balról jobbra), 2015 kémiai Nobel-díjasai**

Ismert, hogy a DNS-molekulák nem kívánt módosulása a sejtekben meglehetősen gyakori folyamat, amit okozhat elektromágneses sugárzás (ionizáló röntgensugarak, UV-sugárzás), kiválthatják különböző oxidatív kémiai reaktánsok (reaktív metabolitok és egyéb szervezetbe kerülő – rákkeltő – vegyületek), de másolása, a DNS-replikáció során is sérülhet. Mindez meglepően hangzik, hiszen a DNS a genetikai információt örökítő anyag, így létfontosságú a földi élet fenntartásában. A DNS hasadása sejthalálhoz vezethet, a kódoló szekvenciák véletlenszerű változása pedig rákos vagy öröklődő genetikai betegségek kialakulását idézheti elő.

A DNS integritásának megőrzéséhez a sejtekben tehát szükség van olyan molekuláris gépezetekre, melyek a DNS sérülése nyomán lépnek működésbe, és javítják a meghibásodásokat. Ezeknek az egyedülálló molekuláris mechanizmusoknak a feltárása új, jobb minőségű és hatékonyabb terápiás eljárásokhoz, új gyógyszerek kifejlesztéséhez vezethet a DNS károsodásához rendelhető, többségében ma még gyógyíthatatlan betegségek terén. Tomas Lindahl szerint minél többet tudunk a DNS-molekula sérüléseiről és az ezek következtében fellépő javító mechanizmusokról, annál hatékonyabban pusztíthatunk el rákos sejteket anélkül, hogy az egészséges sejtekre káros hatást gyakorolnánk. A három 2015. évi Nobel-díjas egymástól független kutatásokat végzett a különböző típusú DNS-javító mechanizmusok megértése céljából.

Tomas Lindahl PhD-disszertációját a stockholmi Karolinska Intézetben készítette el 1967-ben. Az 1970-es években kimutatta, hogy a DNS-molekula olyan mértékben bomlékony, hogy e tulajdonsága lehetetlenné tenné az élet kifejlődését a Földön [1]. Demonstrálta a fiziológiás körülmények között spontán lejátszódó hidrolitikus depurinálást [2], ami a DNS-lánc hasításához vezet [3], valamint a nagymértékű citozin-dezaminálódást, ami pedig mutagén uracil kialakulását eredményezi [4]. Ennek ismeretében jött rá, hogy a sejtekben a DNS meghibásodását folyamatosan

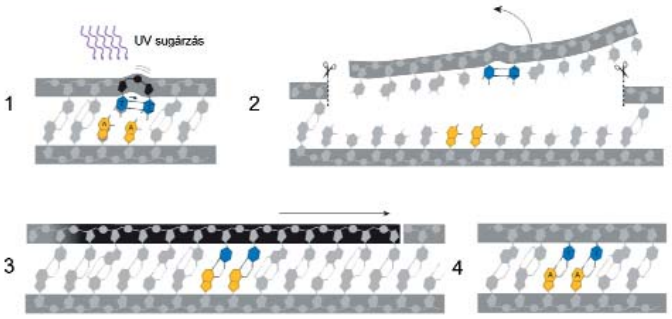
**A báziskivágó DNS-javító mechanizmus sematikus ábrázolása. 1. Egy citozin dezaminálódik. 2. A képződő uracil nem tudja kialakítani a megfelelő hidrogénhidas kölcsönhatásokat. 3. A glikoziláz enzim kivágja a hibás nukleobázist. 4. További enzimek eltávolítják a hibás nukleotid maradékát. 5. A DNS-polimeráz és -ligáz enzimek pótolják a DNS-szálban képződött hiányt**




[1] A cikk alapját a Svéd Királyi Tudományos Akadémia 2015. évi kémiai Nobel-díjról szóló kiadványa képezi.

korrigáló báziskivágó mechanizmus (base excision repair – BER) akadályozza meg a genetikai információ összeomlását. Azonosította az uracil-DNS-glikoziláz enzimet [5], mely a BER alapját képezi. Tomas Lindahl részleteiben feltárta a DNS-javítás BER-mechanizmusát [6], s elvégezte a bakteriális és a humán BER teljes rekonstitúcióját tisztított enzimekkel [7,8]. Ma már a DNS oxidatív károsodásának több mint 100 féle típusát ismerjük, melyek többségét a BER-mechanizmus javítja.

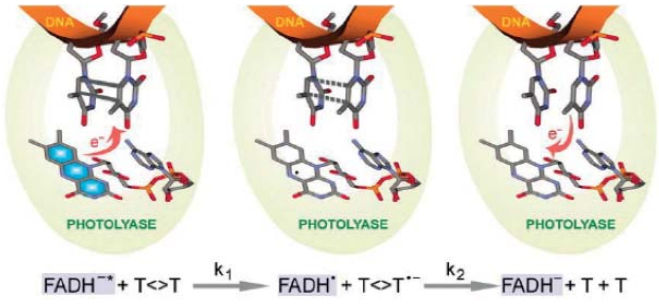
Aziz Sancar a Texasi Egyetemen (Dallas, USA) szerezte meg PhD-fokozatát 1977-ben. Már PhD-kutatásai során sikerült elsőként olyan enzimet, az *Escherichia coli*-fotoliázt izolálnia, mely a DNS-ben az UV-fény hatására bekövetkezett károsodásokat állítja helyre [9]. Hamarosan kifejlesztett egy olyan eljárást, melynek segítségével új fehérjéket tudott egyszerűen detektálni a sejteken belül [10]. Ez vezette el a nukleotidkivágó DNS-javításban szerepet játszó enzimek azonosításához, melyek működési mechanizmusára is javaslatot tett – előbb az UvrA, UvrB és UvrC fehérjéket exinukleáz-komplexként kezelve [11], majd az UvrD, valamint a DNS-polimeráz és -ligáz enzimekkel kiegészítve [12], végül a négy fenti fehérje szekvenciális szerepét tisztázva [13]. Ma már a humán sejtekben lejátszódó nukleotidkivágó DNS-javító mechanizmus elemei is ismertek, többek között Aziz Sancar munkásságának köszönhetően [14].




**A nukleotidkivágó DNS-javító mechanizmus vázlatos működési elve. 1. A DNS-láncban két szomszédos timin kapcsolódhat össze UV-sugárzás hatására. 2. A hiba felismerését követően az exinukleáz enzimkomplex a DNS-láncból 12 nukleotid hosszúságú szakaszt vág ki, amit a DNS-helikáz eltávolít onnan. 3. A DNS-polimeráz felépíti a hiányzó nukleotidszakaszt. 4. A ligáz enzim kovalens kötéssel összekapcsolja az újonnan képződött és a már meglévő láncrészletet**

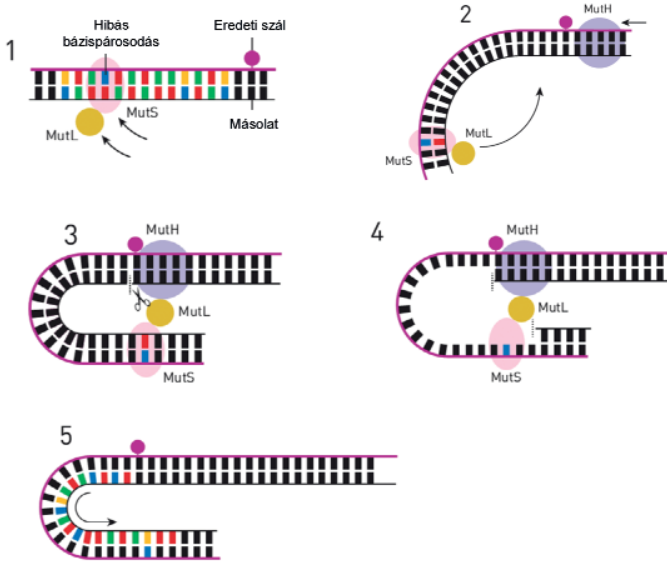
1984 és 1989 között Aziz Sancar még visszatért a fotoliáz enzim tanulmányozásához is. Megállapította, hogy az UV-fény hatására képződő timin-dimerek javítása a látható fény segítségével működő fenti enzim segítségével is végbemehet. Azonosította a fényenergiát kémiai energiává alakító kromofórokat és az ezek segítségével képződő gyököket a fotoliázban. Az egyik ilyen kromofór a flavin-adenin-dinukleotid redukált formája ($FADH^-$), melyről gerjesztett állapotban egy elektron kerül a pirimidin-dimerre annak felhasadását eredményezve [15–17].

**Timin-dimerek hasítása a fotoliáz enzim segítségével baktériumsejtekben [18]**




Bár ez a fényindukált DNS-javító mechanizmus nem öröklődött az emlősökre, a napi biológiai ritmus a fotoliázzal homológ fehérjék működésén alapul [19].

Paul Modrich a Stanford Egyetemen doktorált 1973-ban. Amint azt már a fentiekben említettük, a DNS replikációja nem hibamentes folyamat, ami a humán genom méretét és a szervezetet felépítő sejtek számát tekintve érthető. Bár a DNS-polimeráz képes bizonyos mértékben korrigálni a hibákat, még így is kb. $10^{-5}$ nagyságrendű a hibás bázispárok kialakulásának valószínűsége. A sejtekben egy DNS-javító mechanizmus jelentős mértékben csökkenti az ilyen össze nem illő bázispárok számát. Paul Modrich adta meg e hibás bázispárosodásokat korrigáló DNS-javító mechanizmus részletes leírását sejtmentes *E. coli*-extraktumok tanulmányozásával. Ő mutatta ki először azt is, hogy a javítás




**A DNS másolása közben kialakuló hibás bázispárosodásokat korrigálja a sejtek erre hivatott DNS-javító mechanizmusa, a Mismatch Repair (MMR). 1. A hibás bázispárt a MutL és MutS enzimek érzékelik. 2. A MutH enzim felismeri a metilált bázist a templát-szálon. 3. Az előbbi enzimek eltávolítják a hibás nukleotidot tartalmazó DNS-szakaszt. 4. A DNS-polimeráz és -ligáz enzimek helyreállítják a hiányzó szekvenciát**

metilált nukleobázisokhoz kötődik [20–25]. A későbbiekben a humán sejtekben lejátszódó hasonló javítómechanizmust is jellemezte [26], melyet nem a metiláció, hanem inkább az egyszálú DNS-hasítás vezérelhet.

Összefoglalva elmondható, hogy Tomas Lindahl, Paul Modrich és Aziz Sancar alapvető és átütő erejű felfedezései a DNS enzimatikus javítása terén nagyban hozzájárultak e folyamatok mechanizmusának molekuláris szintű megértéshez. Ezzel párhuzamosan a DNS-javítás egyéb mechanizmusai is, mint amilyen a nem homológ végek összekapcsolása vagy a homológ rekombináció, egyre pontosabban körvonalazódnak. Ezek az eredmények várhatóan további olyan kutatásokat is jelentősen előrelendítenek és inspirálnak, amelyek révén a DNS meghibásodásához köthető betegségek gyógyítása válik majd lehetségessé. A rákos sejtekben a DNS-javító mechanizmusok gátlása a sejtek pusztulásához vezet, míg például mesterséges nukleázok által indukált homológ

rekombináció egy mutációt hordozó gén javítását eredményezi. Magyarországon is számos kutatóműhelyben dolgoznak hasonló jellegű problémák megoldásán.

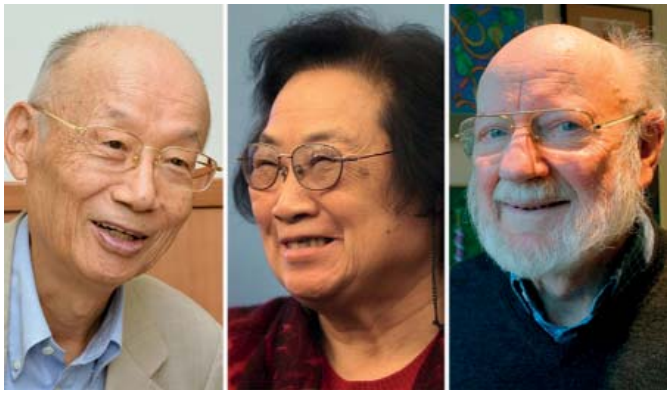
IRODALOM
[1] T. Lindahl: Instability and decay of the primary structure of DNA. Nature (1993) 362, 709–715.
[2] T. Lindahl, B. Nyberg: Rate of depurination of native deoxyribonucleic acid. Biochemistry (1972) 11, 3610–3618.
[3] T. Lindahl, A. Andersson: Rate of chain breakage at apurinic sites in double-stranded deoxyribonucleic acid. Biochemistry (1972) 3618–3623.
[4] T. Lindahl, B. Nyberg: Heat-induced deamination of cytosine residues in deoxyribonucleic acid. Biochemistry (1974) 13, 3405–3410.
[5] T. Lindahl: An N-glycosidase from Escherichia coli that releases free uracil from DNA containing deaminated cytosine residues. Proc Natl Acad Sci USA (1974) 71, 3649–3653.
[6] T. Lindahl, R.D. Wood: Quality control by DNA repair. Science (1999) 286, 1897–1905.
[7] G. Dianov, T. Lindahl: Reconstitution of the DNA base excision-repair pathway. Curr Biol (1994) 4, 1069–1076.
[8] Y. Kubota, R.A. Nash, A. Klungland, P. Schär, D.E. Barnes, T. Lindahl: Reconstitution of DNA base excision-repair with purified human proteins: interaction between DNA polymerase beta and the XRCC1 protein. EMBO J (1996) 15, 6662–6670.
[9] A. Sancar, C. S. Rupert: Cloning of the phr gene and amplification of photolyase in Escherichia coli. Gene (1978) 4, 295–308.
[10] A. Sancar, A. M. Hack, W.D. Rupp: Simple method for identification of plasmid-coded proteins. J Bacteriol (1979) 137, 692–693.
[11] A. Sancar, W. D. Rupp: A novel repair enzyme: UVRABC excision nuclease of Escherichia coli cuts a DNA strand on both sides of the damaged region. Cell (1983) 33, 249- 260.
[12] I. Husain, B. Van Houten, D. C. Thomas, M. Abdel-Monem, A. Sancar: Effect of DNA polymerase I and DNA helicase II on the turnover rate of UvrABC excision nuclease. Proc Natl Acad Sci USA (1985) 82, 6774–6778.
[13] C. Petit, A. Sancar: Nucleotide excision repair: from E. coli to man. Biochimie (1999) 81,15–25.
[14] D. Mu, C. H. Park, T. Matsunaga, D. S. Hsu, J. T. Reardon, A. Sancar: Reconstitution of human DNA repair excision nuclease in a highly defined system. J Biol Chem (1995) 270, 2415–2418.
[15] G. B. Sancar, F. W. Smith, R. Reid, G. Payne, M. Levy, A. Sancar: Action mechanism of Escherichia coli DNA photolyase. I. Formation of the enzyme-substrate complex. J Biol Chem (1987) 262, 478–485.
[16] M. S. Jorns, E. T. Baldwin, G. B. Sancar, A. Sancar: Action mechanism of Escherichia coli DNA photolyase. II. Role of the chromophores in catalysis. J Biol Chem (1987) 262, 486–491.
[17] G. B. Sancar, M. S. Jorns, G. Payne, D. J. Fluke, C. S. Rupert, A. Sancar: Action mechanism of Escherichia coli DNA photolyase. III. Photolysis of the enzyme-substrate complex and the absolute action spectrum. J Biol Chem (1987) 262, 492–498.
[18] Y-T. Kao, C. Saxena, L. Wang, A. Sancar, D. Zhong: Direct observation of thymine dimer repair in DNA by photolyase. Proc Natl Acad Sci USA (2005) 102, 16128–16132.
[19] A. Sancar: Regulation of the mammalian circadian clock by cryptochrome. J Biol Chem (2004) 279, 34079–34082.
[20] P. J. Pukkila, J. Peterson, G. Herman, P. Modrich, M. Meselson: Effects of high levels of DNA adenine methylation on methyl-directed mismatch repair in Escherichia coli. Genetics (1983) 104, 571–582.
[21] A. L. Lu, S. Clark, P. Modrich: Methyl-directed repair of DNA base-pair mismatches in vitro. Proc Natl Acad Sci USA (1983) 80, 4639–4643.
[22] S. S. Su, P. Modrich: Escherichia coli mutS-encoded protein binds to mismatched DNA base pairs. Proc Natl Acad Sci USA (1986) 83, 5057–5061.
[23] M. Grilley, K. M. Welsh, S. S. Su, P. Modrich: Isolation and characterization of the Escherichia coli mutL gene product. J Biol Chem (1989) 264, 1000–1004.
[24] K. M. Welsh, A. L. Lu, S. Clark, P. Modrich: Isolation and characterization of the Escherichia coli mutH gene product. J Biol Chem (1987) 262, 15624–15629.
[25] R. S. Lahue, K. G. Au, P. Modrich: DNA mismatch correction in a defined system. Science (1989) 245, 160–164.
[26] L. Dzantiev, N. Constantin, J. Genschel, R. R. Iyer, P. M. Burgers, P. Modrich: A defined human system that supports bidirectional mismatch-provoked excision. Mol Cell (2004) 15, 31–41.

Szendrei Kálmán–Csupor Dezső
SZTE Gyógyszerésztudományi Kar, Farmakognóziai Intézet

# Megosztott Nobel-díj két természetes eredetű gyógyszermolekula felfedezéséért

Az orvosi-élettani Nobel-díjak több mint 100 éves történetében nagy ritkaságnak számít, hogy gyógyszermolekula felfedezését ítéli a Nobel Bizottság jutalomra méltónak. Nobel-díjjal elsősorban nagy jelentőségű elméleti kutatásokat jutalmaznak; a korábbi példák (hormonok, vitaminok) az emberi szervezet élettani folyamatainak kutatásából származtak és gyógyszerként történő alkalmazásuk is a szervezet egyensúlyi folyamatainak befolyásolását, helyreállítását célozta.

2015 októberében a Nobel Bizottság bejelentette, hogy ebben az évben az orvosi-élettani díjjal megosztva jutalmazza *Juju Tu* kínai kutatót a malária, *William C. Campbell* ír és *Omura Satoshi* japán kutatót pedig a féregfertőzések gyógyításában elért úttörő eredményeikért.



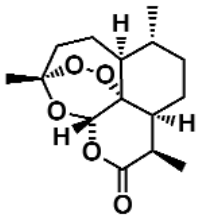
**Omura Satoshi, Juju Tu és William C. Campbell (balról jobbra), az orvosi Nobel-díjasok**

## A természetes artemizinin és származékai

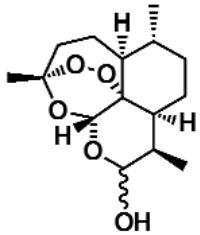
Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) által az 1970-es években nagy lelkesedéssel meghirdetett „Egészséget mindenkinek 2000-re” kampányról hamar kiderült, hogy túlzott, irreális elvárásokat fogalmaz meg. A fertőzéses és krónikus megbetegedések számának gyors emelkedése megújult erőfeszítéseket tett indokolttá a kormányok és a gyógyszerkutatás részéről. Minderre tipikus példa a malária: a WHO zászlaja alatt elindított maláriaeradikációs kampány korlátai a kezdeti sikerek után már korán jelentkeztek. A kininből származtatott maláriaellenes szerekkel (klorokin, meflokin) szemben rezisztenciát mutató kórokozók (elsősorban a *Plasmodium falciparum*) Afrika-szerte és Délkelet-Ázsiában gyors tempóban ismét terjedtek. Világszerte intenzív keresés in-

dult újabb, biztonságosabb maláriaellenes hatóanyagok után [1,2]. Érdekes módon az első áttörést egy olyan titkosított kutatás hozta meg, amelynek célja a Dél-Kínában és a vietnami háborúban tömegeket gyilkoló rezisztens malária megfékezése volt. A kínai kormány utasítására 1967-től kezdve még kínai viszonyok között is jelentős, mintegy 500 főt számláló kutatócsoport kezdett hatékony maláriaellenes szereket keresni. Öt év alatt kb. 40 000 szintetikus vegyület és több száz, a tradicionális kínai orvoslásban „lázcsillapításra” használt gyógynövény és teakeverék aktivitásának vizsgálatát végezték el *Plasmodium*mal fertőzött egereken. A biztató hatást mutató növényi anyagok közül kiemelkedett egy Dél-Kínában honos *Artemisia* faj, az *A. annua* (helyi nevén quinghao, magyar nevén egynyári üröm), amelynek teája jelentős *Plasmodium*-ellenes hatást mutatott. 1972-re sikerült az aktív vegyületet (az artemizinint) tisztán előállítani, majd 1975-re a szerkezetét is meghatározták. Kiderült, hogy egy új, szokatlan triciklusos szeszkviterpén endoperoxidról van szó **(1. ábra)**. Az anyag felfedezésében Juju Tu érdemeit alapvetőnek ítélte a kínai kormány és a Nobel Bizottság is [3,4].

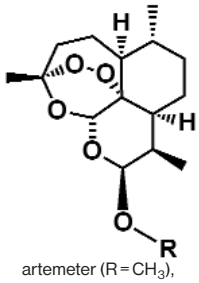
**Artemisia annua (egynyári üröm)**



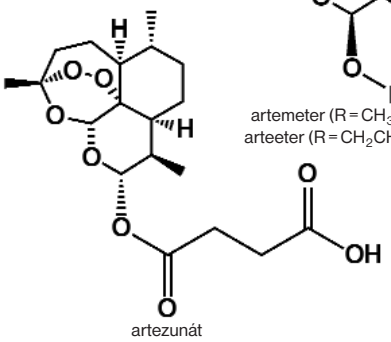
artemizinin



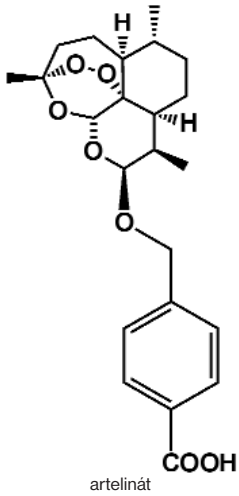
dihidroartemizinin



artemeter (R = $CH_3$), arteeter (R = $CH_2CH_3$)



artezunát



artelinát

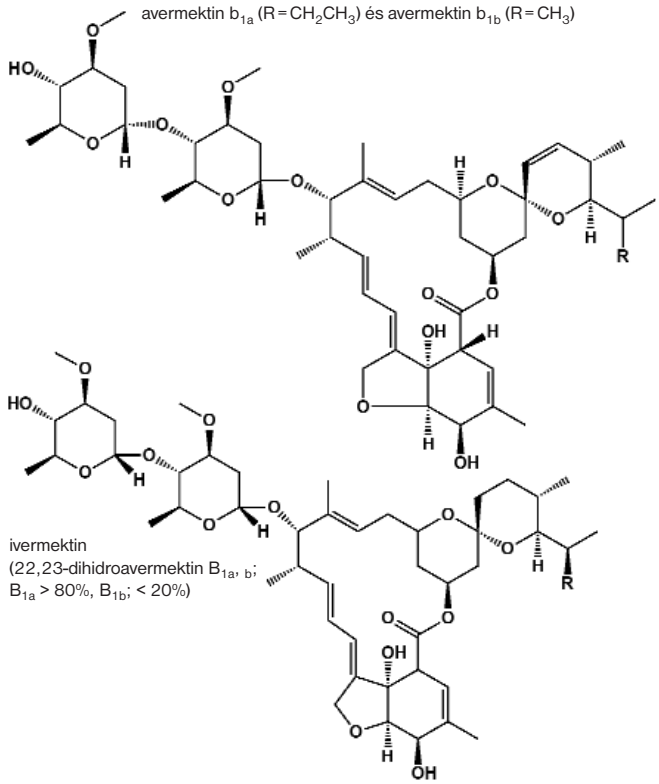
Az artemizinin szerkezete értelmezhetővé tette a kórokozóellenes hatást és útmutatással szolgált a molekula későbbi félszintetikus optimálásához is. A következő években elvégzett *in vitro* és *in vivo* vizsgálatokban megfigyelték, hogy a vegyület hőre érzékeny, vízben gyengén oldódik, biohasznosulása viszonylag alacsony (felezési ideje rövid, azaz a szervezetben hamar lebomlik) [1,4,5]. Az artemizinin iránti piaci igény nagyon gyorsan növekedett, gazdaságos ipari szintézisét viszont a mai napig sem sikerült megoldani. Így az egyetlen megoldás sokáig a magas hatóanyagszintet biztosító növényi nyersanyag termesztése és az artemizinin ipari méretű extrakciója volt. Ezt elsősorban Kínának sikerült megoldania, de évtizedek óta termesztik gyógyszeripari nyersanyagként Kenyában, Tanzániában, Madagaszkáron és Ázsia több országában is. Az utóbbi évek fejleménye, hogy az artemizinint biotechnológiai úton is elő tudják állítani gazdaságosan a gyógyszeripar számára. Egyidejűleg megindult a kedvezőbb terápiás profilú félszintetikus származékok keresése, majd ipari előállítása. Viszonylag egyszerű átalakításokkal hamarosan egész sor jobb hasznosulású, előnyösebb artemizinin-származék (dihidroartemizinin, artemeter, arteeter, artezunát, artelinát) termelése és forgalmazása kezdődött meg, elsősorban kombinációs termékek formájában [4,5,6]. Mára közel félszáz kis és nagy gyógyszergyártó érdekelt ezen a piacon; eredeti és generikus termékeik ma elsősorban a világ szegényebb felén kerülnek szétosztásra a betegek milliói számára különböző alapítványi és humanitárius gyógyszer-adományozási programok segítségével [1,2]. Az ENSZ Millennium Fejlesztési Célok program keretében Kína kormánya 2020-ra meghirdette az ország maláriamentessé tételét – ez az artemizinin felfedezése nélkül aligha lenne lehetséges [7].

Összességében az artemizininalapú szerek nagyon jelentős előrelépést jelentenek a malária elleni küzdelemben. Viszonylagos olcsóságuk ellenére számos kutatócsoport és gyár törekvése a hozzáférhetőség további növelése és a növényi nyersanyagbázistól független totálszintetikus vagy biotechnológiai gyártás, valamint újabb származékok, illetve az artemizinin vezérmolekulán alapuló szintetikus szerek keresése. Érdekes fejleményként az ezredforduló óta más terápiás területen (vérmételybetegség, immunhiányos állapotok, rosszindulatú daganatok) is vizsgálják egyes artemizinin-származékok alkalmazhatóságát [4].

## Az avermektinek felfedezése és jelentősége

Az artemizinin felfedezésével csaknem egy időben, 1973-ban indult az a kutatás, amelyben egy japán kutatóintézet és egy nagy amerikai gyógyszergyártó (Merck Sharp & Dohme, MSD) tartós együttműködése teljesen új, nagy hatású parazitaellenes szereket eredményezett. A japán intézetben Omura munkacsoportja több ezer mikrobiális eredetű fermentációs termék *in vivo* (fertőzött egereken) tesztelése során felfedezte, hogy az egyik talajbaktéri-

**2. ábra. Az avermektinek és dihidroszármazékaik keveréke, az ivermektin**



um (*Streptomyces avermectinius*) kivonata egész sor állat- és humán patogén parazitára (férgek, rovarok) gátló hatású. A kivonatból tiszta formában kinyerték a hatásért felelős anyagot, amelyet avermektinnek neveztek el. 1979-re kiderült, hogy az avermektin nem egységes anyag, hanem szerkezetükben teljesen új makrociklusos homológok keveréke **(2. ábra)**. Standardizálhatóságának megkönnyítésére a keverék dihidro-származékát állították elő, és a későbbi biológiai, toxicitási vizsgálatok többségét ezzel az ivermektinnek elnevezett keverékkel végezték [8,9].

Az ivermektin páratlan sikerében döntőnek bizonyult, hogy az Omura-csoport az amerikai MSD cégben olyan jelentős ipari partnerre talált, amely érdekelt volt parazitaellenes szerek fejlesztésében, eleinte állatgyógyászati, majd a sikerek láttán humán alkalmazási céllal is. Ezzel a háttérrel az ivermektin fejlesztése gyorsan haladt előre, és néhány éven belül állatgyógyászati szerként került piacra. Alkalmazása számos, hatalmas károkat okozó parazitával szemben rendkívül sikeresnek bizonyult. Az állatgyógyászatban nagyon gyorsan piacvezetővé vált, és 1986-ra már 46 országban mintegy 320 millió szarvasmarhát, 150 millió bárányt, 21 millió lovat és 6 millió sertést kezeltek vele. Campbell, az MSD kutatásvezetője úgy vélte, hogy a szer humán alkalmazásra is ígéretes lehet. A megfelelő parazitahordozó szarvasmarhákkal, majd lovakkal végzett kipróbálás teljes mértékben igazolta feltevését. Kezdetben önkéntes betegeken, majd a szükséges klinikai vizsgálatokban az ivermektin kiváló szernek bizonyult több parazitafertőzés gyors kezelésére, végleges gyógyítására. Az ivermektinnel gyógyítható betegségek a trópusokon hatalmas tömegeket érintenek súlyos, irreverzibilis következményekkel (részleges vagy teljes vakság, idegrendszeri károsodás stb.).

1988-ban megegyezés jött létre a gyártó MDS, a WHO, a Világbank és több nagy nemzetközi szervezet között az ivermektinkezelések megszervezésére a legsúlyosabban érintett afrikai országokban humanitárius segélyként, teljesen ingyenesen. Ez volt az első ilyen jellegű humanitárius kezdeményezés a WHO koordinálásával. A mai napig tartó programnak is köszönhető, hogy az ivermektint ma a múlt század egyik legnagyobb gyógyszersikerének tekinti a nemzetközi tudományos világ [10]. A siker hatására kiterjedt kutatások folynak módosított származékokkal, tucatnyi ilyen anyag került forgalomba, illetve van jelenleg fejlesztés alatt [11].

Bár a megosztott Nobel-díjakat két, egymástól függetlenül tevékenykedő csoport vezetői kapták, nem nehéz észrevenni, mi a közös pont a két díjazott kutatásban: az artemizinin és az ivermektin egyaránt természetes eredetű vegyület. A mikrobiális és növényi eredetű molekulák a modern gyógyszergyártás kezdete óta fontos szerepet töltöttek be: kezdetben alapanyagként, később félszintézisek kiindulópontjaként, ötletadó molekulaként tekintettek a természetes vegyületekre. Bár a 20. század második felében ez a gyógyszerfejlesztési megközelítés némileg háttérbe szorult (több gyógyszergyár bezárta természetes anyagokkal foglalkozó kutatóközpontját), a tisztán szintetikus alapú gyógyszerfejlesztés, a kombinatorikus kémia nem váltotta be a reményeket, az új gyógyszermolekulák száma az elmúlt két évtizedben nagyon visszaesett. Úgy tűnik, újra fokozódik az érdeklődés a természetből származó molekulák iránt – ennek jele az idei kettős Nobel-díj is.

IRODALOM
[1] L. Cui, X.Z Su, Expert Rev Anti Infect Ther. (2009) 7, 999.
[2] World Health Organization, WHO Briefing on Malaria Treatment Guidelines and Artemisinin Monotherapies, WHO, Geneva, 2006.
[3] Y. Tu, Nat Med. (2011) 17, 1217.
[4] C.J. Woodrow, R.K. Haynes, S. Krishna, Postgrad Med J. (2005) 81, 71.
[5] P.G. Bray, S.A. Ward, P.M. O'Neill, Curr Top Microbiol Immunol. (2005) 295,3.
[6] D. Sinclair, B. Zani, S. Donegan, P. Olliaro, P. Garner, Cochrane Database Syst Rev. (2009) 8, Cd007483.
[7] C. Chen, Infect Dis Poverty. (2014) 3, 9.
[8] S. Omura, A. Crump, Nat Rev Microbiol. (2004) 2, 984.
[9] A. Crump, S. Omura, Proc Jpn Acad Ser B Phys Biol Sci. (2011) 87, 13.
[10] G. Burnham, T. Mebrahtu, Trop Med Int Health. (2004) 9, A26.
[11] T. Pitterna, J. Cassayre, O.F. Hüter, P.M. Jung, P. Maienfisch, F.M. Kessabi, L. Quaranta, H. Tobler, Bioorg Med Chem. (2009) 17, 4085.

Horváth Dezső
MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont, Budapest és MTA Atommagkutató Intézet, Debrecen

# Neutrínóoszcilláció és neutrínótömeg

## Fizikai Nobel-díj, 2015

A 2015-ös fizikai Nobel-díjat *Takaaki Kajita* (Japán) és *Arthur B. McDonald* (Kanada) kapta „a neutrínóoszcilláció felfedezéséért, amely megmutatta, hogy a neutrínók is rendelkeznek tömeggel". Ez már a negyedik Nobel-díj volt a neutrínófizikában elért kísérleti eredményekért: a korábbiakat *Lederman, Schwartz* és *Steinberger* kapta 1962-ben, *Reines* 1995-ben, valamint *Davis* és *Koshiba* 2002-ben.

A részecskefizika elmélete, amelyet történeti okokból standard modellnek hívunk, eredetileg feltételezte, hogy a neutrínók nem rendelkeznek nyugalmi tömeggel. Az elemi részecskék (kvarkok és leptonok) tömegét az elmélet a szimmetriasértési BEH-mechanizmussal származtatja, amelyet a Higgs-bozon felfedezése igazolt, és amelynek kifejlesztéséért *François Englert* és *Peter Higgs* kapott Nobel-díjat két éve.

A neutrínók létezését a megmaradási törvények megmentésére javasolta *Wolfgang Pauli,* amikor hiányzó energiát és impulzust fedeztek fel részecskereakciókban: olyan semleges részecskékét, amelyeket nem vesznek észre a detektorok. Létezésüket azóta már régen kimutatták atommagok béta-bomlásában (Magyarországon először *Szalay Sándor* és *Csikai Gyula* Debrecenben) és kozmikus sugarakban (ezért Raymond Davis és Masatoshi Koshiba kapott Nobel-díjat 2002-ben). Neutrínók az ősrobbanás óta folyamatosan keletkeznek, és óriási áthatolóképességük miatt legnagyobbrészt meg is maradnak: valamennyi atommag-reakció termel neutrínót, a csillagok is ontják őket, a szupernóvák robbanási energiájának túlnyomó részét is neutrínók viszik el; az ujjunk hegyén milliárdnyi neutrínó repül át másodpercenként. Habár rendkívül nehéz észlelni őket, a világon sok

Arthur B. McDonald és Takaaki Kajita (balról jobbra), a fizikai Nobel-díjasok

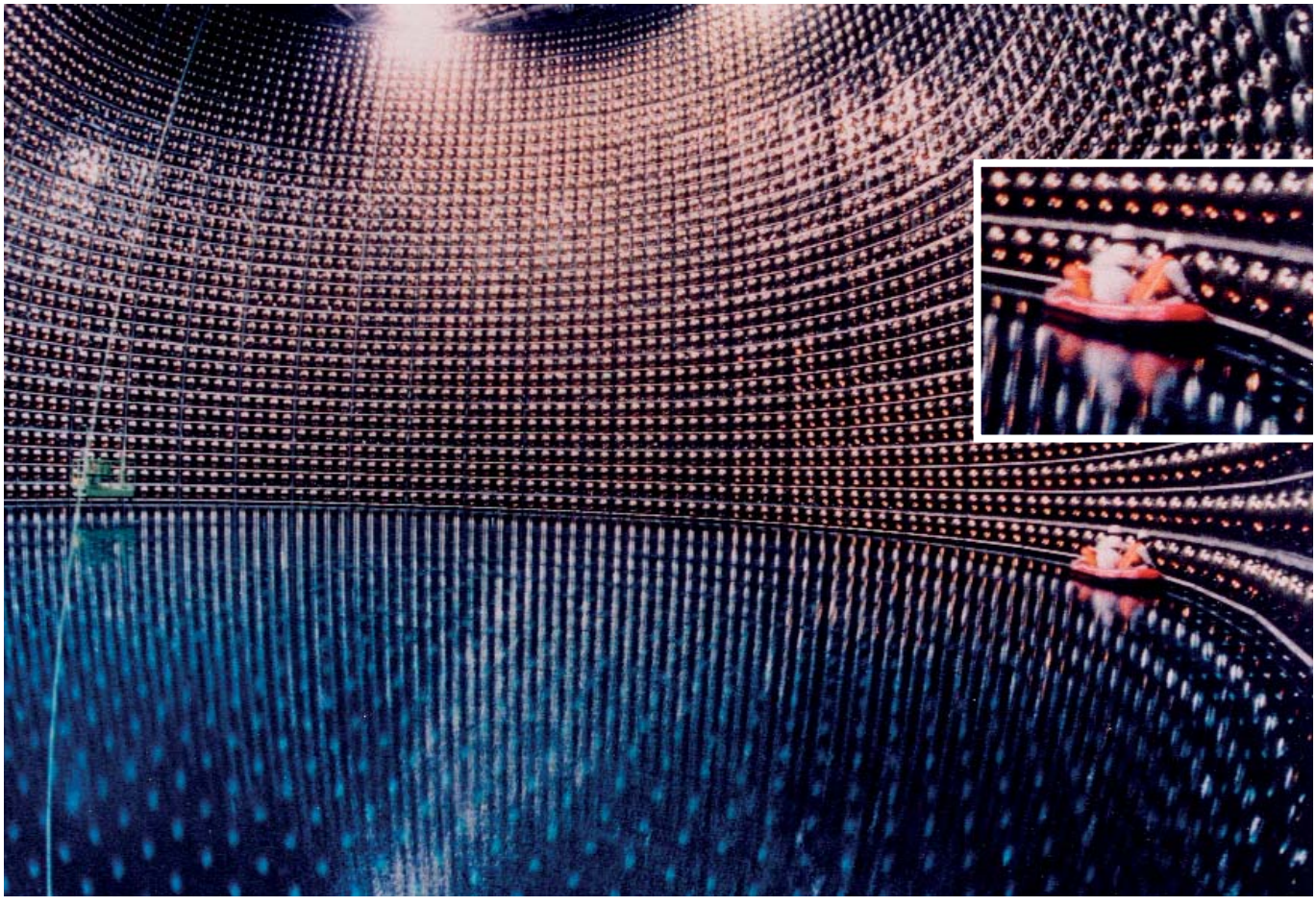
**1. ábra. Neutrínókísérletek föld és víz alatt, valamint atomreaktorok közelében. A két Nobel-díjas kísérlet a japán SKK és a kanadai SNO**

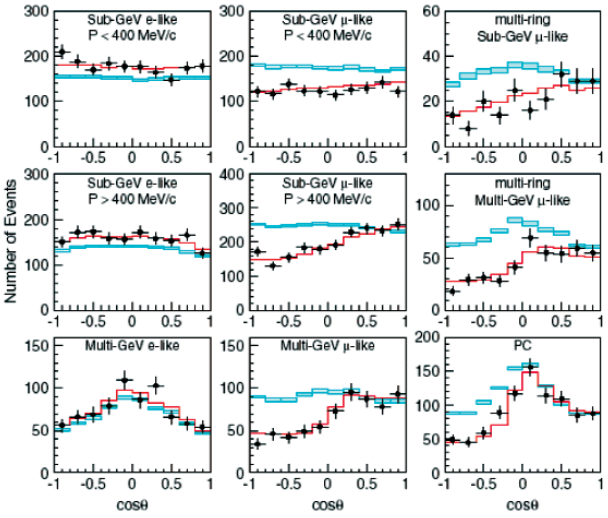
neutrínókísérlet működik **(1. ábra),** a zavaró háttérsugárzás csökkentése érdekében leggyakrabban alagutak és bányák mélyén vagy mély vízben, de az IceCube-kísérlet az Antarktisz jegébe van süllyesztve 2,8 km mélyen és magát a jeget használja detektoranyagnak.

A kezdetektől számos rejtély kísérte a neutrínókísérleteket. A Napból sokkal kevesebb elektronneutrínó érkezett, mint amit a magfúziós hőleadásból vártak, és a légkörben keletkezett müonneutrínók száma is jóval kevesebb volt a vártnál. Amikor a nagyenergiás kozmikus sugarak belépnek a Föld légkörébe, pionokat keltenek, azok müonokra és müonneutrínóra bomlanak, a müonok pedig elektronra, müonneutrínóra és elektronneutrínóra. Kétszer annyi müon-, mint elektronneutrínót várunk tehát, de az észlelt arány ennél sokkal kisebb volt.

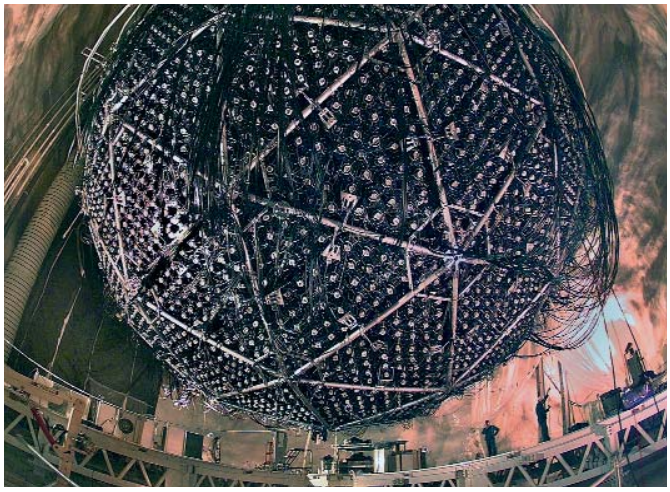
A rejtélyek feloldására *Bruno Pontecorvo* olasz származású szovjet fizikus a neutrínók periodikus egymásba alakulását javasolta megoldásnak, amelyhez az kell, hogy a neutrínók tömeggel rendelkezzenek igen kis tömegkülönbséggel: ezt hívjuk neutrínóoszcillációnak. Az oszcilláció periódusa a neutrínók tömegkülönbségétől, energiájától és az általuk befutott úthossztól függ. Furcsán hangzik, hogy repülés közben a neutrínó tömege periodikusan változhat, de az olyan kicsi, hogy belefér Heisenberg határozatlansági relációjába az energia-impulzus és a téridő között.

**2. ábra. A Szuper-kamiokande detektor feltöltés közben. A szupertiszta vízen úszó gumicsónakban három technikus ellenőrzi a neutrínók kölcsönhatásaiban keletkező töltött részecskék által kiváltott Cserenkov-sugárzást észlelő fotoelektronsokszorozókat**






**3. ábra. A Szuper-kamiokande detektorban észlelt neutrínók száma a zenitszög koszinuszának függvényében az elméleti szimulációval összehasonlítva. Az 1. oszlop a kis, közepes és nagy energiájú elektronneutrínókra vonatkozik, a 2. és 3. oszlop a hasonló müonokra. Az neutrínóoszcillációt figyelembe vevő (piros) folytonos vonal jól illeszkedik a mérési pontokhoz, amíg az azt nem feltételező (dupla kék) görbe az alulról érkező (a Föld túlsó oldalán keletkezett) müonneutrínókra a mértnél sokkal többet mutat. Mivel az elektronneutrínókra ez az eltérés jóval kisebb, a müonneutrínóknak tau-neutrínókká kellett változniuk a Föld átmérőjének megfelelő távolságon**



**4. ábra. A Sudbury Neutrino Observatory (SNO) központi detektora feltöltés előtt. Készenléti állapotban az 1000 tonna nehézvizet tartalmazó gömb a barlangot teljesen feltöltő közönséges vízben úszik; az utóbbi egyben a háttér árnyékolására és a kívülről berepülő részecskék vétó-detektorául szolgál**

A légköri müonneutrínók rejtélyét a japán Szuper-kamiokande kísérlet oldotta meg 2005-ben, ezért kapott Kajita Nobel-díjat. A neutrínódetektor 50 000 tonna szupertiszta vizet tartalmazott a Kamióka-bányában **(2. ábra)**, és alkalmas volt arra, hogy meghatározza a bejövő neutrínók fajtáját, irányát és energiáját is. Kajitáék észlelték, hogy az alulról jövő, a Föld ellenkező oldalán keletkező, nagyenergiás müonneutrínók nagy része eltűnik, mire a detektorhoz ér, amíg a felső légkörben keletkezők száma megvan, és az elektronokénak mintegy kétszerese **(3. ábra)**. Mivel kísérleti eredményeink szerint háromféle neutrínó létezik, ebből arra következtettek, hogy a nagyenergiás müonneutrínók a Föld átmérőjének megfelelő távolságon a harmadik fajta, tau-neutrínóvá alakulhatnak. A CERN müonneutrínókat küld 732 km távolságra, a földkérgen keresztül a Rómától délre levő Gran Sasso föld alatti laboratórium felé, ahol az OPERA kísérletnek sikerült azonosítania 5 esetben a müonneutrínó tau-neutrínóvá alakulását, ez is igazolja az oszcillációs folyamatot.

A Napból jövő elektronneutrínók hiánya azonban kérdéses maradt, ahhoz a kanadai Sudburyben található Sudbury Neutrino Observatory (SNO) detektora kellett. A Creighton-nikkelbánya mélyén található SNO-észlelőrendszer **(4. ábra),** amelyben Kanada nehézvíz-készletének nagy része, 1000 tonna $D_2O$ volt kölcsönben néhány évig, kimutatta – olyan reakciókkal, amelyek közül némelyik szelektíven az elektron-, más pedig mindhárom típusú neutrínóra érzékeny –, hogy a Napból érkező teljes neutrínószám megvan, csak az elektronneutrínók egy része a Nap–Föld távolságon a másik két fajtává alakulhat. Ezzel érdemelte ki Arthur B. McDonald a Nobel-díjat.

Kétféle tömegkülönbségre derült tehát fény a két kísérletből: a Szuper-kamiokande kimutatta, hogy a nagyenergiás müonneutrínók tau-neutrínóvá (pontosabban, nem elektronneutrínóvá) alakulnak a Föld átmérőjének megfelelő távolságon: ez a müon- és tau-neutrínó között mintegy 0,04 eV/$c^2$ (a tömeget a részecskefizikában energiában szokás kifejezni, 1 eV az az energia, amelyet 1 V feszültség átszelésekor szerez az elektron) tömegkülönbséget jelent. Ugyanakkor a Nap–Föld távolságon a Nap kisenergiás elektronneutrínói a másik kettővé alakulhatnak, ami 0,009 eV/$c^2$ tömegkülönbségre vall. Mivel nem életszerű, hogy a háromféle neutrínó közül csak kettőnek legyen véges tömege, ebből az a konklúzió, hogy nagy valószínűséggel mindháromnak van tömege.

Megoldódtak tehát a rejtélyek, tömege van a neutrínóknak, az elektron-, müon- és tau-neutrínó csak a gyenge kölcsönhatás sajátállapotai és nem tömeg-sajátállapotok, az utóbbiak az előbbiek keverékei. Kész? Dehogyis, ez csak növelte a neutrínórejtélyek számát. Állapotok közötti keveredés és oszcilláció olyankor történik, amikor kétféle kölcsönhatása van a részecskéknek, és azok sajátállapotai nem azonosak. A kaonok (szűkebben, az őket alkotó kvarkok) esetén az erős és a gyenge kölcsönhatás sajátállapotai különböznek, ezért látszanak keverteknek az egyik kölcsönhatás állapotai a másik számára, és ezért tudnak gyenge kölcsönhatással egymásba bomlani olyan állapotok, amelyeket az erős kölcsönhatás egyáltalán nem köt össze. A neutrínók azonban csak a gyenge kölcsönhatásban vesznek részt, tehát nem tudjuk, mitől keverednek az állapotaik: léteznie kell még egy kölcsönhatásnak vagy más mechanizmusnak, amely hat rájuk. Ráadásul fellép egy hierarchia-probléma is: a neutrínótömegek olyan kicsik, hogy aligha tudja őket ugyanaz a BEH-mechanizmus generálni, mint a kvarkokét és a töltött leptonokét. A magyarázatukhoz tehát ki kellene terjeszteni a standard modell elméletét, amely viszont ez idáig nagyon jól leírt minden kísérleti adatot. Van egy kísérlet, amelyet csak egy olyan negyedik fajta neutrínó létezésével lehet magyarázni, amelyhez nem tartozik töltött lepton, de azt eddig sem megerősíteni, sem megcáfolni nem sikerült. Az is felmerült, hogy a neutrínó esetleg Majorana-részecske, a saját antirészecskéje, erre is végeznek kísérleteket. Ráadásul a kozmikus sugarakban nagyon nagy energiájú neutrínók vannak, az IceCube-kísérlet a legnagyobb részecskegyorsítók energiájánál ezerszer nagyobb energiájú neutrínókat észlelt: rejtélyes, hogyan keletkezhettek.

A Nobel-díj tehát nyilvánvalóan nem a neutrínóvizsgálatok végét, inkább azok új szakaszba lépését jelenti.

Sveiczer Ákos–Horváth Anna
BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszer-tudományi Tanszék
asveiczer@mail.bme.hu

# A hasadó élesztőgomba sejtciklusa

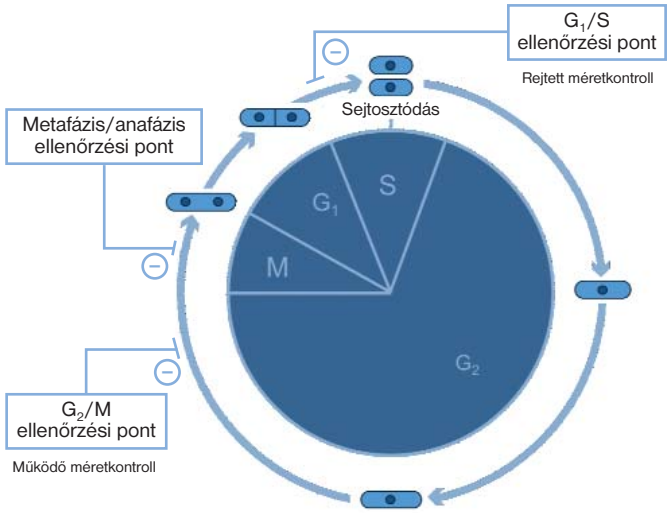
## Mérések mikroszkópos filmeken, matematikai modellezés, filogenetika

### Bevezetés

A BME Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszer-tudományi Tanszékén, illetve jogelődjén mintegy 30 éve folynak olyan kutatások, amelyek az eukarióta sejtek osztódási ciklusának jobb megértésére fókuszálnak, és amelyekben gyakran alkalmazott modellorganizmus a *Schizosaccharomyces pombe*, más néven a hasadó élesztőgomba. Az 1980-as évek közepén László Elemér Enzimológiai Kutatócsoportjából Novák Béla alakított ki igen gyümölcsöző nemzetközi együttműködést Murdoch Mitchisonnal (University of Edinburgh, Nagy-Britannia), amelynek keretében hosszú időn keresztül az élesztők sejtciklusa alatti metabolikus oszcillációkat tanulmányoztuk [1, 2]. Az 1990-es évek elején Novák Béla önálló csoportot alapított, amelyet jelentős profilbővítés után, néhány évvel később az MTA is támogatásra méltónak talált, és amely innentől Molekuláris Hálózatok Dinamikája Kutatócsoport néven működött. Ennek az 1990-es, illetve a 2000-es évek során fontos képviselőivé váltak Novák Béla felcseperedett tanítványai: Csikász-Nagy Attila, Tóth Attila, valamint jelen cikk első szerzője. A következő nagy változás 2007-ben történt, amikor Novák Béla elnyert egy professzori állást az Oxfordi Egyetemen (Nagy-Britannia), és ez onnantól fogva teljesen lekötötte szakmai kapacitásait. Ugyanabban az időben a csoport más tagjai is külföldre vagy más munkahelyekre távoztak, így alapvetően Sveiczer Ákos lett a műegyetemi sejtcikluskutatások folytatólagos fenntartója. Azóta elért tudományos eredményeink a csoportban dolgozó doktoránsok (időbeli sorrendben Rácz-Mónus Anna és Horváth Anna), valamint karunk néhány BSc és MSc biomérnök hallgatójának munkáján alapulnak. Jelenlegi nevünk Sejtciklus és Genomika Kutatócsoport, az itt folyó tudományos munkát e sorok írói ketten szervezik.

### A hasadó élesztő sejtnövekedésének vizsgálata mikroszkópos filmeken

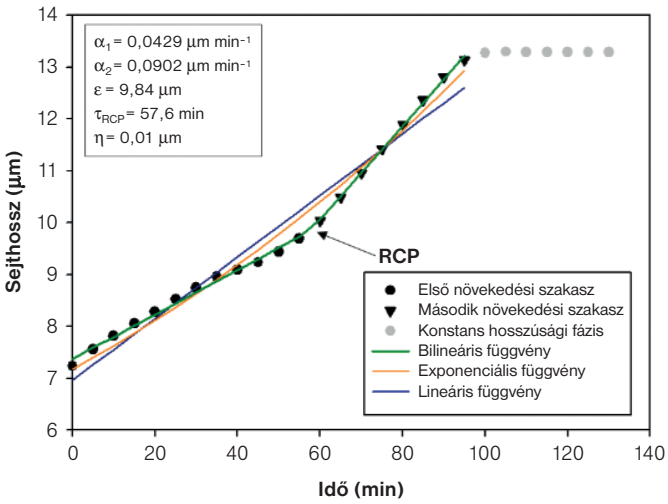
Az Edinburgh-i Egyetemmel folytatott együttműködés keretében az 1990-es évek elejétől kezdtük vizsgálni a hasadó élesztőgombasejtek ciklus alatti növekedését. Az egysejtű gomba szaporodó tenyészeteiről (vad típusú sejtekről, valamint különböző sejtciklus-mutánsokról) Murdoch Mitchison mikroszkópos filmeket készített, amelyeken utólag nyomon tudtuk követni az egyedi sejtek növekedését születéstől osztódásig. A lekerekedett végű henger alakú sejtek konstans átmérővel, kizárólag a sejtvégeken



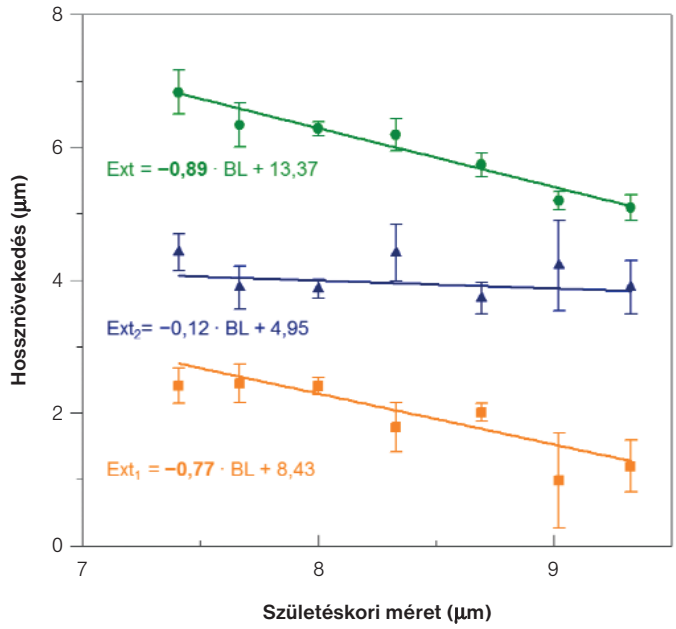

**1. ábra. A hasadó élesztőgomba vad típusú sejtjeinek mitózisos sejtosztódási ciklusa.** Az ábra jelöli a legfontosabb ellenőrzési pontokat ([14] alapján)

hosszirányban nőnek **(1. ábra)**, így tömegük, térfogatuk és hosszuk egymással arányosnak tekinthető, ezért az egyszerűség kedvéért a sejthossz növekedését tanulmányoztuk az idő függvényében, az egyes sejtek születésétől az osztódásig. Filmanalíziseink során fedeztük fel az egyik mutánsban a ciklusidő megfigyelhető kvantáltságát [3, 4]. A sejtek növekedése kapcsán kezdetben alkalmaztuk azt a többé-kevésbé általánosan elfogadott hipotézist, amely szerint a hossznövekedés lineáris függvényt követ, de a ciklus egy adott pontján (az ún. sebességváltási pontban, angol mozaikszóval az RCP-nél) a növekedés felgyorsul, azaz a teljes növekedés két lineáris szegmensből álló, ún. bilineáris függvénnyel írható le a legjobban. Ennek hátterében az állhat, hogy osztódás után a fiatal sejtek csak az egyik végükön (unipolárisan) növekednek, majd a hosszú G2 fázis közepe táján az addig „nyugvó” vég is bekapcsolódik a növekedésbe, így az bipolárisra válik; ezt az eseményt pedig angol rövidítésből származóan NETO (new end take off) névvel illetjük [5]. Fontos megemlíteni azt is, hogy a ciklus végén, azaz a mitózis és a sejtosztódás között a sejtek hosszirányban már nem nőnek, hanem sejtvázuk az osztódás folyamatát készíti elő, illetve hajtja végre.

2005-től kezdődően, egy újabb nemzetközi együttműködés keretében Buchwald Péter (University of Miami, USA) segítségével




**2. ábra. Egy vad típusú hasadó élesztőgomba sejthossz-növekedése a ciklus alatt.** Az ábra jelöli a mérési adatokat, az illesztett függvényeket, a legadekvátabb (a konkrét esetben a bilineáris) modell paramétereit, valamint a növekedési görbe tartományait ([7] alapján)




**3. ábra. A hasadó élesztőgomba tenyészetében mért sejthossz-növekedés a születéskori méret függvényében.** A teljes ciklus alatti növekedés (Ext) alatt szerepel annak felbontása is a két növekedési szakaszra ($Ext_1$, $Ext_2$). A regressziós egyenes meredekségének szignifikanciáját félkövér szedés jelzi, 0,05-es szignifikanciaszinten ([3] alapján)

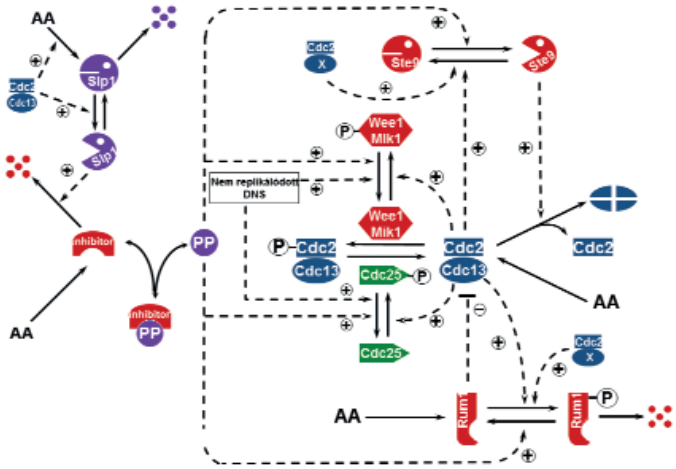
kidolgoztunk egy matematikai eljárást arra, hogy különböző függvényeket (exponenciális, lineáris, bilineáris) illesszünk az egyes sejthossz-adatsorokra, és közülük modellszelekciós kritériumok (pl. az ún. Akaike információs kritérium, AIC) alapján válasszuk ki minden esetben a legadekvátabb függvényt [6]. Utóbbira azért van szükség, mert az alkalmazott függvények paraméterszáma eltérő: a lineárisé és az exponenciálisé 2-2, míg a bilineárisé 5. A bilineáris modellt egy folytonosan differenciálható függvény formájában írtuk fel, amely az RCP-nél nem éles törést tételez fel, hanem annak környezetében egy átmeneti tartományt, ahol a sejt fokozatosan tér át a lassabb növekedésről a gyorsabbra. Minderre bemutatunk egy konkrét sejt kapcsán egy példát is **(2. ábra)**. Bebizonyítottuk, hogy a sejtek növekedésük alapján heterogén tenyészetet alkotnak ugyan, de a bilineáris függvény gyakoriságban dominál a lineáris és exponenciális függvények fölött [7]. A tapasztalt heterogenitást részben mérési hibák is okozhatják [8]: a mikroszkópos felvételeken az optikai felbontóképesség határán található különbségeket kéne tudni igen nagy pontossággal mérni ahhoz, hogy a kapott eredményben teljesen biztosak lehessünk.

Mindezek a vizsgálatok egyrészt abban vihetik előre a sejtciklus-élettani kutatásokat, hogy a sebességváltási pontot egyértelmű kapcsolatba hozzák valamilyen sejtciklus-eseménnyel, másrészt az ún. méretkontroll mechanizmust igazolják, értelmezik, sőt a ciklusban pozicionálják is. A méretkontroll nem más, mint kompenzációs mechanizmus: az osztódási ciklus egy adott pontján csak akkor juthat át egy sejt, ha elért egy kritikus méretet [9, 10]. Ennek megfelelően a nagyobbnak született sejtek kevesebbet nőnek, hogy ugyanazt a kritikus szintet elérjék, tehát a ciklus alatti növekedés negatív korrelációt mutat a születéskori mérettel [3]. Az RCP mint marker segítségével a növekedési szakasz két részre bontható, és regressziós analízissel vizsgálható, hogy melyikben érvényesül a negatív korreláció, azaz hol hat a méretkontroll. A vad típusú sejtek kapcsán a méretkontroll létét igazoltuk, valamint megállapítottuk, hogy az az RCP előtt hat, tehát alighanem valahol a G2 fázis közepén **(3. ábra)**. Régóta ismert tény az is, hogy a hasadó élesztőben a G1 fázisban is létezik egy ún. rejtett méretkontroll *(1. ábra)*, amely bizonyos kisméretű mutánsokban válik csak észlelhetővé. Legújabb eredményeink szerint pedig feltehetően a G2 fázisban két olyan esemény is található, amelyeket a sejtméret szabályoz: az egyik a fent említett G2 közepi mechanizmus, de közvetlenül a mitózisba lépés előtt is működik még egy méretkompenzáció [11].

## A sejtciklus szabályozásának leírása matematikai modellek segítségével

Az 1990-es évek elején kutatócsoportunk egy másik közös témán is elkezdett dolgozni, méghozzá John Tysonnal (Virginia Tech, USA), aki úttörőként igazolta, hogy a sejtciklus matematikai modellek segítségével is tanulmányozható [12]. A módszer lényege, hogy a sejtciklus eseményeinek végrehajtásában és regulációjában kísérletesen igazolt (vagy feltételezett) biokémiai funkcióval rendelkező fehérjéket hálózatként fogjuk fel, és a köztük lejátszódó kölcsönhatásokat a biokémiai reakciókinetika módszerével (tömeghatás-törvény, enzimkinetika) írjuk le. Az egyes komponensek sejten belüli koncentrációjának változási sebességére közönséges differenciálegyenleteket (angol mozaikszóval ODE) írunk, ahol minden hatást (szintézis, degradáció, komplexképződés és -felbomlás, poszttranszlációs módosítások: foszforiláció-defoszforiláció stb.) szisztematikusan figyelembe veszünk. Ehhez előbb elkészítjük a matematikai modell egy kapcsolási rajzát **(4. ábra)**.

A hasadó élesztő sejtciklusának legerősebben szabályozott lépése a mitózis iniciálása, amiért leginkább az ún. mitózis serkentő faktor (angol mozaikszóval MPF) felelős, ami fehérje-heterodimer: a Cdc2 és a Cdc13 proteinek komplexe [13, 14]. Az MPF ún. ciklinfüggő kináz: szubsztrátjainak foszforilezését a komplex katalitikus kináz alegysége (a Cdc2) végzi, míg a Cdc13 a regulációs alegység, egy ún. ciklin, aminek koncentrációja a sejtben periodikus ingadozást mutat, és ennek a kötődése szükséges a komplex aktiválódásához. Az ODE-rendszer megoldása számítógépes szimuláció segítségével közelítő módszerekkel történik, amihez először még a modell paramétereinek (pl. az egyenletek-

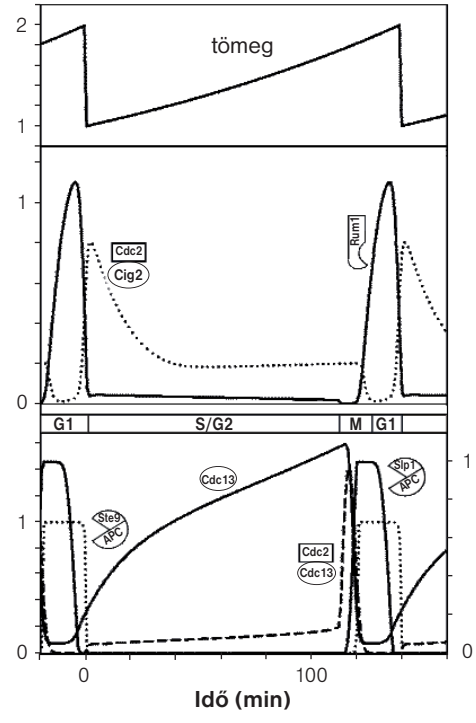



**4. ábra. A hasadó élesztő sejtciklusát leíró matematikai modell kapcsolási rajza.** A színes szövegdobozokban a proteinhálózat elemei és komplexeik szerepelnek, a folytonos nyilak biokémiai reakciókat jelölnek, a szaggatott vonalak pedig serkentő (+) vagy gátló (–) hatásokat ([13] alapján)

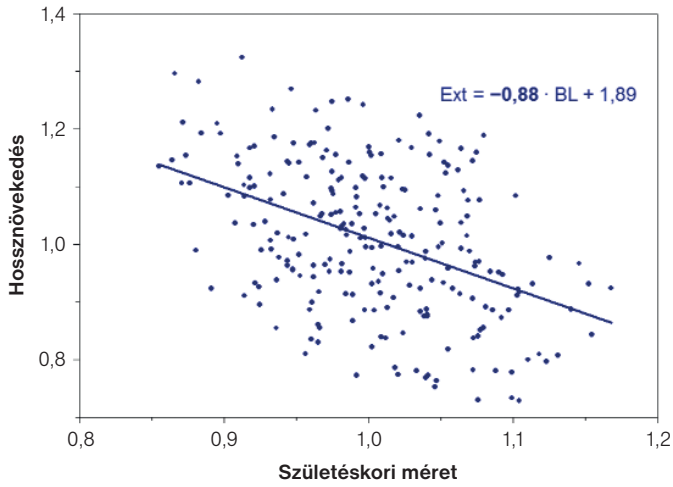
ben szereplő reakciósebességi állandóknak) a becslését kell elvégezni. Mivel kevés mérési adat áll csak rendelkezésre a reakciósebességi állandók értékeit illetően, becslésük azon alapul, hogy a szimulációs eredmények mennyire hűen tükrözik az élesztősejtek fiziológiai viselkedését. Az alapvetően determinisztikus típusú modellek szimulációs megoldásai a steady-state tenyészetek esetében mindig oszcillációk **(5. ábra)**, ahol az egyes fehérjék koncentrációja jellegzetes profilt mutat egy cikluson belül, majd pedig az változatlan módon ismétlődik a következő ciklusban [15].

A matematikai modellezés révén lehetőségünk nyílik a sejtciklus szabályozásának rendszerszintű megértésére. Ennek kere-

**5. ábra. A matematikai modellel kapott szimulációs eredmények vad típusú hasadó élesztő esetén.** Az ábra mutatja a sejttömeg és néhány protein (komplex) koncentrációjának változását a ciklus alatt az idő (illetve a fázisok) függvényében ([15] alapján)




tében nemcsak a vad típusú sejtek vizsgálhatók, hanem különböző (akár többszörös) sejtciklus-mutánsok esetében is elvégezhetők a szimulációk. További előnye a modellnek, hogy jóslások is tehetők vele: olyan mutánsok fenotípusa is megadható elméleti síkon, amelyeket a genetikusok még elő sem állítottak. Ezáltal a kísérletes (biokémiai-genetikai) és az elméleti (szimulációs) megközelítésű kutatások kölcsönösen segíthetik egymás fejlődését. A determinisztikus modelleket sztochasztikus változók beépítésével átalakíthatjuk sztochasztikus modellekké. Az utóbbiakkal végzett szimulációk már nem állandósult oszcillációt adnak megoldásként, hanem az egymás utáni ciklusok szimulációi kissé eltérőek lesznek, ami a sztochasztikus paraméterek megfelelő beállítása esetén a valós sejttenyészetek variabilitását tükrözheti [13]. Az ilyen modell alkalmas lehet a méretkontroll vizsgálatára is [16]: a vad típusú sejtek esetében a szimulált sejtpopuláció adataiból nagy pontossággal megkaptuk azt a negatív korrelációt a hossznövekedés és a születési méret között **(6. ábra)**, amit saját kísérleti eredményeink mutattak *(3. ábra)*. Jelen-

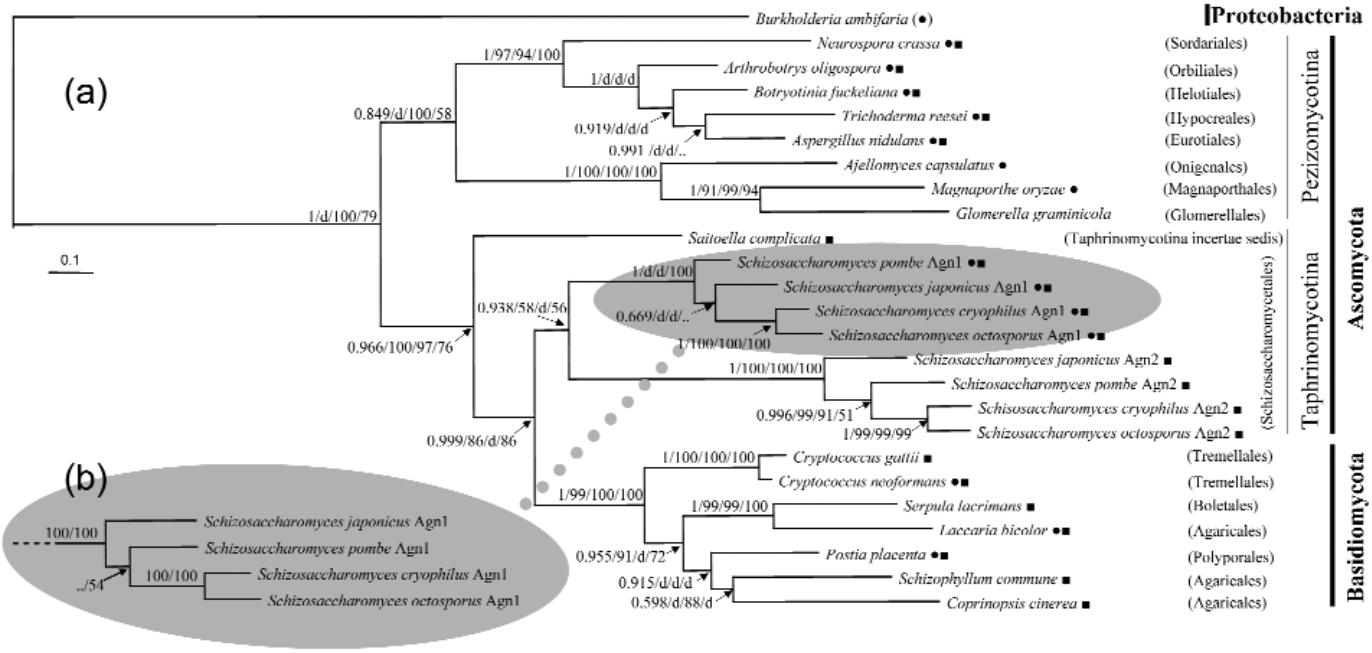



**6. ábra. A hasadó élesztőgomba sztochasztikus matematikai modell segítségével szimulált tenyészetében tapasztalható sejthossznövekedés a születéskori méret függvényében.** A regressziós egyenes meredekségének szignifikanciáját félkövér szedés jelzi, 0,05-es szignifikanciaszinten ([16] alapján)

leg olyan matematikai modellen dolgozunk, amely a G2 közepi méretkontroll működésében nemcsak az időbeli változásokat veszi figyelembe, hanem egyes fehérjék térbeli megoszlását is a sejtben. Néhány éve kiderült ugyanis, hogy az MPF szabályozásának egy közvetett negatív regulátora, az ún. Pom1 kináz a sejtvégeken koncentrálódik, és a sejt középvonala felé haladva egy jellegzetes gradiens mentén fokozatosan csökken a mennyisége. Ily módon a sejt növekedése során ez az inhibitor egyre jobban felhígul a sejt közepe táján, ahol a sejtmag is található, és végül egy kritikus méret felett már nem tudja betölteni a mitózist gátló szerepét [17, 18].

## A hasadó élesztő sejtosztódásában szerepet játszó fehérjék filogenetikája

2011-ben Sipiczki Mátyással (Debreceni Egyetem) együttműködésben a kutatócsoport profilja bővült bioinformatikai vizsgálatokkal is. Munkánk során különböző fehérjék evolúcióját próbáljuk leírni. Ehhez keressük a vizsgált fajokban (a gombavilágban, illetve a teljes élővilágban egyaránt) az adott fehérje rokonait (homológjait). A kereséseket aminosavszekvenciákkal végezzük, és




**7. ábra. A hasadó élesztő Agn1 fehérjéjének és homológjainak filogenetikai fája a gombavilágban.** Az ábra mutatja az egyes fajokban előforduló leghasonlóbb fehérjetalálatok rokonságát. Az egyes elágazásoknál különböző módszerekhez tartozó olyan numerikus értékek láthatók, amelyek az adott elágazás „megbízhatóságát" jellemzik ([21] alapján)

a rokon fehérjeszekvenciák további vizsgálata után filogenetikai fákat (törzsfákat) készítünk, melyek az adott fehérje evolúcióját szemléltetik. Mivel a fehérjéket az evolúció során eltérő hatások érik, ezért a fajok ma elfogadott evolúciójához képest nagyon eltérő képet is mutathatnak (pl. génduplikációk, génvesztések miatt), ami hozzájárul ahhoz, hogy ezen fehérjék működését, kialakulását jobban megértsük. Kezdetben kizárólag a gombák körében folytattuk vizsgálatainkat, sejtszeparációs fehérjéket vizsgáltunk, melyeknek a sejtosztódás utolsó szakaszában a leánysejtek szétválásában van szerepe [19]. A gombák körében több növekedési forma is előfordul [fonalas (hifás), pszeudohifás, egysejtű (élesztőszerű)], melyek közt egyes fajok váltani is tudnak; ezt a jelenséget nevezzük di- vagy általánosabban polimorfizmusnak. A sejtszeparációban részt vevő fehérjék jelentősége abban rejlik, hogy egyes gombák esetében a növekedési formák közti váltás összefügg a patogenitás (fertőzőképesség) kialakulásával (pl. *Candida albicans*) [20]. A hasadó élesztő sejtfalában jelenlevő α-glükán-hidrolizáló Agn1 és Agn2 (α-glükanáz) fehérjék vizsgálata során arra a meglepő megállapításra jutottunk, hogy a hasadó élesztő fehérjéi a bazídiumos gombákban található homológok közelebbi rokonai lehetnek, míg az aszkuszos gombák (ahova rendszertanilag a hasadó élesztő is tartozik) proteinjei távolabbinak tűnnek [21] **(7. ábra)**.

A gombák sejtszeparációs fehérjéinek vizsgálatán felül az elmúlt években egyre több sejtciklus protein evolúcióját is vizsgáljuk, többek között a fentebb már említett MPF Cdc2 alegységét és az őt szabályozó kinázokat és foszfatázokat. Az evolúció során több sejtciklus-szabályozó fehérjének alakult ki háttérkópiája, a kialakulás megértéséhez pedig hozzájárulnak a filogenetikai vizsgálatok. A törzsfák aminosavszekvenciák alapján készülnek, különböző módszerekkel, melyek eltérő közelítést alkalmaznak az evolúcióra. Erre azért van szükség, mert ha ezek a módszerek egyező vagy nagyon hasonló eredményt adnak, akkor valószínűleg jól írjuk le a folyamatokat, míg ha nagyon eltérő eredményeket kapunk, akkor rossz közelítést alkalmazunk. Mivel a mai napig nincs általánosan elfogadott módszer az evolúció közelítésére, ezért a kapott eredményeket célszerű kísérletekkel is megerősíteni. Ehhez a Debreceni Egyetemen fajok közti komplementációs teszteket végeznek, azaz különböző fajokból viszik át a fehérjét kódoló génszakaszt egy hiánymutánsba, hogy meggyőződjenek arról, hogy az adott fehérje képes-e tényleg az eredeti fehérje funkciójának ellátására, azaz a hiánymutáns fenotípusa megszűnik vagy enyhül [20, 21]. A közeljövőben szeretnénk analíziseinket fehérjekristallográfiai vizsgálatokkal is megerősíteni, ugyanis a fehérjeszerkezet információi segíthetnek a helyes közelítést megtalálni. Ehhez tanszékünkön Vértessy Beáta kutatócsoportjával tervezünk együttműködni.

**Köszönetnyilvánítás.**
Kutatásainkat az OTKA (projekt azonosító: K-76229) támogatta.

IRODALOM

[1] B. Novak, J. M. Mitchison, J. Cell Sci. (1986) 86, 191.
[2] B. Novak, A. Sveiczer, J. M. Mitchison, J. Cell Sci. (1993) 105, 529.
[3] A. Sveiczer, B. Novak, J. M. Mitchison, J. Cell Sci. (1996) 109, 2947.
[4] A. Sveiczer, B. Novak, J. M. Mitchison, J. Cell Sci. (1999) 112, 1085.
[5] J. M. Mitchison, P. Nurse, J. Cell Sci. (1985) 75, 357.
[6] P. Buchwald, A. Sveiczer, Theor. Biol. Med. Model. (2006) 3, 16.
[7] A. Horváth, A. Rácz-Mónus, P. Buchwald, A. Sveiczer, FEMS Yeast Res. (2013) 13, 635.
[8] Á. Sveiczer, A. Horváth, P. Buchwald, FEMS Yeast Res. (2014) 14, 679.
[9] P. A. Fantes, J. Cell Sci. (1977) 24, 51.
[10] Á. Sveiczer, A. Rácz-Mónus, in Encyclopedia of Systems Biology, Springer, Heidelberg – New York 2013, 343.
[11] A. Horváth, A. Rácz-Mónus, Á. Sveiczer, Biol. Cell. (2016) 108, xxx (közlésre benyújtva).
[12] J. J. Tyson, Proc. Natl. Acad. Sci. USA (1991) 88, 7328.
[13] A. Sveiczer, A. Csikasz-Nagy, B. Gyorffy, J. J. Tyson, B. Novak, Proc. Natl. Acad. Sci. USA (2000) 97, 7865.
[14] Á. Sveiczer, A. Horváth, in Encyclopedia of Systems Biology, Springer, Heidelberg – New York 2013, 349.
[15] A. Sveiczer, J.J. Tyson, B. Novak, Brief. Funct. Genom. Proteom. (2004) 2, 298.
[16] A. Sveiczer, J.J. Tyson, B. Novak, Biophys. Chem. (2001) 92, 1.
[17] S.G. Martin, M. Berthelot-Grosjean, Nature (2009) 459, 852.
[18] J. B. Moseley, A. Mayeux, A. Paoletti, P. Nurse, Nature (2009) 459, 857.
[19] M. Sipiczki, FEMS Yeast Res. (2007) 7, 761.
[20] A. Balazs, G. Batta, I. Miklos, L. Acs-Szabo, C.R.V. D. Aldana, M. Sipiczki, Fungal Genet. Biol. (2012) 49, 235.
[21] M. Sipiczki, A. Balazs, A. Monus, L. Papp, A. Horvath, A. Sveiczer, I. Miklos, Microbiology (2014) 160, 1063.

EuCheMS NEWSLETTER
February 2016

# General Assembly: EuCheMS members met in Vienna

*Participants of the EuCheMS General Assembly 2015 in Vienna.*

The EuCheMS General Assembly and annual cluster of meetings took place in Vienna on 28 to 30 September. This three days of intensive gathering started with a meeting of chemists representing EuCheMS professional networks. Vivid discussion took place on mostly strategic topics as well as on the 6th European Chemistry Congress (ECC6) in Seville (see right), for which Peter Edwards, chair of the scientific committee at ECC6, kindly provided detailed input.

At the General Assembly EuCheMS members reinforced their commitment towards European chemistry and discussed new directions for the future. Discussion was introduced by the chairs of the strategic task groups which were set up following last year's strategic workshop.

The General Assembly also marked EuCheMS growth with the integration of three new supporting members: the Fraunhofer Institute for Interfacial Engineering and Biotechnology (IGB, see page 3), the European Federation of Managerial Staff in the Chemical and Allied Industries (FECCIA) and the European Research Infrastructure Consortium (ERIC), thus elevating the number of EuCheMS members to 46.

The EuCheMS working party on green and sustainable chemistry has now become a division and we thank Pietro Tundo (who will stand down as chair of the division and has been elected to the IUPAC Bureau) for the hard work he has put into creating the division. Further, Philippe Garrigues and Pavel Drašar were elected to the Executive Board to serve for three years from 1 January 2016. Igor Tkatchenko and Ehud Keinan both finished their term in office at the end of 2015; they have both worked tirelessly for the EuCheMS Executive Board and we wish them all the very best in their new adventures. Ehud Keinan has been elected onto the IUPAC Bureau.

Invited talks were given by Reiner Salzer, European Chemistry Thematic Network, on the outcomes of the European employability survey for chemists and chemical engineers and by Robert Parker, RSC Chief Executive, on public attitudes towards chemistry. The fruitful and constructive meeting marathon was wrapped up by the Executive Board meeting, hosted by EuCheMS vice-president Ulrich Schubert.

EuCheMS thanks the General Assembly host, the Gesellschaft Österreichischer Chemiker (Austrian Chemical Society), especially Herbert Ipser and Erich Leitner. This year the General Assembly will take place in Seville, immediately before the 6th EuCheMS Chemistry Congress in September 2016. Presentations from the General Assembly are available at www.euchems.eu/about-us/general-assembly/4777-2/.

*Nineta H. Majcen, David Cole-Hamilton*
*nineta@euchems.eu*

## Countdown for the EuCheMS Chemistry Congress in Seville

The 6th EuCheMS Chemistry Congress will take place in Seville, Spain, on 11 to 15 September 2016. The call for abstracts is open. Guidelines, information for authors, submissions and important dates as well as the online submission form are available on the congress website. The online submission deadline for abstracts is 1 April 2016.

Topic conveners have been appointed. Thus, every topic is already assigned to a European convener specialised in the issue. More information at http://euchems-seville2016.eu/topic-conveners.

The registration is also open. Enjoy early bird discounts and get connected to all the news and updates with the Congress newsletter and review all services offered.

Outstanding speakers have confirmed their attendance. Ada Yonath, Richard Schrock, Aaron Ciechanover, Harold Kroto and Jean-Marie Lehn, five Nobel Laureates, will serve as plenary speakers. Other plenary lectures will be given by Avelino Corma, Spain's most awarded chemist, Roberta Sessoli, Janine Cossy and Gérard Férey, EuCheMS Lecture Award Winner 2014.

### Dates and deadlines

Abstract submission deadline : 1 April 2016
Abstract notification: 1 June 2016
Preliminary programme: 15 June 2016
Final programme: 29 July 2016
Early bird registration deadline: 1 April 2016
Regular registration deadline: 15 June 2016
Late registration deadline: 15 August 2016
Onsite registration start: 16 August 2016

*http://euchems-seville2016.eu*

## History of chemistry

The 10th International Conference for the History of Chemistry (10ICHC) was held on 9 to 12 September 2015 at the University of Aveiro, Portugal. The event brought together more than 60 participants from 21 countries. Encouraging was the strong presence of the young generation, of new faces from countries that were not represented before and of colleagues from the EuCheMS division of chemical education.

Biographies have always been an important genre in the history of chemistry. The 10th International Conference for the History of Chemistry, entitled "Chemical biography in the 21st century", critically examined how the genre has evolved at a time where manuscript and typed documents are disappearing. The opening session featured Portuguese chemist Jorge Calado (Lisbon), followed by keynotes given by Bernadette Bensaude-Vincent (Paris) and Michael Gordin (Princeton).

The conference book is published in the internet on http://10ichc-2015.web.ua.pt.

*Brigitte Van Tiggelen*
*vantiggelen@memosciences.be*

## Computational chemistry

The 10th European Conference on Computational Chemistry was held in Fulda, Germany, from 31 August to 4 September 2015. The conference attracted 144 participants from 29 countries and was jointly organised by the GDCh division Chemistry-Information-Computers and the Working Group of Theoretical Chemistry. The GDCh division awarded four young participants with a poster prize. The conference was accompanied by an exhibition on commercial software for drug design and material sciences.

Recent trends in computational chemistry and its impact on applied sciences were reflected in twelve sessions which covered a wide field from drug design to quantum mechanics. The conference successfully combined theoretical advances with innovative applications. The next European Conference on Computational Chemistry will be organised by the Catalan Chemical Society in Spain in 2017.

*Frank Oellien, frank.oellien@abbvie.com*

# The EuCheMS Executive Board

The EuCheMS Newsletter introduces the EuCheMS Executive Board members. This issue goes on with Pavel Drašar (Czech Republic) and Antonio Laganà (Italy).

**Pavel Drašar**, Doctor of Science and Fellow of the Royal Society of Chemistry, is a professor of organic chemistry at the Prague University of Chemistry and Technology. He is currently interested in the chemistry and biological activity of natural compounds and utilization of chiral natural compounds in self- and superassembly. He is co-author of 209 papers, over 25 patents and ten books. Drašar is registered as European Chemist (EuCheMS) and Chartered Chemist and Scientist (RSC, London). He serves as editorial board member, editor or reviewer in numerous scientific journals. Besides the position in the EuCheMS Executive Board he is the chair of the European Chemist Registration Board. He has also served in the European Chemistry Thematic Network (ECTN) as chair of the ECTN Label Committee for assessment of chemistry educational programmes and has been president of ECTN since 2015. He is vice-president of the Czech Chemical Society (CCS) for international contacts and collaborations and therefore represents the CCS in ChemPubSoc Europe.

**Antonio Laganà** is a professor of inorganic chemistry at the University of Perugia. After his degree in theoretical and computational chemistry he took up positions as postdoc at the University of Manchester (1977-78), visiting researcher at Caltech (1982) and Los Alamos National Laboratory (1987-90). Laganà works on high performance and distributed computing for virtual research communities and develops theoretical and computational methods for scattering and molecular dynamics. He has published more than 400 papers and authored ten books. Laganà chairs the EuCheMS division of computational chemistry, the virtual research community CMMST (chemistry, molecular & materials sciences and technologies) of the EGI (European grid infrastructure) Foundation and the homonymous Standing Committee of ECTN. He has chaired the COST chemistry technical committee (2003-2007) and directed the chemistry department of Perugia University (2002-13) and the Perugia University computer centre (1996-2001).

## National Chemistry Congress in Hungary

The Second National Chemistry Congress of the Hungarian Chemical Society (HCS) was held on 31 August to 2 September in Hajdúszoboszló. In addition the International Year of Light was celebrated.

Ferenc Joó (president of the chemistry section of the Hungarian Academy of Sciences), György Horvai (chair of the Hungarian National Committee of IUPAC) and Livia Simon-Sarkadi (HCS president) welcomed the more than 260 participants, one third of which were graduate students and young scientists from five countries. One of the plenary lectures was held by EuCheMS president David Cole-Hamilton. Other plenary talks were presented by representatives from industry, higher education and research centres of the Hungarian Academy of Sciences. Besides the eight plenary talks, 120 oral and 58 poster presentations summarized major achievements not only in traditional fields of chemistry, but also in pharmaceutical, chemical and food industry and diagnostics. The conference had a good balance of academic and industrial representatives, giving the opportunity to establish new contacts and also share experience with the younger generation.

*Agota Toth, atoth@chem.u-szeged.hu*

# EuCheMS award for Czech student

Michaela Kajšová, a young and enthusiastic student, won the EuCheMS special prize of the 2015 European Union Contest for Young Scientists (EUCYS). She was honoured for her study on the effect of cholesterol on biological membranes. Despite her responsibilities as a finishing high school student, she followed her scientific curiosity and developed a two-year research project whose results will soon be published.

*EuCheMS general secretary Nineta Majcen (left) congratulates Michaela Kajšová.*

When Michaela Kajšová received the prize she was in her first very busy weeks of her medicine degree, but EuCheMS managed to get some of her time for an interview where her passion for chemistry and talent as a natural communicator were more than evident. When asked if there was any message she would like to leave to younger people, she said: "I really appreciate the EUCYS EuCheMS special prize and it is a great motivation for the future, but young students participating in such competitions should not think too much about winning. It is more about interacting with people, learning how to present your research, and meeting new people and opportunities. The scientists and judges I have met were very humble and kind people who really inspired me to pursue research. It is amazing that all this started just because of an extra-curricular activity."

The complete interview is published on www.euchems.eu/?p=5435.

*Bruno Vilela, bruno.vilela@euchems.eu*

## New presidents for the SCF and the EuCheMS Organic Division

Gilberte Chambaud has been elected president of the Société Chimique de France (SCF) for the period 2016 to 2018. She is the first woman to serve as president of SCF.

Chambaud is emeritus professor at the Université Paris-Est Marne la Vallée in the laboratory "Modelling and Multi-Scale Simulation". She received her PhD in theoretical chemistry from the Université Pierre et Marie Curie/ Ecole Normale Supérieure, Paris, in 1982. From 2006 to 2011, she was scientific director of the CNRS Institute of Chemistry. There she was in charge of the organisation of the institutional research strategy in chemistry in ca. 180 French academic chemistry laboratories. Gilberte Chambaud was the president of the SCF division for education and training (2000 to 2004) and vice-president of the SCF (2012 to 2015).

Véronique Gouverneur was elected president of the EuCheMS Organic Division in July 2015. She received her PhD in chemistry from Université catholique de Louvain in Belgium in 1991. After spending three years at the Scripps Research Institute in La Jolla, USA, she took up her first academic position at the Louis Pasteur University in Strasbourg, France. In 1998 she moved to England with a lecturership at the University of Oxford. In 2008 she became professor in chemistry and since then is also holding a tutorial fellowship at Merton College in Oxford. Gouverneur works on fluorine chemistry with a focus on medicinal applications. She received numerous awards including the 2015 ACS Award for Creative Work in Fluorine Chemistry. She is a member of various academic and editorial boards and coordinates the EU project RADIOMI.

## New supporting member of EuCheMS: Fraunhofer IGB

EuCheMS welcomes the Fraunhofer Institute for Interfacial Engineering and Biotechnology (Fraunhofer IGB) as new supporting member. Fraunhofer IGB is one of 66 institutes and research units of the Fraunhofer-Gesellschaft. Based in Germany, Fraunhofer is Europe's leading organisation for applied research.

Fraunhofer IGB develops and optimizes processes and products in the fields of medicine, pharmacy, chemistry, the environment and energy. The institute combines the highest scientific standards with professional expertise, always with a view to economic efficiency and sustainability. Fraunhofer IGB offers complete solutions from the laboratory to the pilot scale. The constructive interplay of the various disciplines at the institute opens up new approaches in areas such as medical engineering, nanotechnology, industrial biotechnology and environmental technology.

Fraunhofer IGB is aiming at the development of biotechnological processes for the production of chemicals and fuels from renewable resources, biogenic residues or microalgae and the coupling of these with chemical processes. The Fraunhofer Center for Chemical-Biotechnological Processes (Fraunhofer CBP) in Leuna offers the Fraunhofer IGB new ways of transferring the use of renewable raw materials to an industrial scale.

Another field of action is functional surfaces and materials. By the decoupling of volume and surface properties of materials through interfacial process engineering, new possibilities arise for the manufacture of products based on sustainable raw materials.

*Achim Weber, achim.weber@igb.fraunhofer.de*

*Research at Fraunhofer IGB, the new member of EuCheMS. (photo: Fraunhofer IGB)*

## EuroFoodChem: a European perspective on food chemistry

The EuroFoodChem Congress is a biennial appointment for food chemists worldwide. This year's conference was organised by the Institute of Food Science, Technology and Nutrition of the Spanish National Research Council. It took place on 13 to 16 October in Madrid with Juana Frias as chair. The success of the event was confirmed by more than 400 participants from 55 countries, involving 24 plenary and keynote sessions, 40 oral presentations and 387 poster presentations.

EuroFoodChem XVIII gathered experts from academia, research centres, administration and regulatory bodies as well as from food industry. Debates were held about the latest scientific advances collected in the EU Framework Programme Horizon 2020, helping to establish international collaboration for upcoming proposals. A special session was dedicated to young researchers: Marco Arlorio, chair of the EuCheMS food chemistry division, emphasized their innovative and intellectual initiatives that constituted a major stimulus for the success of this conference.

The main topics were: chemical composition of food and chemical changes induced by processing and storage, bioactive food constituents and functions, functional food, risk and benefits evaluation of food components, food safety, the chemistry behind sensorial flavour and textural properties, detection techniques for food quality assessment and the exploitation of agri-food co-products and wastes. Several European projects were represented and the European Association for Food Safety organised a session on food safety in collaboration with JRC-EU and EuCheMS.

The next EuroFoodChem will be organised by Livia Simon Sarkadi in Budapest in 2017.

*Marco Arlorio, marco.arlorio@uniupo.it*

*Meeting of the EuCheMS food chemistry division.*

## Events 2016

**31 January – 5 February 2016, Bressanone, Italy**
10th European Winter School on Physical Organic Chemistry, www.chimica.unipd.it/wispoc/pubblica

**18 – 20 February 2016, Florence, Italy**
ENERCHEM-1 (Chemistry of Renewable Energies)
www.enerchem-1.it

**16 – 18 March 2016, Blankenberge, Belgium**
13th Chemistry Conference for Young Scientists – ChemCYS 2016, www.chemcys.be

**26 –29 April 2016, Guimarães, Portugal**
1st European Young Chemists Meeting (1st EYCheM)
http://5pychem.eventos.chemistry.pt

**3 – 8 July 2016, Vienna, Austria**
16th Conference on Molten Salts and Ionic Liquids
www.euchem2016.org

**3 – 6 July 2016, Torun, Poland**
18th International Symposium on Advances in Extraction Technologies & 22nd International Symposium on Separation Sciences
www.extech-isss2016.pl

**4 – 7 September 2016, Minsk, Belarus**
23rd Conference of Isoprenoids

**7 – 10 September 2016, Barcelona, Spain**
ECRICE – European Conference on Research in Chemical Education, http://ecrice2016.com

**11 – 15 September 2016, Seville, Spain**
6th EuCheMS Chemistry Congress
http://euchems-seville2016.eu

## Events 2017

**2 – 5 July 2017, Copenhagen, Denmark**
4th EuCheMS Inorganic Chemistry Conference
www.eicc-4.dk

## Programmatic symposium on ethics in chemistry

Thirteen members and supporters of the idea of the EuCheMS working party on ethics in chemistry from seven countries came together in Frankfurt, Germany, on 25 and 26 September 2015 to exchange views, discuss the administrative structure and to identify topics for future activities.

The working party was founded in autumn 2011 and started with a few loosely connected enthusiasts but soon grew to a present total of about 30 members and observers from twelve countries. During the working party's symposium at the 4th EuCheMS Chemistry Congress in Prague 2012, it became obvious that more needs to be done to consolidate the working party. At the recent Frankfurt Symposium the participants decided to establish a five-membered steering group to distribute tasks onto more shoulders. Following the "The Hague Ethical Guidelines" (http://bit.ly/1jaLOSd) defined by an international panel of experts in September at the Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons, our assistance in the implementation of ethics courses within science programmes at universities should be top priority. In conjunction with the symposium, the theatre play by Roald Hoffmann "Was Euch gehört" ("Something that belongs to you") was presented in Darmstadt and Frankfurt.

*Hartmut Frank, hartmut.frank@uni-bayreuth.de*
*www.euchems.eu/divisions/ethics-in-chemistry*

**EuCheMS Newsletter**

GDCh

**Newsletter coordinator:** Karin J. Schmitz
Please send all correspondence and manuscripts to k.schmitz@gdch.de
**Editors:** Wolfram Koch (responsible), Karin J. Schmitz, Uta Neubauer, Frankfurt am Main
**Advisory board:** David Cole-Hamilton (President), Ulrich Schubert (Vice-President), Franco De Angelis (Treasurer), Eckart Ruehl (Member of Executive Board), Nineta Majcen (Secretary General).
**Layout:** Jürgen Bugler, Frankfurt am Main
**Production:** Nachrichten aus der Chemie

**Publisher:** Gesellschaft Deutscher Chemiker on behalf of EuCheMS
Postfach 900440
D-60444 Frankfurt am Main
**EuCheMS General Secretary:**
Nineta Majcen, Rue du Trône, 62
1050 Brussels, Belgium
secretariat@euchems.eu
www.euchems.eu
EuCheMS is registered as "Association internationale sans but lucratif" (AISBL, international non-profit association), AISBL-Registered office: Rue du Trône, 62, 1050 Brussels, Belgium

# Bruckner-termi előadások

Karger-Kocsis József
BME Polimertechnika Tanszék és MTA–BME Kompozittechnológiai Kutatócsoportot

## Multifunkciós polimerek és kompozitjaik

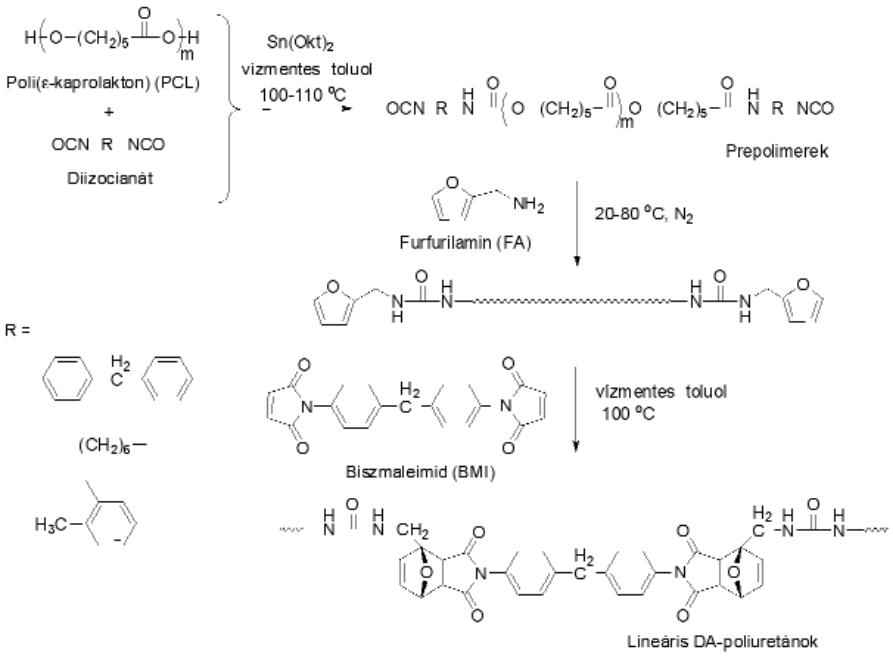
# A Diels–Alder-reakció szerepe

Napjainkban az anyagfejlesztés multifunkciós, „intelligens”anyagok kialakítására irányul. Ez a megjegyzés érvényes fémekre, kerámiákra és polimerekre egyaránt. Multifunkciós jellemzővel azon anyagokat illetik, amelyek tulajdonságai egymástól alapvetően függetlenek. Így anyagaink terhelésközvetítő szerepük (mechanikai jellemzők) mellett egyéb, ún. funkciós sajátságokkal (pl. alakemlékezés, öngyógyulás, környezeti hatások érzékelése és ezekre válaszadás, viszkozitáscsökkentés, újrafeldolgozhatóság) is rendelkeznek.

„A konjugált kötésű rendszerek 1,4-helyzetű részleges telítése kellő aktivitású olefinkötést tartalmazó rendszerrel is elérhető” – írja Bruckner Győző [1]. E reakció helyes értelmezése Diels és Alder szerzőpáros érdeme [2], akiket ezért 1950-ben Nobel-díjjal tüntetek ki. A Diels–Alder- (DA) reakció egy dién és egy dienofil vegyület között jön létre ciklikus vegyületet eredményezve, amelyet gyakran adduktnak is neveznek. Hetero-DA-reakcióról akkor beszélünk ha a gyűrűs, ciklikus vegyület kialakításában a szénatomokon kívül egyéb atomok is részt vesznek. A DA-reakció egyik fontos sajátsága termoreverzibilis jellege. A retro-DA-reakció bizonyos hőmérséklet felett idézhető elő, amelynek során a kiindulási vegyületek visszanyerhetők. Miként a következőkben látni fogjuk, a DA/retro-DA-reakciók révén tudjuk polimereinket olyan funkciós tulajdonságokkal ellátni, mint például az öngyógyulás, az erősen térhálósított rendszerek ömledékből és oldatból történő újrafeldolgozása. Ezekben az esetekben diénkomponensként túlnyomórészt furán, ciklopentadién, esetleg antracén, míg dienofil reagensként maleimid és akrilát funkciós csoportokkal rendelkező vegyületek, makromolekulák szolgálnak. Polimerek DA-reakcióját igen gyakran furán- és maleimidcsoportok kölcsönhatása váltja ki [3]. Ennek valószínű oka az, hogy ez esetben mind a DA-, mind pedig a retro-DA-reakciók hőmérséklete alacsony, amely összhangban áll számos polimer korlátozott hőstabilitásával. A DA-reakciót, mivel kiváltható vizes, oldószeres közegekben és ömledékben egyaránt, előszeretettel alkalmazzák polimerek szintézisében, módosításukra, továbbá új típusú polimer kompozitok létrehozására. Az alábbiakban kiragadott irodalmi példák és saját kutatási eredmények alapján teszek kísérletet a DA/retro-DA-reakciók sokoldalú használhatóságának bemutatására polimerek és kompozitjaik esetében.

DA-reakció révén alkalmasan funkcionált szteroidszármazék rögzíthető ideiglenesen úgy hidrogélben, hogy időben elnyújtott kibocsátása a vonatkozó gyógyszeres kezelést elősegítse [4]. Új típusú amfifil hidrogélek is előállíthatók a reverzibilis addíciós/fragmentációs láncátvitelű polimerizáció (RAFT) és hetero-DA-csatolás (ciklopentadién/elektronszívó környezetű C=S) révén [5]. A DA-reakció időleges blokkoló szerepet is játszhat, mielőtt például többfunkciós tiolszármazékot reagáltatnánk többfunkciós maleimidekkel tia-Michael-reakcióban erősen térhálós rendszerek kialakításakor [6]. Többfunkciós furán- és maleimid-végcsoportú vegyületek felhasználásával nagy térhálósűrűségű polimerek állíthatók elő. Retro-DA-reakciót követő ismételt DA-reakció alkalmasnak bizonyult a törésfelület gyógyítására [7]. Ez utóbbi közlemény tekinthető azon figyelemfelkeltő munkának, amely a kutatók érdeklődését a DA-reakció adta lehetőségek polimerekben való kiaknázására irányította. A DA (furán/maleimid) termoreverzibilis sajátságát főként furánfunkciós epoxigyanta-alapú rendszerek öngyó-

**1. ábra. Főláncukban DA-csatolású alakemlékező/öngyógyuló poliuretánok előállítása**



gyulására alkalmazták [8]. Az öngyógyulás kivitelezésre retro-DA-t követő ismételt DA-reakció szolgált. Amennyiben a DA-addukt egyben az epoxigyanta amin-térhálósítójának szerepét is betölti, akkor a térhálósítás során az egymás ellen ható DA- és Michael-reakciók hőmérsékletfüggését is figyelembe kell venni [9]. Nagy térhálósűrűségű polimerek előállíthatók polimeranalóg (lánchosszváltozás nélküli) reakcióban is. Így például furáncsoportok képezhetők alkalmas poliketonok esetében főláncukon Paal–Knorr-reakcióban, amelyek biszmaleimid-származékkal reagálván alakítanak ki térhálót [10]. A példák sora nem nélkülözheti a poliuretánokat, amelyek sokoldalú kémiája a legváltozatosabb polimerek kialakításának záloga. Az **1. ábrán** bemutatott reakciósorban sikerült olyan lineáris DA-csatolású poliuretánokat szintetizálni, amelyek alakemlékező képességen túl várhatóan öngyógyuló sajátsággal is rendelkeznek [11]. Az emlékező funkció kiváltására (jelen esetben egy átmeneti alak létrehozására és az eredeti alak visszanyerésére) a kristályos diolkomponens (polikaprolakton) olvadási/kristályosodási hőmérséklete szolgált.

A DA-reakció alkalmasnak bizonyult hagyományos és nanokompozitok öngyógyulóvá tételében is. Üveg- és szénszál erősítésű epoxigyanta-mátrixú kompozitok esetében a határfelületi réteg gyógyítását az egyik DA-reagens (maleimid funkciós csoport) szálfelületen való kialakításával (szol-gél kémia), míg a másik mátrixba való bevitelével (furán-végcsoportú epoxivegyületek) érték el [12]. Nanoadalékok (pl. szilika [13], szilszeszkvioxán-származékok [14]) DA-funkcionalizálása révén öngyógyuló anyagokat, bevonatokat állítottak elő. DA-csatolással sikerült a grafén-oxidot is egy lépésben organfillé tenni, elősegítvén így polimerekben való diszpergálhatóságát [15]. Komoly kísérletek folynak az öngyógyulás és az alakvisszanyerés együttes kiváltására mind polimerek, mind pedig kompozitjaik esetében a DA-reakció kiaknázásával. Szénszál rétegeket tartalmazó DA-csatolású poliuretánok esetében a koncepció helyességét immár bizonyították is [16].

Összefoglalóan megállapítható, hogy a DA-reakció igen ígéretes módszer (multi)funkciós polimerek és kompozitjaik kialakítására. A DA/retro-DA-reakciók által elérhető funkcionális tulajdonságok a következők: DA-kötésű térhálós rendszerek ömledékből/oldatból történő újrafeldolgozása (ez érvényes gumikra is [17]), öngyógyulás, alakemlékezés, valamint ezek kombinációi.

**Köszönetnyilvánítás.**
Az előadás anyagát az OTKA SNN 114547 projekt keretében készítettem el.

IRODALOM

[1] Bruckner Gy.: Szerves Kémia I–1. Tankönyvkiadó, 1961, 141.
[2] O. Diels, K. Adler, J. Liebigs Ann. Chemie (1928) 460, 98.
[3] A. Gandini, Progr. Polym. Sci. (2013) 38, 1.
[4] M. Fan, Y. Ma, Z. Zhang, J. Mao, H. Tan, X. Hu, Mat. Sci. Eng. C (2015) 56, 311.
[5] M. Langer, J. Brandt, A. Lederer, A. S. Goldmann, F. H. Schacher, C. Barner-Kowollik, Polym. Chem. (2014) 5, 5330.
[6] V. Froidevaux, C. Negrell, E. Laborbe, R. Auvergne, B. Boutevin, Eur. Polym. J. (2015) 69, 510.
[7] X. Chen, M. A. Dam, K. Ono, A. Mal, H. Shen, S. R. Nutt, K. Sheran, F. Wudl, Science (2002) 295, 1698.
[8] J. Li, G. Zhang, L. Deng, K. Jiang, S. Zhao, Y. Gao, R. Sun, C. Wong, J. Appl. Polym. Sci. (2015) 132, 42167.
[9] N. Bai, G. P. Simon, K. Saito, New J. Chem. (2015) 39, 3497.
[10] Y. Zhang, A. A. Boekhuis, F. Picchioni, Macromolecules (2009) 42, 1906.
[11] Cs. Lakatos, K. Czifrák, R. Papp, J. Karger-Kocsis, M. Zsuga, S. Kéki, Express Polym. Lett. (2016) 10, megjelenés alatt.
[12] J. Karger-Kocsis, H. Mahmood, A. Pegoretti, Progr. Mater. Sci. (2015) 73, 1.
[13] S. Schäfer, G. Kickelbick, Polymer (2015) 69, 357.
[14] Z. Xu, Y. Zhao, X. Wang, T. Lin, Chem. Commun. (2013) 49, 6755.
[15] J. Yuan, G. Chen, W. Weng, Y. Xu, J. Mater. Chem. (2012) 22, 7929.
[16] Y. Heo, H. A. Sodano, Compos. Sci. Technol. (2015) 118, 244.
[17] L. M. Polgar, M. van Duin, A. A. Broekhuis, F. Picchioni, Macromolecules (2015) 48, 7096.

Agócs Attila
PTE Biokémia és Orvosi Kémia Intézet

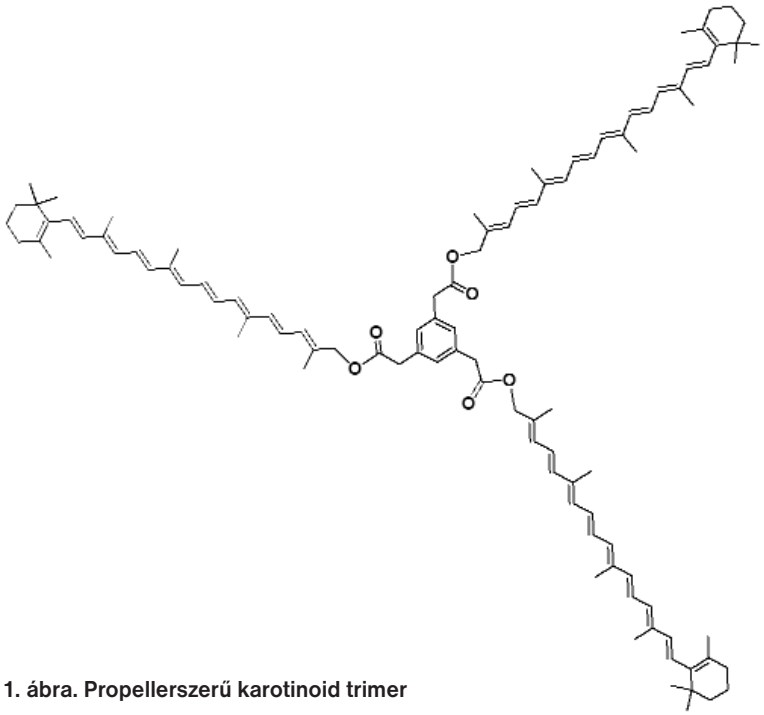
# A pécsi karotinoidkémiai kutatások napjainkban

A karotinoidok olyan természetes hidrofób színezékek, amelyek mind a növényi, mind az állati szervezetekben megtalálhatóak. Fontos szerepet töltenek be a fényabszorpció és a fényvédelem mechanizmusában; kiváló antioxidáns hatásuk révén képesek a szabad gyökök megkötésére, így megakadályozzák a lipid-peroxidációt, a DNS és más biomolekulák oxidatív károsodását. Közvetlen kapcsolat mutatható ki a táplálékkal elfogyasztott karotinoidok mennyisége és a kardiovaszkuláris betegségek gyakoriságának csökkenése között. Az időskori makuladegeneráció hatékonyan megelőzhető lutein és/vagy zeaxantin bevitelével. Ismert egyes karotinoidok immunmódosító és rákellenes hatása [1].

A Pécsen immár több mint 90 éve működő Karotinoidkémiai Kutatócsoportban az elmúlt években az izolálás mellett a szintetikus módosításokra került a hangsúly. Előadásomban ezek eredményeit foglaltam össze a cukorszármazékok kivételével.

A *karotinoid dimereket és trimereket,* illetve potenciálisan dendrimereket elsősorban szerkezeti érdekességük miatt állítottuk elő [2]. A nanométeres méretű karotinoidmolekulák a természetben is optikailag aktív aggregátumokat hoznak létre, ám ezeknek a szupramolekuláris szerkezeteknek még nem ismert a biológiai funkciója. Számítottunk az antioxidáns hatás esetleges növekedésére is az ily módon „koncentráltan” jelen levő karotinláncok miatt, ám a mérések ezt a várakozást nem egyértelműen igazolták vissza. Legjobban a karotinoid-alkoholok valamint di- és trikarbonsav-magok közötti reakcióval keletkeztek a termékek közepes kitermeléssel **(1. ábra)**. Jelenleg az időközben karotinoidokra optimált [3+2] azid-alkin click-reakcióval próbálunk magasabb hozamokat elérni.

*Hidrofil karotinoidok*at általában két céllal állítanak elő: a megváltozott, illetve megnövekedett biológiai aktivitásuk miatt orvosi felhasználásra vagy az élelmiszeriparban és a takarmányozásban színezékként való alkalmazásra. Az elmúlt két évtizedben számos módszert közöltek (álta-



**1. ábra. Propellerszerű karotinoid trimer**

lában szabadalom formájában) a karotinoidok vízoldhatóságának növelésére. Ezek a készítmények többnyire karotinoidok és valamilyen szolubilizáló anyag egyszerű keverékei, például polietilén-glikol- (PEG) diszperziók. Mi kémiai módosításokkal kívántunk hidrofil származékokat előállítani. Az új vegyületekkel kapcsolatosan a vízoldhatóságukon kívül a legfontosabb kérdések, hogy felülmúlják-e a természetes karotinoidok antioxidáns hatását, illetve milyen toxikológiai és farmakokinetikai paraméterekkel rendelkeznek: ezek a kérdések a legtöbb bemutatandó vegyület esetében még válaszra várnak. Néhány hidrofil karotinszármazéknál jelentősen megnövekedett antioxidáns hatást találtak vizes oldatban a megfelelő hidrofób kiindulási karotinhoz képest, ami biztató eredmény a jövőre nézve. Az alábbiakban bemutatom az újonnan előállított származékokat.

Számos biomolekulának (elsősorban peptidnek) állították már elő polietilén-glikollal (PEG) képzett származékát, azonban kovalensen kötött PEG-karotinoid konjugátumokat korábban nem szintetizáltak. A hidrofil PEG-konjugátumoknak rendszerint kedvezőbbek a farmakokinetikai jellemzői és hatékonyan alkalmazhatóak a hatóanyagok célba juttatásában. A kovalens PEG-konjugátumok előnye, hogy kevésbé változtatják meg az ozmotikus homeosztázist, mint az ionos vegyületek, továbbá a PEG-konjugátumok vízoldhatósága nem pH-függő. Ha a PEG-rész fiziológiás körülmények között viszonylag könnyen hidrolizáható kötéssel kapcsolódik a karotinoidhoz, akkor a PEG egyszerűen a karotinoid rész indifferens, poláros célbajuttató egységeként funkcionálhat.

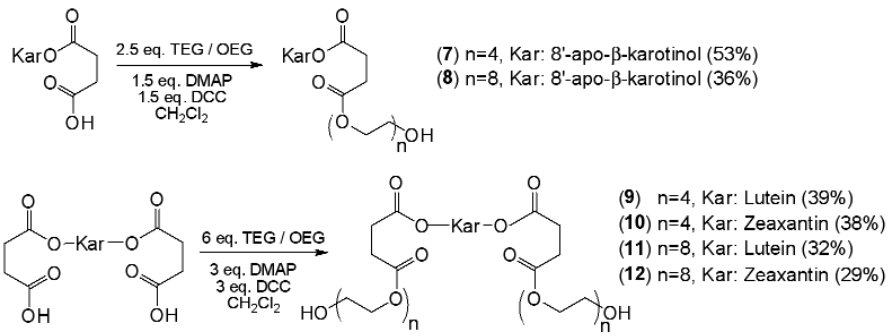
Karotinoid-szukcinátokokból PEG-észtereket és -diésztereket állítottunk elő különböző hosszúságú polietilén-glikolokkal [tetraetilén-glikol (TEG), oktaetilénglikol (OEG), PEG-550 monometil-éter (mPEG-550), **2. ábra**] [3]. Ha a reakciókban a karotinoid-szukcinátot alkalmaztuk feleslegben, akkor dimerekhez jutottunk, ahol a két karotinrész között egy PEG összekötő elem található [4]. Hasonló módon, több lépésben olyan dendritikus jellegű karotinoid trimereket állítottunk elő, melyek TEG vagy OEG elemeken keresztül kapcsolódnak a központi egységhez [2].

A termékek vízoldhatósága – a várakozással megegyezően – arányos volt a konjugátumok PEG-tartalmával. Bár az észteres konjugáció miatt a vegyületek *in vivo* érzékenyek lehetnek hidrolízisre, az a tény, hogy a karotinoid regenerálódik fiziológiás körülmények között, akár előnyös is lehet. Az előzetes eredmények szerint néhány PEG-karotinoid konjugátum jó antioxidáns aktivitást mutatott humán májsejteken hidrogén-peroxiddal kiváltott oxidatív stresszben.

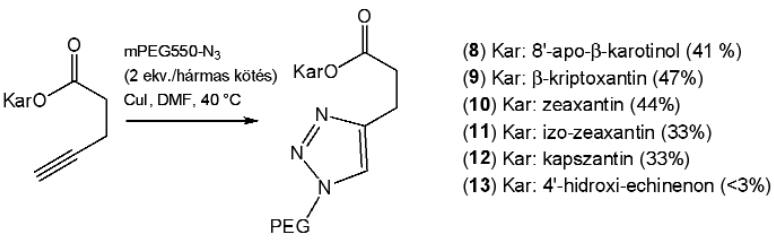
A közelmúltban új módszert dolgoztunk ki PEG-karotinoid konjugátumok kialakítására: elsőként alkamaztuk a [3+2] azid-alkin click-reakciót a karotinoidkémiában [5]. A reakciókörülmények optimálása után sikeresen kapcsoltunk PEG-azidokat karotinoid-pentinoátokhoz. A módszer valószínűleg más, bioaktív molekulákkal képzett konjugátumok előállítására is felhasználható lesz a jövőben, ugyanis a reakciók enyhe körülmények között és megfelelő kitermeléssel játszódnak le **(3. ábra)**.

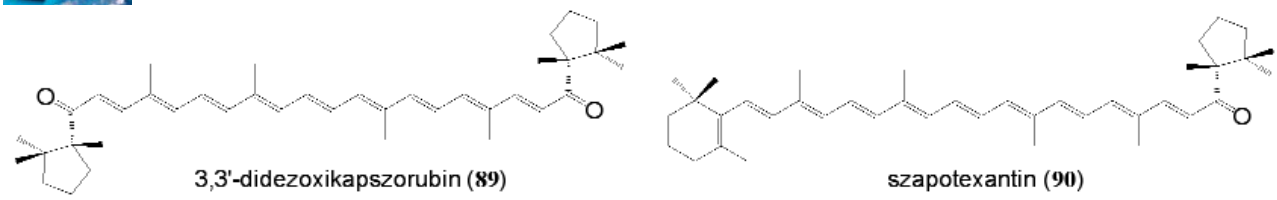
Kutatásaink új irányvonalát képezi a karotinoid-biomolekula konjugátumok előállítása. Ebben a témakörben még csak a kezdeteknél tartunk, az első kapcsolt biomolekulák természetes flavonoidok. A fentiekben látható, hogy a karotinoidokból egyszerűen alkinszármazék készíthető,

**2. ábra. TEG- és OEG-konjugátumok mono- és diszukcinátokból (Kar = karotinoid)**




**3. ábra. Karotinoid-PEG konjugátumok előállítása click-reakcióval**






**4. ábra. Néhány újonnan felfedezett dezoxi-kappa-karotinoid**

amit a megfelelően módosított azidtartalmú összekötő elemet tartalmazó flavonoiddal (krizin, kvercetin, daizein) click-reakcióban reagáltathatunk.

Végül meg kell említenem, hogy a *karotinoidok izolálásakor* is sikerült érdekes felfedezéseket tennünk. A közép-amerikai gyümölcsök és más trópusi növények nagy része magas karotinoidtartalommal rendelkezik, ráadásul, mint kutatásaink során kiderült, számos még ismeretlen karotinoid is megtalálható bennük, akár főkomponensként is. A panamai mamey gyümölcs karotinoidprofilja meglehetősen bonyolult, de számos olyan, korábban nem ismert, kappa-végcsoportot tartalmazó karotint tudtunk belőle izolálni, ahol a végcsoporton nem található hidroxilcsoport (dezoxi-kappa-végcsoport) [6]. Viszonylag nagy mennyiségben fordulnak elő egzotikusnak tekinthető epoxidok, melyek szerkezetfelderítését és mesterséges úton keletkező izomerekkel való összehasonlítását is elvégeztük **(4. ábra)** [7].

**Köszönetnyilvánítás.**
A szerző köszöni az idézett cikkekben szereplő társszerzők közreműködését, valamint az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj és az OTKA (K 83898, K 115931, PD 77467) támogatását.

IRODALOM

[1] R. Álvarez, B. Vaz, H. Gronemeyer, Á. R. de Lera, Chem. Rev. (2014) 114, 1–125.
[2] Háda, M., Nagy, V., Gulyás-Fekete, G., Deli, J., Agócs, A., Helv. Chim. Acta (2010) 93, 1149–1155.
[3] Háda, M., Nagy, V., Takátsy, A., Deli, J., Agócs, A., Tetrahedron Lett. (2008) 49, 3524–3526.
[4] Háda, M., Petrovics, D., Nagy, V., Böddi, K., Deli, J., Agócs, A., Tetrahedron Lett. (2011) 52, 3195–3197.
[5] Háda, M., Nagy, V., Takátsy, A., Deli, J., Hait, J., Agócs, A., Tetrahedron Lett. (2012) 53, 2480–2482.
[6] Murillo, E., McLean, L., Britton, G., Agócs, A., Nagy, V., Deli, J., J. Nat. Prod. (2011) 74, 283–287.
[7] Gulyás-Fekete, G., Murillo, E., Kurtán, T., Papp, T., Illyés, T.Z., Drahos, L., Visy, J., Agócs, A., Turcsi, E., Deli, J., J. Nat. Prod. (2013) 76, 607–614.

# MKE egyéni tagdíj (2016)

Kérjük tisztelt tagtársainkat, hogy a **2016. évi tagdíj** befizetéséről szíveskedjenek gondoskodni annak érdekében, hogy a Magyar Kémikusok Lapját 2016 januárjától is zavartalanul postázhassuk Önöknek. A tagdíj összege az egyes tagdíj-kategóriák szerint az alábbi:

| | |
|---|---|
| • alaptagdíj: | 8000 Ft/fő/év |
| • nyugdíjas (50%): | 4000 Ft/fő/év |
| • közoktatásban dolgozó kémiatanár (50%) | 4000 Ft/fő/év |
| • ifjúsági tag (25%): | 2000 Ft/fő/év |
| • gyesen lévő (25%) | 2000 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 tisztelt tagtársainkat, hogy

**személyi jövedelemadójuk 1 százalékának felajánlásából idén 710 351 forintot**

utal át az APEH Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásaikat, köszönjük, hogy egyetértenek 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, a 9. Kémikus Diákszimpózium, valamint a 2015-ben hetedszer megrendezett Kémiatábor 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 2015. 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 adótartozása van, az elveszíti az 1% felajánlásának a lehetőségét!

Az MKE adószáma: **19815819-2-41**.

Terveink szerint 2016-ban az így befolyt összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, a XVI. Országos Diákvegyész Napok, valamint a 2016-ban nyolcadszor szervezendő Kémiatábor 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.

Budai Iván
Magyar Vegyipari Szövetség

# A magyar vegyipar teljesítményéről és perspektíváiról[1]

## A modern magyar vegyipar fő korszakairól – röviden

Az I. világháború előtti évtizedekben Magyarországon megkezdődött a vegyipar akkori legfontosabb ágainak – gyógyszeripar, műtrágyaipar – kiépítése. A termelés bővítésének legfőbb akadálya a szén- és nyersanyaghiány volt. A hadiiparhoz köthető iparágakban, köztük a vegyiparban meredeken – 27,7 százalékkal – nőtt a munkáslétszám és megközelítette a 20 ezer főt.

A trianoni döntés a hazai vegyipart végzetesen meggyöngítette. A területek elcsatolása következtében az anyaországon kívülre kerültek fontos nyersanyagforrások és az ezeket feldolgozó ipari létesítmények, köztük 40 jelentős vegyészeti gyártóbázis, nem szólva az Osztrák–Magyar Monarchia 50 milliós fogyasztói piacának négyötödéről. 1920-tól a gazdaság talpra állításával és újraszervezésével járó gondok és az 1929–1933 közötti időszak gazdasági világválságának súlyos következményei ellenére a vegyipari fejlődés jelentős volt: súlya az iparon belül 1929-ben 7,0 százalék, 1938-ban pedig már meghaladta a 9 százalékot. A vegyipari vállalkozások ebben az időszakban ki tudták elégíteni a hazai ipar és mezőgazdaság teljes szükségletét.

A II. világháborúban a magyar vegyipar termelőkapacitásainak közel egyharmada elpusztult, azonban az újjáépítési erőfeszítéseknek köszönhetően 1949-ben a kibocsátás ismét elérte a háború előtti szintet. Az 1960-as évektől felgyorsult az iparág fejlődése, a mai termelőkapacitások többsége ekkor alakult ki. A fejlesztések fő iránya a műtrágyagyártás jelentős mértékű bővítése, de emellett a szintetikusszál-, a műanyaggyártás fejlesztése is volt. A nemzetközi gyakorlatot követve a vegyipari fejlesztések szénbázison, az 1960-as évektől kezdve pedig petrolkémiai bázison valósultak meg.

1970 után a vegyipari fejlődés meghatározó külső tényezője a KGST Komplex Program beindítása volt, amely petrolkémiai ipari integráció megvalósítását is célul tűzte. Magyarországon a Petrolkémiai Központi Fejlesztési Program keretében indultak a nagy beruházások: Borsodi Vegyi Kombinát, PVC-üzem; Tiszai Vegyi Kombinát, olefinvertikum; Magyar Viscosagyár, poli-akril-nitril üzem; Péti Nitrogénművek, ammónia, pétisó-, karbamid- és kevertműtrágya-üzemek. A hazai iparfejlődés újabb fejezeteként 1970 és 1989 között összesen 18 vegyipari üzem épült meg.

A hazai vegyipar termelékenységének növekedése nemzetközi összehasonlításban is kiemelkedő volt: az évtized folyamán évente átlagosan 8,8 százalékkal nőtt. Ez később a tervgazdaságról a piacgazdaságra történő sikeres áttérés szempontjából az egyik legfontosabb tényezőnek bizonyult.

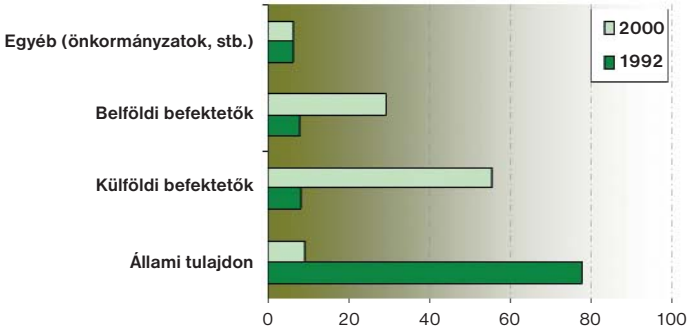
A beruházások eredményeként az iparág több szegmense – műtrágya- és műszálgyártás – erősödött, utóbbi bázisán egy évtizeddel később létrejött Európa piacvezető szénszálgyártója, és új jelentős iparág is született Magyarországon: a műanyag-alapanyag-gyártást és a műanyag-feldolgozást magában foglaló műanyagipar. A vegyi anyagok és termékek körében a legnagyobb arányú külpiaci értékesítés mind a mai napig a petrolkémiai ipar termékeiből származik.

A magyar vegyipar történetének e fejezete tényszerűen azzal jellemezhető, hogy 1950–1990 között a bruttó termelés indexe a 31-szeresére növekedett.

A tervgazdaságról a piacgazdaságra való átállás során – az ország és a kelet-közép-európai régió általános gazdasági folyamataitól nem függetlenül – a vegyipar teljesítménye visszaesett.

A magyar mezőgazdaság átalakítása nyomán kialakult helyzetben hirtelen és radikálisan csökkent a műtrágyák és a növényvédő szerek iránti kereslet. Ez a terület volt a változások legnagyobb vesztese a 90-es években.

A műanyag alapanyaggyártás termelése változatlan maradt, illetve 1992-től ismét növekedésnek indult, súlya a vegyiparon belül 1999-re jóval magasabb, mint az EU országaiban. Az értékesítés 60 százaléka tartósan exportpiacokra, az EU tagorszá-




**A vegyipari vállalatok tulajdonosi szerkezete (%)**

[1] Az MKE 2. Nemzeti Konferencián elhangzott előadás szerkesztett szövege.

gaiba és a kelet-közép-európai régióba irányult.

Az iparág vállalatainak privatizációja több lépcsőben valósult meg, s 1998-ra befejeződött. A legtöbb vállalat szakmai befektetők tulajdonába került, több cég részvényeit bevezették a tőzsdére.

A 90-es években lezajlott ellentmondásos változások eredőjeként egyfelől a visszaesések, egyes vállalatok megszűnése következtében csökkent az iparág súlya az egész iparon belül, másfelől a legnagyobb vállalatok a nemzetgazdaság egészének teljesítményét befolyásolni képes cégek sorába emelkedtek, és ma is ebben a pozícióban vannak. Ezért mondható, hogy a magyar vegyipar végeredményben sikeresen vette a tervgazdaságból a piacgazdaságba vezető út akadályait.

## Európai versenykörnyezetben, válság és kilábalás

A 2001–2007 közötti időszakban, az Európai Unióhoz való csatlakozás és a globális hatások következtében, a hazai vegyipari vállalkozásoknak is számolniuk kellett a világ vegyiparát meghatározó tényezőkkel, úgymint

- a környezeti terhelés csökkentésére vonatkozó növekvő igényekkel, elvárásokkal és előírásokkal,
- a globalizációval összefüggő hatékonysági és profitelvárásokkal,
- a vegyiparban foglalkoztatott munkaerő minőségével szembeni igények és elvárások növekedésével, különös tekintettel az új technológiák gyors terjedésére.

Ebben az időszakban a kapacitásnövelő beruházásoknak és a felvevő piacoknak köszönhetően a magyar vegyipar folyamatos növekedési pályára állt, amelyet megtört a 2008 második félévétől elmélyülő pénzügyi-gazdasági válság.

A vegyipar fontos piacainak számító gépjárműipar, elektronikai ipar, az építőipar és más ágazatok recessziója közvetlenül és azonnal éreztette hatását a vegyi anyagok és termékek iránti kereslet csökkenésében. A vállalkozások költségcsökkentő, energiahatékonysági és optimalizálási intézkedésekkel igyekeztek stabilizálni a helyzetüket, valamint megőrizni a munkahelyeket – magasan kvalifikált szakembergárdájukat. Előremenekülésként számos vállalkozás a tartalékai és az igénybe vehető források felhasználásával döntött a termelőkapacitások fejlesztéséről, a vegyipari értéklánc bővítéséről.

Ezek az intézkedések és nem utolsósorban a külpiacok kedvező alakulása 2010-től segítette a válságból való kilábalást, ami azt jelenti, hogy az elmúlt öt évben a magyar vegyipar ha nem is egyenletes, de pozitív értéket mutató növekedést tudott produkálni.

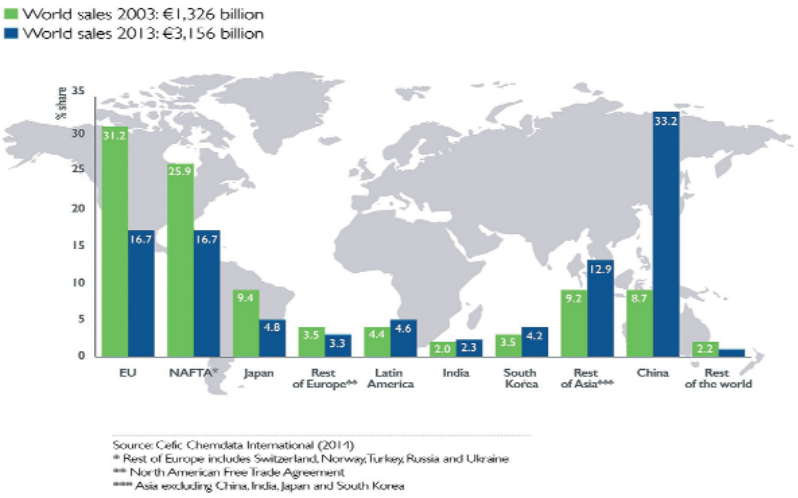
## Európai és hazai vegyipari trendek

Az európai vegyipart nagymértékben érintették az elmúlt néhány évtizedben lezajlott globalizációs átrendeződések. Az EU 2003-ban még vezető vegyipari hatalom volt az összes vegyipari értékesítés 31,2 százalékával, 2013-ra viszont a harmadik helyre csúszott vissza a régiók versenyében (16,7 százalék). Ezzel szemben Kína részesedése a globális vegyipari értékesítésből drasztikusan megnőtt (a 2003. évi 8,7 százalékról a 2013. évi 33,2 százalékra). A többi feltörekvő régió részesedése is nőtt, miközben kisebb-nagyobb mértékben nemcsak az EU, de az Egyesült Államok, valamint Japán részesedése is erőteljesen visszaesett. E relatív térvesztés az EU-vegyipar értékesítésének növekvő trendje mellett következett be, vagyis a feltörekvő régiókban sokkal erőteljesebb volt a bővülés. Más kérdés, hogy a robbanásszerű kínai fejlődés mögött is jelentős részben európai (és más fejlett térségbeli) vegyipari cégek állnak; ennyiben a fejlett térségeknek az értékesítési adatokból kiolvasható dominanciavesztése csak viszonylagos.

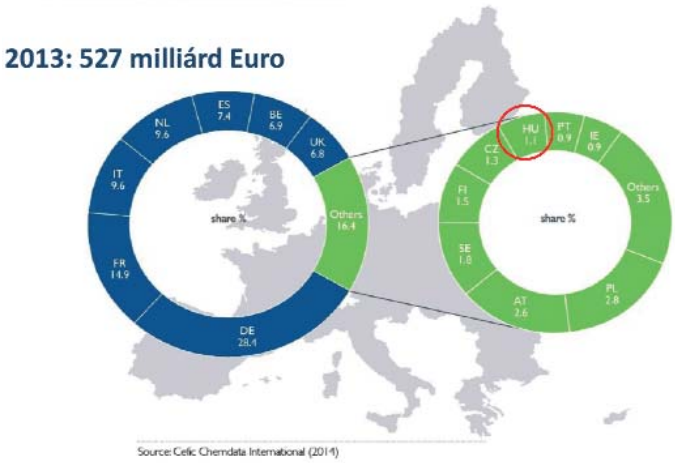
Az Európai Unióban a vegyipar viszonylag koncentrált: 2012-ben a teljes uniós értékesítés 85 százaléka hét országhoz volt kapcsolható, jórészt ugyanazokhoz, amelyek a feldolgozóiparban is domináns pozíciót foglalnak el. Ezen belül Németország 28,4 százalékos részesedését Franciaország és Olaszország követi, előbbi részesedése a felét, utóbbié pedig a harmadát teszi ki Németországénak. A magyar vegyipar részesedése a válság utáni folyamatos növekedésének köszönhetően 2013-ban visszakerült az 1% feletti szintre, Közép-Európában a cseh vegyiparéhoz hasonló nagyságú kibocsátással rendelkezik.

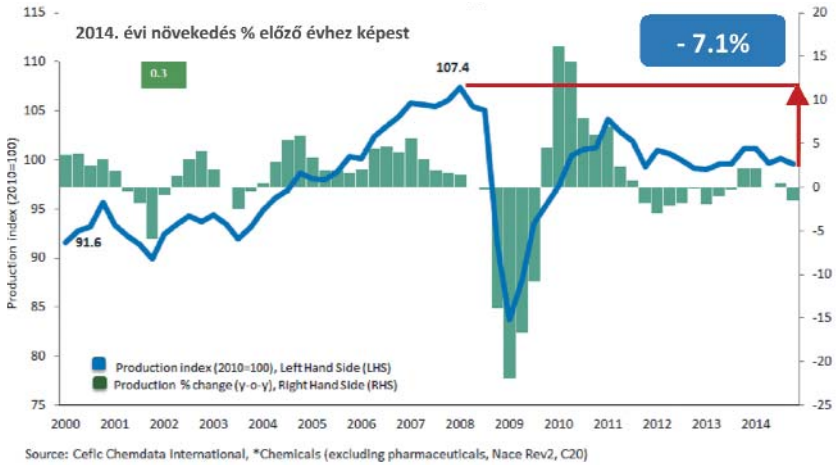
A gazdasági-pénzügyi válság mélypontja az európai vegyipar számára 2009-ben

**Egy évtized alatt a vegyipari termelés súlypontja áthelyeződött Ázsiába/Kínába**

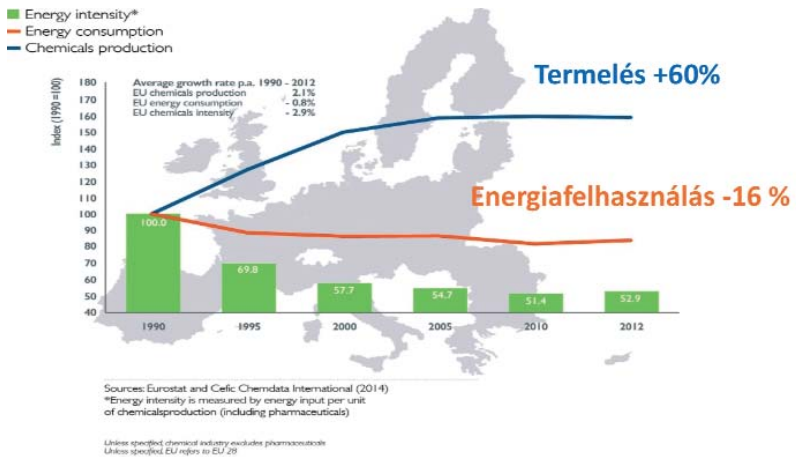



**EU: 7 tagállamban állítják elő a vegyipari termékek 85%-át**






**Az EU vegyipari termelésének dinamikája**




**Két évtized alatt a vegyipar energiaintenzitása a felére csökkent**

volt, amikor a termelés 16%-ot zuhant az előző évihez képest. Az európai – elsősorban nyugat-európai – gazdasági folyamatokat követve a következő két évben az iparág gyors kilábalást produkált. A grafikonon azonban jól látható, hogy a növekedés üteme jelenleg jóval lassúbb, mint a válság előtt volt, az utóbbi három évben inkább stagnálásról beszélhetünk, 2014-ben mindössze 0,3%-os bővülést lehetett regisztrálni.

Versenyképességi szempontból – különösen a más vegyipari centrumokhoz képest magas európai energiaárakra figyelemmel – ugyanakkor fontos tényező, hogy 1990 óta a vegyipar energiaintenzitása számottevően csökkent.

Az európai vegyipar a *környezeti fenntarthatóság* szempontjából jól teljesít: 1990 és 2011 között az üvegházhatású gázok együttes kibocsátása ($CO_2$-ekvivalensben mérve) 53 százalékkal mérséklődött. Ez a jelentős csökkenés az ágazat termelésének számottevő növekedése mellett ment végbe, így a kibocsátásintenzitás (az üvegházhatású gázok termékegységre jutó kibocsátása) még erőteljesebben, 71 százalékkal esett 1990 és 2011 között.

A magyar vegyiparban a válság kezdete óta a növekedés ugyan változó ütemű, azonban folyamatos és az európai vegyipari és hazai feldolgozóipari átlag fölötti növekedés jellemzi. 2013-ban (6,4%) és 2014-ben (9,2%) a vegyi anyagok és termékek gyártása – európai összehasonlításban és a magyar nemzetgazdasági teljesítményhez képest – kimagasló növekedési ütemet produkált. A vegyipari társaságok összesített nettó árbevétele meghaladta az 1500 milliárd forintot, ebből az export árbevétel mintegy 900 mrd Ft volt.

Vegyiparunk kötődése az Európai Unióhoz igen erős: a Magyarországról exportált vegyipari termékek háromnegyedét az EU egységes piacán értékesítik a vállalkozások.

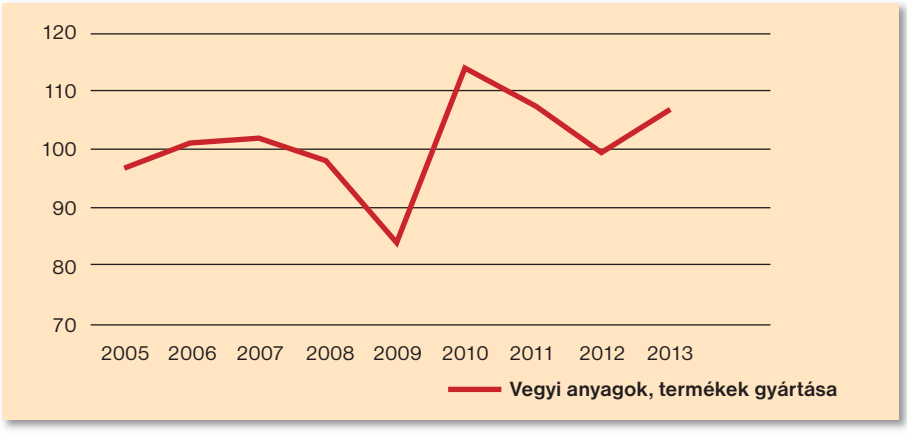
A tömegtermékek gyártása igen jelentős súllyal van jelen a magyar vegyipar szerkezetében, amelynek meghatározó szegmense – 59%-os részesedéssel – a műanyag alapanyagok gyártása, mellette jelentős súlyt képvisel a hazai műtrágyagyártás, a szerves és szervetlen alapanyagok, az ipari gázok, a tisztítószerek, a testápolási cikkek gyártása, valamint a statisztikai szempontból máshová sorolt szénszálgyártás.

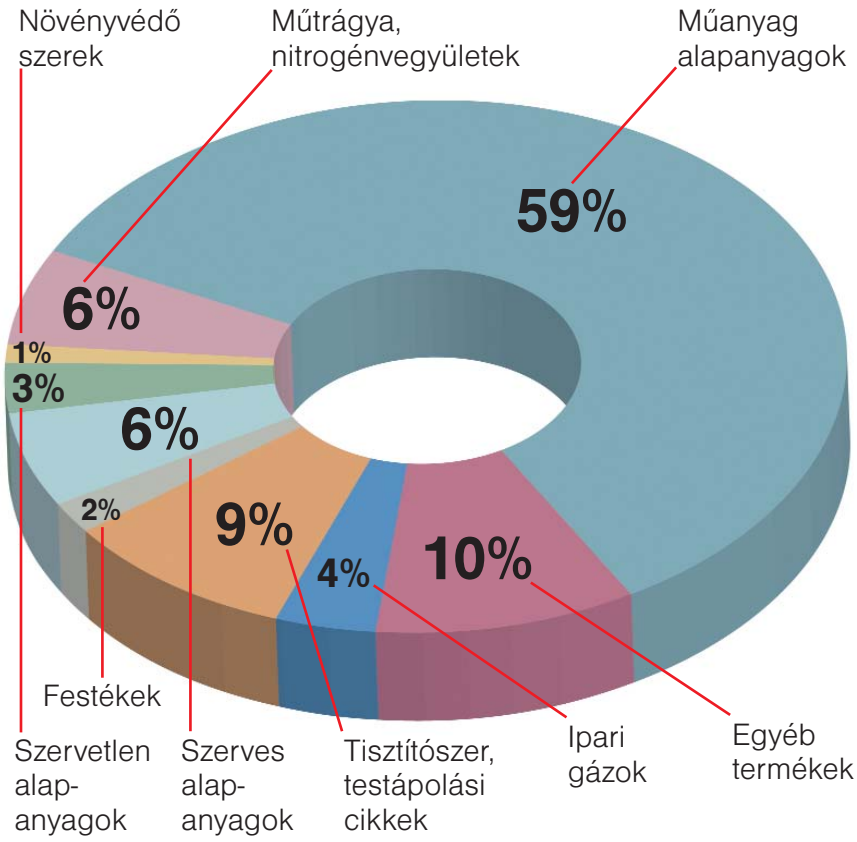
Az utóbbi években fontos döntések születtek a hazai vegyipari kapacitások fejlesztéséről az európai piacokon, mindenekelőtt a közép-európai régióban mutatkozó növekvő kereslet nyújtotta lehetőségek kihasználása céljából.

A MOL Petrolkémia Zrt.-nél 100 millió euró összegű beruházás keretében 130 ezer tonna/év kapacitású butadiénüzem épült, amely a térségben működő műgumiüzemeket láthatja el olyan alapanyaggal, amelynek kínálata jelenleg korlátozott, ugyanakkor a globális butadiénkereslet 2025-ig – előrejelzések szerint – évente 2,7%-kal fog növekedni.

A BorsodChem Zrt.-nél a 2011-ben zárult TDI–2 projekt eredményeként az évi termelőkapacitás 160 ezer tonnára nőtt, és az MDI–2 projekt folytatódik a korábbi 150 ezer tonna/év kapacitás 300 ezer tonnára növelése céljából. Szintén folyamatban van új sósavkonverziós üzem építése, amelynek beruházási értéke 100 M euró,

**A vegyipari termelés dinamikája Magyarországon, 2005–2014 (előző év: 100, forrás: KSH)**






**A vegyipar termelési szerkezete. 1513 mrd Ft, 2014**

és amely lehetővé teszi az izocianátok termelésének további növelését.

A Nitrogénművek Zrt.-nél 2012 óta 350 M euró összegű beruházás keretében bővül az ammónia-, a salétromsav- és a műtrágyatermelés. A gyár kapacitása a jelenlegi 1 millió tonna/évről 2017-re 1,6 millió tonna/év műtrágya-kibocsátásra nő.

Az építőipari recesszió által közvetlenül érintett festékipar kivételével a vegyipar szinte valamennyi szegmensében tetten érhető az óvatos optimizmus, amiről a Magyar Vegyipari Szövetséghez a beruházási projektekről időről időre eljutó hírek tanúskodnak mind a nagyvállalati, mind a kkv szektorban. Ezek a beruházások a kapacitások növelésével, a vegyipari értékláncbővítésével ismét tartósan felfelé ívelő pályára állíthatják a vegyipart. Ehhez természetesen elengedhetetlen a piacok tartós élénkülése csakúgy, mint a szabályozási környezet kedvező változása.

## „Okos szabályozás” és versenyképes ipar

A vegyipar az állami szabályozás kiemelt területe nemcsak Magyarországon, hanem Európában és globálisan egyaránt. Ezt elsősorban az iparág technológiai adottságaival indokolják: a vegyipari termelésben különös hangsúllyal esnek latba a környezet- és egészségvédelmi szempontok, a munkavédelmi aspektusok, az iparbiztonsági szabályozások, a termelési fegyelem betartásának ellenőrzése. Ugyanakkor nem lehet nem észrevenni, hogy e célok mögött időnként megjelennek a piacról való kiszorítási szándékok, illetőleg érdekek is.

A vegyipar ily módon az egyik legszigorúbban és legrészletesebben szabályozott feldolgozóipari ágazat. Ehhez mind az európai szintű, mind a jórészt az előbbiek végrehajtására hozott hazai szabályok hozzájárulnak. Mint minden szoros szabályozás esetén, itt is felmerül a szabályozás optimalizálásának kérdése. Melyek azok a szabályok, amelyek mindenképpen szükségesek a környezet, az egészség, az ágazatban dolgozók megvédése érdekében, és melyek azok, amelyek szükségtelen többletterheket okoznak. Másként megfogalmazva: hogyan lehet a szabályokat úgy megalkotni, hogy azok a biztonsági szempontok maradéktalan betartása mellett az iparág szereplőinek minél kisebb adminisztratív terheket okozzanak. E követelmény teljesítésére hirdette meg az Európai Bizottság az „okos szabályozás” („smart regulation”) megvalósítását mint az európai jogalkotási folyamat célját. E cél megvalósítása egyelőre várat magára, holott érvényre juttatása mindenképpen elősegítené a jelenleginél kedvezőbb gazdasági, s ezen belül az iparfejlesztési folyamatok kibontakozását.

A magyarországi vegyipari termelés feltételrendszerét több vonatkozásban az európai uniós előírásoknál szigorúbb, bürokratikusabb szabályozás jellemzi, ami többletterhet jelent, rontja a beruházások megtérülését, nehezíti a fejlesztési lehetőségeket és drágítja a magyar vállalkozások számára a termékek értékesítését. Ilyenek például a vegyi anyagok regisztrációja terén az EU REACH-rendeletével párhuzamosan fenntartott hazai bejelentési és kockázatbecslési előírások, az EU vonatkozó irányelvében (SEVESO III) előirányzottnál szélesebb körre kiterjesztett és jelentős adminisztratív kötelezettségekkel terhelt iparbiztonsági szabályozás.

A magyarországi vegyipar versenyképességét és hosszabb távú fenntarthatóságát veszélyeztetik az egész Európára jellemző magas energiaköltségek is. Magyarországon az e téren hozott intézkedések negatív következményeinek az iparra való részleges áthárítása, a villamos energia árszerkezetének több eleméből (magas rendszerhasználati díjak, energiaadó és mások) származó versenyhátrány (*európai* versenytársainkkal szemben) tovább súlyosbítja a problémát, és a reálgazdaság megerősítését megfogalmazó célokkal sem tekinthetők összhangban állónak.

A gazdasági és társadalmi súlyát tekintve kiemelkedően fontos iparág fejlődését az szolgálná, ha sikerülne megszabadulni a felesleges, jellemzően adminisztratív és bürokratikus terhektől, a befektetéseket is hátráltató bürokratikus eljárásoktól, valamint ha sikerülne növelni a hatósági szakértők gyakorlati szakmai ismeretének szintjét. A túlszabályozás, illetve a felesleges

**Hatályos egészségvédelmi, biztonsági és környezetvédelmi EU-szabályozások**
(forrás: Directory of EU legislation in force, Chapter 15)

adminisztrációs terhek a nagyvállalatokat is sújtják, de különösen érzékenyen érintik az ágazatban működő több száz kis- és közepes vállalkozást.

A szabályozási környezet, különösen az Európai Unió jogalkotásán alapuló hazai környezetvédelmi és iparbiztonsági szabályozás javítása, az „okos szabályozás" érvényre juttatása régóta napirenden lévő feladat. Ennek lényege megteremteni a fenntarthatósággal kapcsolatos jogalkotási célok és az ipari versenyképesség megőrzése közötti összhangot. Európa és benne Magyarország újraiparosítása e nélkül csak deklaráció maradhat.

## Vegyipari K+F+I – ipar és tudomány kapcsolódási lehetőségei

A vegyipar az EU legtöbb tagországában, köztük Magyarországon is, a termelékenység és a szakképzett, magasan kvalifikált munkaerő foglalkoztatása szempontjából kiemelkedően erős iparág. Gazdasági jelentősége mindenekelőtt abban nyilvánul meg, hogy a nemzetgazdaság valamennyi ága számára állít elő kiváló minőségű termékeket, legyen szó akár a gépjárműgyártásról, az elektronikai iparról, az építőiparról vagy a mezőgazdaságról, s nem utolsósorban a vegyipar az, amely korszerű termékeivel megoldásokat kínál a klímavédelem, a zöldenergia termelése, az energiahatékonyság növelésének céljaira, a fenntarthatóság érdekében.

A vegyipar innovációs képességének erősítése és fejlesztése kulcskérdés az iparág versenyképességének megőrzése céljából olyan időszakban és olyan körülmények között, amikor a versenytársak, s különösen az Európán kívül működő vállalkozások, egyfelől kevésbé szigorú és bürokratikus szabályozási környezetben, másfelől nagyobb arányú k+f ráfordításokkal és mindezeken túl alacsonyabb nyersanyag- és energiaárakkal működhetnek. Az innovációs képesség erősítését igényli az egyre szigorúbb környezetvédelmi előírások betartása, a klímapolitikai céloknak való megfelelés, a környezetkímélő eljárások hatékonyabb felhasználása.

Az Európai Unió kimutatása szerint a magyar – és általában a közép-európai – innovációs teljesítmény a közepes kategóriába sorolható. Örvendetes, hogy az EU 2020 stratégia egyik kiemelt céljaként megfogalmazott intelligens növekedéshez, a tudáson és innováción alapuló gazdaság kialakításához kapcsolódó cél, hogy Magyarország 2020-ig 1,8 százalékra növelje a GDP-arányos k+f ráfordításokat (ami még mindig elmarad a 3 százalékos EU-szintű céltól).

A magyar nemzetgazdaság céljait is szolgálná a vegyipari innovációnak az iparág súlyával és potenciáljával összhangban álló támogatása. Az EU stratégiai célkitűzéseibe határozottan beleillik a környezetkímélő, energiatakarékos, innovatív vegyipari beruházások támogatása. Csupán egy lehetőséget említve: a vegyipar hatalmas és részben kihasználatlan infrastrukturális adottságokkal rendelkezik, ezekre alapozva a hazai vállalkozások k+f+i tevékenységei könnyebben és olcsóbban bővíthetők, mint számos versenytársuknál. Kitörési pontot jelenthet továbbá a nemzetközi vegyipari cégcsoportok kutatási bázisának Magyarországra vonzása, a már több évtizede itt működő külföldi vállalatok k+f+i tevékenységének minél nagyobb részben a magyarországi ipari, kutatóhelyi és egyetemi bázisokon való megvalósítása.

A magyar vegyipar éves szinten 25–30 mrd Ft közötti összeget fordít kutatás-fejlesztésre. Sok külföldi példa és a nagy nemzetközi vegyipari cégek gyakorlata mutatja, hogy a vállalkozások és az egyetemi, akadémiai és más önálló kutatóhelyek, valamint iparági partnerek részvételével közös platformok létrehozása felgyorsítja, intenzívebbé teszi az ipar és a tudomány közötti információáramlást, elősegítve innovatív termékek és eljárások, technológiai fejlesztések megvalósulását.

Véleményem szerint egy ilyen hazai vegyipari platformon kialakítható együttműködés technológiai és termékfejlesztési területei, többek közt, az alábbiak lehetnének:

- jelenlegi vezető termékek bázisán speciális termékek fejlesztése pl. gépjárműipari, építőipari, mezőgazdasági felhasználásra: könnyű alkotóelemek, hőgazdálkodás, funkcionális növényvédelem, környezetkímélő tápanyag-utánpótlás stb.
- gyártásközi és késztermék-analitikai módszerek fejlesztése,
- környezetvédelmi, biztonságtechnikai és egészségvédelmi teljesítményt növelő fejlesztések – zöld innováció,
- energiafelhasználás csökkentését, energiahatékonyságot növelő fejlesztések,
- egészségügyi, gyógyszeripari felhasználású termékek fejlesztése.

Az ipar és az egyetemek közötti vállalati kapcsolatok egyfajta kiegészítéseként a Magyar Vegyipari Szövetség elnöksége a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, valamint a veszprémi Pannon Egyetemen folyó vegyészmérnökképzés támogatása céljából 2013-ban *Kiváló Vegyészmérnöki Tanulmányokért díjat* alapított, amelyet minden évben a BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kara és a Pannon Egyetem Mérnöki Kara egy-egy, vegyészmérnöki szakon MSc-végzős hallgatója kap az egyetem javaslata alapján. A budapesti és veszprémi egyetemi karokkal kötött megállapodásban a Szövetség a kiválasztás szempontjaiként az alábbiakat jelölte meg:

- az egyetemi évek során folyamatosan jó tanulmányi eredmény,
- pozitív értékelés a hallgató vállalati/üzemi gyakorlaton végzett munkájáról,
- kiemelkedő színvonalú diplomamunka,
- az egyetemi kutatás-fejlesztési tevékenységben/tudományos diákköri munkában való részvétel, kreativitás és kezdeményezőkészség.

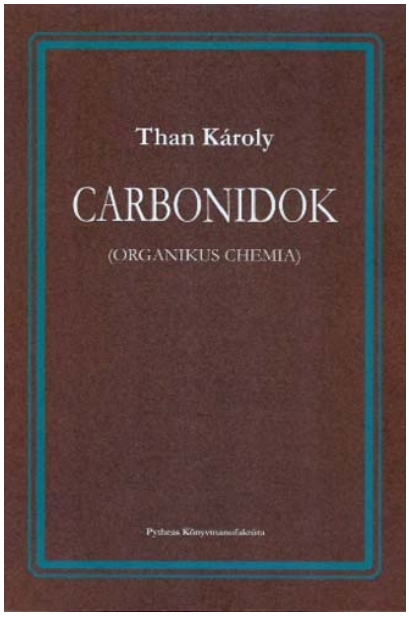
A MAVESZ a díjazottak részére plakettet és nettó 100-100 ezer forint pénzjutalmat adományoz, amelyet minden évben az egyetemi diplomaátadó ünnepség keretében a MAVESZ-elnökség egy-egy tagja ad át a hallgatóknak.

IRODALOM
KSH és ECOSTAT iparstatisztikai jelentések
CEFIC Chemdata International (2014)
Vegyipar Magyarországon – a Magyar Vegyipari Szövetség jubileumi kiadványa, Budapest, 2015.
Olvasó Árpád: A magyar vegyipar 100 éve – előadás a Centenáriumi Vegyészkonferencián, Sopron, 2007.
A vegyipari vállalatok helyzete – KOPINT-TÁRKI-tanulmány a Vegyipari Ágazati Párbeszéd Bizottság megbízásából, Budapest, 2014.
A vegyipar stratégiai kérdései (szerk. Szépvölgyi János), MTA Társadalomkutató Központ, Budapest, 2006.
Móra László–Próder István: A magyar kémia és vegyipar kronológiája 1800–1945. Magyar Tudománytörténeti Intézet, Budapest, 2005.
Vámos Éva: Adalékok a Magyar Vegyészeti Gyárosok Országos Egyesülete történetéhez, Magyar Kémikusok Lapja (1998) 53.

Inzelt György

# Than Károly és a szerves kémia

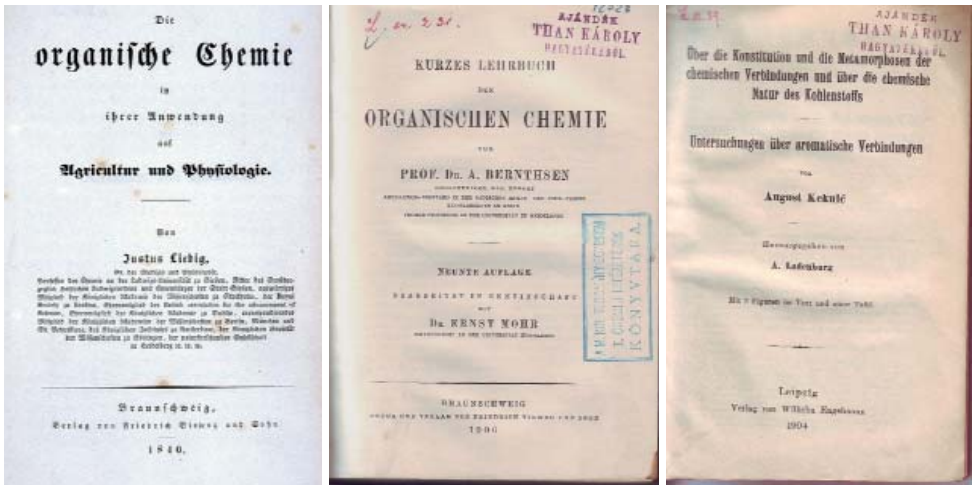
## Gondolatok egy 2015 őszén megjelent könyv kapcsán




**1. ábra. A könyv címlapja [1]**

Than Károly „Carbonidok. Organikus chemia" című könyve megjelent!

Ha ezt 1906-ban írja le valaki ugyanilyen lelkesen, akkor is érthető volna. De most 2015 késő őszén járunk. Nem mindennapi történetről van tehát szó. A könyvbemutatóról a lap januárban számolt be, e helyütt azt a mítoszt kívánjuk eloszlatni, hogy Than Károly (1834–1908) pályafutása korai szakaszától eltekintve egyáltalán nem foglalkozott szerves kémiával. Than korai publikációi, illetve a Josef Redtenbacher professzornál 1858 júliusában Bécsben szerzett doktorátusának témája is a szerves kémia tárgykörébe tartozott. Az első közleménye 1858-ban jelent meg a platina-cián-etil előállításáról, ezt követte a rumicin (krizofánsav) előállítása, illetve egy beszámoló a cink, a higany, a nátrium és az arzén a klór- és jódetilénre kifejtett hatásáról. Műveinek teljes bibliográfiája megtalálható Beck Mihály kiváló Than-monográfiájában [2]. Hazatérte és professzori kinevezése után már tényleg nem sokat foglalkozott szerves kémiával (1860. október 25-én kinevezik rendkívüli professzornak, 1862. július 18-tól a pesti egyetem rendes professzora). Ismert történet, hogy Than miért és hogyan váltotta a magyarul nem beszélő Theodor Wertheim (1820–1864) professzort, aki szintén Redtenbacher-tanítvány volt, akkor és még sokáig az egyetlen magyar kémiai tanszék élén [2–4]. Ha Wertheim Tivadar (Than Tivadarként nevezi írásában [5]) maradt volna, akkor talán a budapesti tudományegyetem a szerves kémia fellegvárává válhatott volna, hiszen ő állította elő például az allicint, a diallil-szulfidot és az allil-izotio-cianátot fokhagymából. Wertheim – aki maga helyett Thant ajánlotta – 1860-ban Grazba ment professzornak, ahol alkaloidakutatásokkal is foglalkozott. 43 éves korában halt meg. Than rá is hivatkozott, amikor az új, alkalmas vegytani intézetért harcolt, ugyanis az itteni laboratórium állapota miatti egészségromlás („folytonos mérgezés") is szerepet játszhatott Wertheim korai halálában és – mint írta felterjesztésében – abban is, hogy ő is sokat gyengélkedik [5]. Visszatérve fő témánkhoz, nézzük meg azt, mit találunk a magyar kémiatörténet reprezentatív könyvében [3]: „Than Károly a szerves kémia iránt professzorsága idején egyáltalán nem érdeklődött. E területen kutatást nem folytatott és nem is irányított. Az egyetemi kiképzésben a szerves kémia előadása nagyon kis helyet kapott." Ezekben a megállapításokban sok igazság is van, de azért a mondatok nem helytállóak. Azt, hogy nem érdeklődött, cáfolja a most megjelent, 1905 és 1906 között írt könyv **(1. ábra)**. A könyv címe (Carbonidok) kicsit furcsa, Than korábban a szénvegyületek kémiája megjelölést használta. Nem szerette – jogosan – a szerves vagy organikus kémia kifejezéseket, bár az utóbbi szerepel a címben, mintegy magyarázatként, ugyanis ezek a Wöhler előtti felfogásra utalnak. Ismerte a kor szerves kémiai tankönyveit, ezek megvoltak az intézet könyvtárában, illetve személyes tulajdonában **(2. ábra)**. Olvasta az eredeti közleményeket is, mert az izoméria jelenségének tárgyalásánál és az egyes vegyületek előállításánál, reakcióinál idézi a szerzőket, így van't Hoffot, Kekulét, Kolbét, Emil Fischert



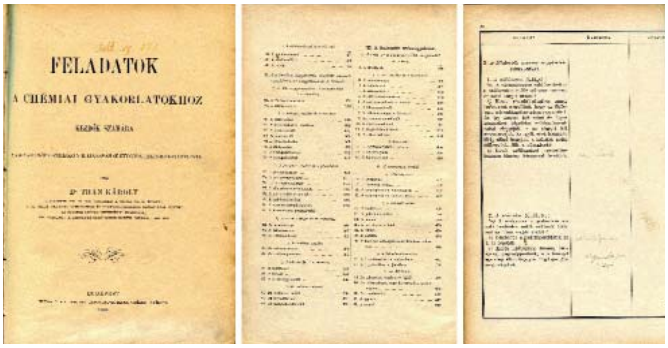

**2. ábra. Liebig szerves kémia könyvének címlapja és két könyv Than személyes hagyatékából. Ez utóbbiakat akkor szerezte be, amikor a szóban forgó könyvet írta. Az Ostwald's Klassiker sorozat minden kötetét megvette**

és a többieket. A könyv példát adhatott későbbi tankönyvek szerkezetéhez is. Ugyanúgy, mint Bruckner hatkötetes tankönyvében, minden vegyületnél az előfordulással kezdi, ismerteti a fizikai tulajdonságokat, az előállítási módot és a reakciókat. Gazdag anyagot tartalmaz a Kolbe-szintézistől (nem köti névhez, de a bekezdés végén szerepel mégis Kolbe, mint aki gazdag szénhidrogénlelőhelyeket fedezett fel és aknázott ki), a dinamiton keresztül a cukrok leírásáig beleértve élettani szerepüket is. A könyv nyelve hasonlít a maihoz, a nyelvújítási törekvések nem meghonosodott szavait már nem használja. Tetszik viszont a „sóskasav". Miért használjuk az oxálsav nevet, mikor a hangyasavat igen – ami ugyanúgy az előfordulásra utal, mint a sóskasav. Érdekes követni Than nyelvhasználatának változását. Például 1879: hőmérsék, hévmérő, légvonat. 1881: vegyerélytan (de calorimeter, thermostat!), épszögüleg hajlítva, feszély (de barométer!). 1890: nyomás, absolut hőfok, hőmérsék stb. Fokozatosan elhagyja a köneny, élegy, légeny stb. műszavakat, és kezdi használni a hidrogén, oxigén, nitrogén neveket az elemek elnevezésére.

Than az 1860-as évek végéig, 1870-es évek elejéig folytatott kutatást a szerves kémia területén, sőt tőle tudhatjuk meg azt is, hogy miért hagyta abba. Az abbahagyás, illetve az oktatás hiánya pedig a szerves kémiai szintézisekre vonatkozott, mert a szerves vegyületek analitikája mindvégig szerepelt a bölcsészek (vegyészek), a gyógyszerészek és a orvosok laboratóriumi oktatásában **(3. ábra)**. Ez a magyar gyógyszerkönyv összeállításához is kellett, és az említett hallgatóknak el kellett sajátítani ezt a tudást. Than publikált is ezen a területen, ilyen cikk például „A chinium sulfuricum és a chinidium sulfuricum megkülönböztetési módja egyéb chinaalkaloidáktól" (1877).

Ha eltekintünk a szintén magyarul megjelent „Előmunkálatok a czukor mesterséges összetevéséhez" című, tulajdonképpen sikertelen munkájától (1872–73) és ha fő felfedezését, a szénélegkéneg (COS) előállítását (1867) nem soroljuk a szerves kémiához, valóban csak egy munkájára hivatkozhatunk, a kreatin és a kreatinin mesterséges előállítására (1869). Persze a COS szénoxysulfid, illetve carbonylsulfid néven szerepel Bruckner Győző „Szerves kémia" könyve I/1 kötetének (1961) 709. oldalán „Than Károly (1867) fedezte fel" megjegyzéssel. Ugyanebben a könyvben viszont ezt olvashatjuk: „A kreatin ugyanis egy guanidinszármazék, amelynek szerkezetét a guanidin szintézisével analóg szintézis (Volhard 1868) igazolja." Tárgyunk tekintetében ez azért is érdekes, mert vélhetően itt érhetjük tetten, hogy Than miért fordult el a szintetikus szerves kémiától. Idézzük őt magát [5]: „Már több évvel ezelőtt megállapítottam elméletileg egy módszert, melynek segélyével az állati szervezetben különösen az izmok nedvében és a vizeletben előforduló két légenytartalmú vegyületnek, a kreatinnak és a kreatininnek előállítását céloztam." „Az idevonatkozó kísérletek kivitelét már két évvel ezelőtt valóban megkezdtem, és az 1868 július haváig addig vihettem is, hogy e vegyületek másodikát, a kreatinint sikerült az említett módszer szerint a szervezeten kívül, tehát az ugynevezett életerő befolyása nélkül, vegyi úton létrehozni. … A vizsgálat teljes befejezéséhez nem kívántatott már semmi egyéb, mint a kísérleteket kissé nagyobb mennyiségű anyagokkal megismételni és kiegészíteni. Szóval semmi más, mint kissé több szabad idő."

És most jön az a rész, amit ma is elmondhatunk, tanúsítva, hogy vannak dolgok hazánkban, melyek másfél évszázad után sem változtak: „Azonban viszonyaink között igen bőségesen van arról gondoskodva, hogy a kísérleti szaktudományokkal foglalkozóknak az önálló búvárlatokra a kellő idő és eszközök ne álljanak rendelkezésre. A múltból fennmaradt számos nyomasztó vi-


FELADATOK
A CHÉMIAI GYAKORLATOKHOZ

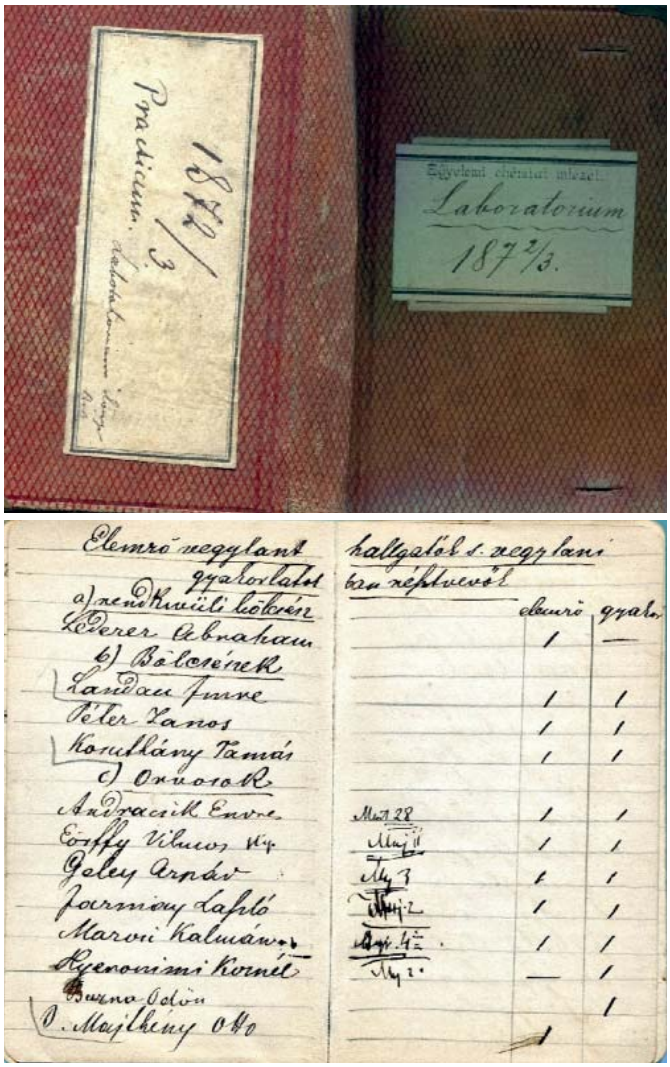
**3. ábra. Than „Feladatok a kémiai gyakorlatokhoz" könyvének belső címlapja, tartalomjegyzékének részlete és a szerves analitika gyakorlatokat tartalmazó egyik lapja**

szonyokon kívül, mindenféle gyűlések, ülések, bírálatok, szakértői és nem szakértői véleményadások, hivatalos jelentések stb. annyira igénybe veszik a tényleg kisérleti szaktudománnyal foglalkozók idejét, hogy ezeknek mindenekelőtt bueraukratáknak, szakértőknek, társulati és bizottsági tagoknak kell lenni és legfeljebb tanárok lehetnek; de tudósok csak annyiban, a mennyiben ezen mindenféle és sok tekintetben meddő küzdelmekben még erejök és némi idejök marad fenn, ha még csakugyan maradhat a tudomány fejlesztésére."

Than így folytatta: „...föntebbi kutatásaim, mielőtt azokat véglegesen befejezhettem volna, úgy szólván, értéktelenné váltak, mert e közben… Volhard J. által, és »Über die Synthese de Kreatin's« czím alatt közzé tétettek." Miután Thannak később sem lett több ideje, olyan szervetlen kémiai, analitikai kémiai, hőtani stb. kutatásokat folytatott, amelyeket egy-egy témában gyorsabban be lehetett fejezni.

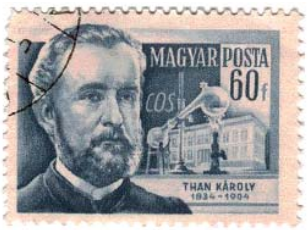
Valóban rengeteg munkát vállalt és bíztak rá. Néhány jelentősebb tisztségét felsoroljuk: az MTA levelező (1860), rendes tagja (1870), alelnöke (1907); a Természettudományi Társulat alelnöke (1862), elnöke (1871–1879); a Magyar Chemiai Folyóirat alapítója, a szerkesztőbizottság elnöke, az Országos Közegészségügyi Tanács, az Országos Közoktatási Tanács, a Gyógyszerész Egyesület tagja; a budapesti tudományegyetemen: a Bölcsésztudományi Kar dékánja (1866/67), majd az egyetem rektora (1875/76). Azt gondolhatnánk, hogy az egyetemi oktatómunkájához jelentős segítséget kapott. Nem így volt, sokáig csak egy, majd két tanársegéde volt. Esetenként több száz hallgatónak tartott előadást, vezetett laboratóriumi gyakorlatot. A laborfüzetek megvannak, a bölcsész-, gyógyszerész- és orvoshallgatók hosszú névsorával **(4. ábra)**, és minden hallgatónak a saját lapján szerepel, hogy milyen vegyszereket adtak ki neki, milyen mérést végzett. Érdekes, hogy Than kétféle jegyet adott: kitűnőt és elégségest.

Tanársegédei közül neves professzorok lettek: Lengyel Béla (1866–1868), Ilosvay Lajos (1876–1880), Buchböck Gusztáv (1892–1908), Winkler Lajos (1889–1902), de gyakornoka volt Fabinyi Rudolf (1869–1871) és Liebermann Leó (1879–1880) is. Fabinyi foglalkozott szerves kémiával Kolozsvárott, és az ő ottani tanársegéde, Széki Tibor hozta létre az első szerves kémiai tanszéket, a Szerves és Gyógyszerészeti Kémiai Intézetet a budapesti tudományegyetemen 1934-ben. Igaz, hogy ott volt már egy igazán kiváló szerves kémikus, Mauthner Nándor (1879–1944), aki 1911-től az organikus kémia magántanára, c. rend. egy tanára, az MTA lev. tagja volt, de sohasem nevezték ki professzornak. A budapesti tudományegyetemen igazából csak 1949-től, Bruckner Győ-




**4. ábra. Than laborfüzete 1872/73. Elő- és hátoldal, valamint egy lap névsorral** (ELTE Kémiai Intézet)

ző (1900–1980) kinevezésével alakult ki jelentős szerves kémiai műhely. Ilosvay a Műegyetemre került, elkezdett írni egy tankönyvet is: „Bevezetés a szerves kémiába”, de az 1905-ös könyvet nem folytatta, és őt nem is tartjuk számon szerves kémikusként. A Budapesti Királyi József Műegyetemen alakult meg az első hazai Szerves Kémiai Tanszék Zemplén Géza vezetésével 1913-ban. Zemplén is Than tanszékén tanult, de Ilosvay, Zemplén és a többiek szerves kémiai tudásukat, indíttatásukat a legjobb német tudósok (pl. Adolf Baeyer, Emil Fischer) mellett dolgozva szerezték. Zemplén doktori dolgozata „Vizes oldatok felületi feszültségéről (doktori értekezés). Budapest, 1904” még fizikai kémiai tárgyú. Than neves tanítványai zömében fizikai kémiával, analitikai kémiával foglalkoztak. Például a következő tanítványi sorok jól illusztrálják ezt a megállapítást: Buchböck (1869–1935) → Hevesy György (1885–1966) és Erdey-Grúz Tibor (1902–1976) vagy Winkler Lajos (1863–1939) → Szebellédy László (1904–1944) és Schulek Elemér (1893–1964).

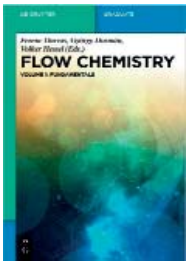


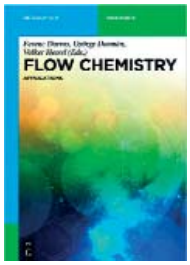

**5. ábra. Az eddig egyetlen postabélyeg, amely Thannak állít emléket (Tudósok sorozat, 1954)**

Aki figyelmesen megnézi az 1954-ben kiadott bélyeget **(5. ábra)**, láthatja, hogy a Magyar Posta szerint Than már nem is élt, amikor a „Carbonidok. Organikus chemia” című könyvén dolgozott. Szerencsére nem ez volt a helyzet.

IRODALOM
[1] Than Károly: Carbonidok. Organikus chemia (szerk. Tömpe Péter). Pytheas Könyvmanufaktúra, 2015.
[2] Beck Mihály: Than Károly élete és munkássága. Magyar Tudománytörténeti Intézet, Piliscsaba, 2008.
[3] Szabadváry Ferenc és Szőkefalvi Nagy Zoltán: A kémia története Magyarországon. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1972.
[4] Inzelt György: Mély kútforrása a bölcsességnek. Vegyészek és vegyületek. 2. fejezet: Mengyelejev kortársa: Than Károly. L’Harmattan Kiadó, Budapest, 2012.
[5] Than Károly: Emlékirat a m. kir. egyetem újonnan építendő vegytani intézetének érdekében, 1866.

# Áramlásos kémia




A De Gruyter kiadó gondozásában 2014-ben megjelent kétkötetes *Flow Chemistry* (Áramlásos kémia) című munka jelentős hiányt hivatott pótolni. A könyv az utóbbi évtizedben lezajlott kémiai szintézis-technológiai paradigmaváltás elméleti alapjait és alkalmazhatóságának főbb irányait mutatja be, számtalan, részletesen kidolgozott és szemléletesen bemutatott példán keresztül, a terület legjelentősebb, elhivatott művelőinek tollából.

A szerkesztők és szerzők névsorát átfutva büszkeséggel és elégedettséggel vesszük tudomásul, ahogyan azt már megszokhattuk számos természettudományos és mérnöki területen az elmúlt évszázadban, hogy a magyar hozzájárulás az innovatív, cutting-edge technológiák kidolgozásában és bevezetésében ezúttal is jelentős.

Az áramlásos kémia jelentése az, hogy úgy hajtjuk végre a kívánt kémiai reakciókat, hogy a kiindulási anyagok (alapanyagok és reagensek) oldatait egy vagy több, egymásba futó vezetékrendszeren folyamatosan áramoltatjuk, így a kémiai átalakulások áramlás közben valósulnak meg. Míg az olajipar és a nehézvegyipar évtizedek óta dolgozik folyamatos áramban, a gyógyszeriparban és a finomvegyiparban ez a technológia még nem vált jelentőssé, a kémiai szintézis területén jelentkező évszázados hagyományok miatt. Látni kell azonban, hogy az áramlásos kísérleti elrendezés számos előnnyel jár a hagyományos eljárásokhoz képest. Az utóbbi időben az ipari termelés során egyre fontosabb elvárás a környezettudatosság, a biztonságos működés, s ezért a modern kémiai szintéziseknek egyre komolyabb követelményeknek kell megfelelniük. A hatósági szabályozás szigorodik: egyre több oldószer, reagens kerül tiltólistára, és folyamatosan csökkenteni kell a vegyipari dolgozók kitettségét (expozícióját). Ezek a tényezők nagyon fontos mozgatórugói annak, hogy az elmúlt évtized során jelentősen felgyorsult az olyan új, fenntartható, zárt technológiás szintézismódszerek elterjedése, mint az áramlásos kémia.

A zöld kémiát a kémiai termékek tervezését, termelését és felhasználását irányító egységes alapelvrendszerként lehet a legegy-

**Volume 1: Fundamentals**
Ed. by Darvas, Ferenc/Hessel, Volker/Dorman, György
Preface by Jensen, Klavs F.
With contrib. by Becker, René / Delville, M.M.E./Fekete, Melinda/Fülöp, Ferenc/Glasnov, Toma/Hamlin, Trevor A./Harmel, R./Kappe, C. Oliver/Koch, Kaspar/Leadbeater, Nicholas E./Löwe, Holger/Macchi, Arturo/Mándity, István M./Nieuwland, Pieter/Ötvös, Sándor B./Plouffe, Patrick/Roberge, Dominique/Rutjes, Floris/Yoshida, Jun-ichi

**Volume 2: Applications**
Ed. by Darvas, Ferenc/Hessel, Volker/Dorman, György
Preface by Jensen, Klavs F.
With contrib. by Angi, Reka/de Bellefon, Claude/Brechtelsbauer, Clemens/Cukalovic, Ana/Fekete, Melinda/Filipcsei, Genovéva/Haroun, Samar/Hii, King Kuok Mimi/Kralisch, Dana/Li, Paul/Löwe, Holger/McQuade, D. Tyler/Miller, L. Zane/Monbaliu, Jean-Christophe/Otvos, Zsolt/Rehm, Thomas/Schuelein, Julian/Steinbacher, Jeremy L./Stevens, Christian/Wang, Qi

szerűbben definiálni, amelynek eredményeként csökken vagy megszűnik a környezetre veszélyes anyagok előállítása és felhasználása, vagyis csökken a környezeti terhelés. Noha a konvencionális felfogás szerint a kémiai szintézis hatékonyságát egyedül a hozam jelenti, nem nehéz belátni, hogy a jelen igényeit nem lehet a végtelenségig az újabb generációk rovására kielégíteni, ezért olyan folyamatokra van szükség, amelyek egyszerre hatékonyak és környezettudatosak is. A zöld kémia rohamos terjedése annak a felismerésnek is köszönhető, hogy a környezetbarát technológiák hosszú távon a leggazdaságosabbak.

Anastas és Warner a „Zöld kémia: elmélet és gyakorlat" című könyvében 1998-ban foglalta össze a zöld kémia céljait az alábbi alapelvek formájában:

1. Jobb megelőzni a hulladék keletkezését, mint keletkezése után kezelni.
2. Szintézisek tervezésénél törekedni kell a kiindulási anyagok maximális felhasználására, vagyis a minél nagyobb atomhatékonyságra.
3. Lehetőség szerint már a szintézisek tervezésénél olyan reakciókat célszerű választani, melyekben az alkalmazott és a keletkező anyagok nem mérgező hatásúak és a természetes környezetre nem ártalmasak.
4. A kémiai termékek tervezésénél törekedni kell arra, hogy a termékekkel szembeni elvárások teljesítése mellett mérgező hatásuk minél kisebb mértékű legyen.
5. A segédanyagok használatát minimalizálni kell, s amennyiben mégis szükséges, válasszunk zöldeket.
6. Az energiafelhasználás csökkentésére kell törekedni.
7. Megújuló nyersanyagokból válasszunk vegyipari alapanyagokat.
8. A felesleges származékképzést kerülni kell.
9. Reagensek helyett szelektív katalizátorok alkalmazását kell előtérbe helyezni.
10. A kémiai termékeket úgy kell megtervezni, hogy használatuk végeztével ne maradjanak a környezetben, és bomlásuk környezetre ártalmatlan termékek képződéséhez vezessen.
11. Új és érzékeny analitikai módszereket kell használni a vegyipari folyamatok *in situ* ellenőrzésére, hogy a veszélyes anyagok keletkezését idejében észleljük.
12. A vegyipari folyamatokban olyan anyagokat kell használni, amelyek csökkentik a vegyipari balesetek valószínűségét és fokozzák az üzembiztonságot.

Az áramlásos kémia alkalmazásával számos alapelv kielégíthető. Az áramlásos módszerek fokozott hő- és anyagátadási tulajdonságai kiemelkedő szelektivitást ígérnek, amivel például az 1., 2. és 8. elvek irányába tehetünk lépéseket. A minimális oldószer- és reagensigényű mikroreaktorok alkalmazásával a 4. és 5. pontok tűnnek elérhetőnek. A nagy nyomású/magas hőmérsékletű körülmények rutinszerű és pontos alkalmazása a 2., 5. és 8. pontok tekintetében lehet kecsegtető. A tölthető oszlopokkal ellátott moduláris mezoreaktorok alkalmazásával a szelektív katalitikus folyamatok végrehajtásának nyílik új fenntartható formája, mellyel egyben a 9. alapelvet elégítjük ki. Az áramlásos reaktorok és analitikai berendezéseknek a 11. alapelv szerinti, ún. *in line* összekapcsolása ma már igen elterjedt megoldás a reakciók lejátszódásának *in situ* követésére. Végezetül pedig a modern áramlásos berendezések által nyújtott fokozott biztonság és paramétertér a 12. alapelv egyértelmű érvényesülését teszi lehetővé.

Mindezek ismeretében nem nehéz belátni, hogy az áramlásos kémiára miért is tekintünk modern, fenntartható eszközként (ajánlott, átfogó tájékoztatást nyújtó, magyar nyelvű link a témában: http://igykutattunkmi-osb.blogspot.hu/2013_09_01_archive.html).

A szerves kémia egyetemi oktatásában, a jövő szakembereinek (vegyész, vegyészmérnök) felkészítésében, ma már megkerülhetetlen a jövő szerves szintézis technológiájának elsajátítása. Az elméleti tudás és a gyakorlati preparatív jártasság megszerzése egyaránt fontos mindazok számára, akik gyakorló szakemberként képzelik el jövőjüket. A jelenlegi oktatási gyakorlatban és laboratóriumi gyakorlatokon még a hagyományos szakaszos eljárások dominálnak, de ez változóban van világszerte. A hallgatóknak meg kell mutatni a hagyományos szakaszos és az innovatív áramlásos technológiák közötti különbségeket és tárgyalni kell mindkét esetben az előnyöket és hátrányokat.

Míg az élet számos más területén robbanásszerű technológiai fejlődést éltünk meg, a szerves szintézis laboratóriumok felszerelése az elmúlt 50 évben alig változott: ki ne ismerné a kortalan gömblombikot, golyós hűtőt és társait?

Gondolatkísérletre invitáljuk a kedves olvasót: nézzen rá jelenleg használt mobiltelefonjára, majd idézze fel a legelsőt, amit valaha használt. Mit gondol, most szívesen használná mindennapjaiban a régit? Majd gondolja végig, mi minden új lehetőséget nyújt jelenlegi készüléke.

Valami hasonló, izgalmas, szakmai kihívásokkal teli változás zajlik ma a szerves kémiai szintézis laboratóriumokban világszerte: egyetemeken, kutatóintézetekben és gyógyszergyárakban. A jövő elkezdődött: akarjuk vagy sem, részesei leszünk a változásnak. Vagy úgy, hogy befogadjuk, megtanuljuk, műveljük, továbbvisszük, vagy úgy, hogy küzdünk ellene, közönyösek maradunk, és egy idő után nem fogjuk megérteni, hogy szakmailag mi történik körülöttünk.

Gyakorló, áramlásos kémiával is intenzíven foglalkozó szakemberként ajánljuk ezt a könyvet mindazok számára, akik szerves kémiát, gyógyszerkémiát oktatnak, kutatnak és tanulnak.

**Éles János–Túrós György**
Richter Gedeon Nyrt.

Patkós András
ELTE Atomfizikai Tanszék

# Egy klasszikus tökéletességű természettörvény centenáriuma

*Tavaly volt egy évszázada, hogy Albert Einstein általános relativitáselmélete napvilágot látott. Az elmélet nagy fordulatot hozott az egyik legalapvetőbb fizikai kölcsönhatás, a gravitáció megértésében. A nevezetes centenárium alkalmából Patkós András akadémikus írt az elmélet születésének történetéről, máig tartó jelentőségéről és a későbbi kutatási irányokról a Magyar Tudományban. A cikket az mta.hu nyomán közöljük.*

Az alapvető kölcsönhatások körében elsőként a gravitációs erőhatást ismerte fel a modern fizika. Isaac Newtonnak a 17. században megfogalmazott általános tömegvonzási törvénye volt a mintája az elektromos töltések közötti erőhatás Coulomb-törvényének a 18. században, majd az ebben kifejeződő irányfüggetlen, sugárirányú hatást fogalmazta újra Jukava Hideki (Hideki Yukawa) a 20. században az atommag alkotórészei közötti kölcsönhatás véges hatótávolságú törvényében is. A gravitációs kölcsönhatás ugyanakkor az utolsó az alapvető kölcsönhatások közül, amelynek nem ismerjük kvantumfizikai hatásait.

A gravitációs kölcsönhatás intenzitása a leggyengébb az ismert négy alapvető kölcsönhatás közül, ám az egyetlen, amelynek jelenlétét folyamatosan érezzük (ha nem is éljük olyan drámai formában át, ahogyan azt Madách Imre vagy François Villon kifejezte). Ennek egyszerű oka, hogy a nehézségi erő nem árnyékolható, szemben az elektromos töltés Coulomb-erejével. A tömegvonzás minél nagyobb távolságskálán fejti ki hatását, annál nagyobb tartományból akkumulálja az abban elhelyezkedő anyag gravitációs hatását. A folyamatosan növelt méret végül elér egy értéket, amelyen túl a gravitációs erő felülmúlja a tartományt kitöltő anyag nyomását.

A 20. század elején felismert Jeans-instabilitás a kiindulópontja a kozmikus struktúraképződés megértésének. Newton és Richard Bentley levelezése, Pierre-Simon Laplace-nak a „sötét csillag” (a fekete lyuk) létét felvető számítása, Robert Oppenheimer és George Volkoff csillagegyenlete, Subrahmanyan Chandrasekharnak a csillagok gravitációs összeomlását tárgyaló elmélete és a sötét anyag hipotetikus elemi részecskéi alkotta újfajta „sötét csillag” ideája mind azt bizonyítják, hogy a gravitációnak az anyag mozgására, illetve stabilan állandósult állapotú csillagászati képződmények kialakulására gyakorolt hatása a modern tudomány története során egy pillanatra sem hagyta, és a ma sem hagyja nyugodni a kutatók fantáziáját.

**A Sombrero-galaxis egyike a világegyetem gravitáció által összetartott struktúráinak** (NASA)

## Súlyos és tehetetlen tömeg

A gravitációs kölcsönhatásról való gondolkodásunknak éppen egy évszázada Albert Einstein általánosított relativitáselmélete adja a keretét. Ezt az elméletet annak az elektrodinamika példáját követni igyekvő próbálkozásnak a kudarca szülte, amely a gravitáció newtoni megfogalmazását igyekezett a speciális relativitás elméletével összhangba hozni (Einstein, 1971, 2005). James Clerk Maxwell elmélete az egységes téridő Minkowski-geometriája nyelvén megfogalmazva különlegesen egyszerű, természetes szépségű alakot ölt. Einstein és számos kiváló kortársa (köztük Max Abraham és Hendrik Lorentz) az elektrodinamikai négykomponensű potenciál egyenleteihez hasonló általánosító megfogalmazásra törekedtek, ám kudarcot vallottak a gravitációs Laplace-potenciál esetében.

Az új elmélet megteremtésének arkhimédeszi fix pontját, amint azt Einstein számos írásában hangsúlyozza, az ekvivalenciaelv felismerése jelentette: „Homogén gravitációs térben minden mozgás úgy megy végbe, mintha egyenletesen gyorsuló koordináta-rendszerben gravitáció hiányában történnék a mozgás.” A felismerés ráébresztette, hogy túl kell lépnie az egymáshoz képest egyenletes egyenes vonalú mozgást végző rendszerek fizikájának változatlanságát megfogalmazó speciális relativitási elméleten. E felismerésnek alapját a testekre ható súlyerővel meghatározott tömegnek a tetszőleges erőhatással szembeni „ellenállás” mértékét adó tehetetlen tömeggel való egyenlősége adja. A speciális relativitáselmélet megalkotását (1905) követő évtized történéseit, a tudományos közösség nagy alakjai közötti kommuni-

káció részleteivel mutatta be Illy József cikke (Illy, 2015). Benne kiemelt helyen szerepel Einstein értékelése Eötvös Loránd tudománytörténeti fontosságú méréssorozatáról, amellyel a súlyos és a tehetetlen tömeg egyenlőségét ellenőrizte.

Az évtizedes elméletkeresési erőfeszítés eredménye az 1915-ben publikált egyszerű egyenletrendszer, amely kimondja a téridő geometriáját jellemző lokális mennyiségek és az anyagot lokálisan jellemző energia-impulzus sűrűségi és áramlási adatok arányosságát. Newton gravitációs állandójának a kétfajta mennyiség közötti átszámítási állandó szerepe jutott. Az anyag és a téridő elválaszthatatlanságának megfogalmazása kvantitatív természettörvényként Newton gravitációs törvényének minden következményét egyszerűen reprodukálja.

## Gravitációs lencsék és GPS-műholdak

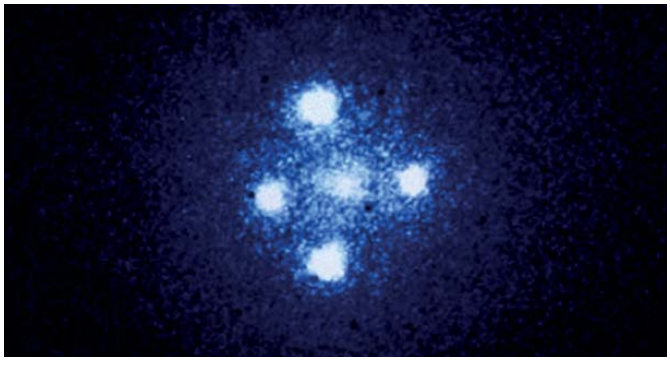
Az elmélet közzététele előtt Einstein két évet azzal töltött, hogy megkeresse azokat a mérhető hatásokat, amelyekben a newtoni gravitációs erőtörvény alkalmazásaitól eltérő eredményre vagy éppenséggel új jelenség előrejelzésére jut. Az általa talált három hatás közül kettő, nevezetesen a fény útjának lencsehatással bekövetkező megváltozása a nagy tömegű égitestek közelében haladó pályáján és a gravitációs tér nagy tömegű forrásai tartományában keletkező fény frekvenciájának csökkenése (vöröseltolódása) a gravitációs potenciálból való kilépés során végzett munka eredményeként az elméletet igazoló kuriózumból az extragalaktikus csillagászat nélkülözhetetlen kutatási módszerévé lett. Szabados B. László az elmélet szerkezetének alapos ismertetését követően számos további jelenséget mutatott be, amelyek nagy pontosságú asztrofizikai megfigyelésekkel az einsteini gravitációs elmélet ellenőrzését adják (Szabados, 2015). Közismert, hogy a globális helymeghatározás rendszerének működtetése során a rendszer műholdas elemei közötti időszinkronizációhoz figyelembe kell venni a Föld téridő-tartományának eltérését a Minkowski-geometriától. A cikk nem titkolja, sőt rendszerezetten felsorolja az elmélet lezáratlan kérdésköreit. Két vonatkozást emelek ki a Szabados által felsoroltakból, amelyeket – talán szubjektíven – az elmélet továbbfejlesztése szempontjából meghatározó fontosságúnak látok.

A kvantumgravitáció hiányzó elmélete számos elméletépítő próbálkozásra ösztönözte a fizikusokat. Az elképzelések spektrumának egyik szélén azok állnak, akik szerint a gravitáció ún. entropikus erőhatás, amelyet nem lehet mikroszkopikus erőtérkvantumoknak (gravitonok) cseréjére visszavezetni, hanem a makroszkopikus rendszer (ez esetben a térbeli tömegeloszlás) viselkedésének azon tendenciájából fakad, amely a rendezetlenség fokát maximalizáló konfiguráció irányába hajtja a rendszert. Az ilyen természetű erőhatások közül a legismertebb a polimer láncok gomolyaggá tekeredését eredményező hatás, amely a lineáris lánckonfigurációhoz képest jóval rendezetlenebb (nagyobb entrópiájú). Erik Verlinde a gravitáció entropikus erőként történő értelmezésére vonatkozó javaslatát (Verlinde, 2011) arra a felismerésre építette, amely szerint az általános relativitás Einstein-egyenletei levezethetők – a téridő geometriáját jellemző mennyiségek termodinamikai megfeleltetését követően – a rájuk kirótt termodinamikai főtételekből és az ekvivalenciaelvből (Jacobson, 1995; Padmanabhan, 2005). Ez a megközelítés, amely a gravitációs kölcsönhatás fellépését kizárólag makroszkopikus tartományokra korlátozza, a fekete lyukakra kidolgozott termodinamikai jellemzés (Bekenstein, 1973; Hawking, 1976) általánosítása. Egyben elveti a kvantumgravitáció kidolgozása programjának értelmét, csakúgy, ahogy a kvantumtermodinamika is önellentmondó, értelmetlen fogalom.

Az előzővel felesel az a kutatási irányzat, amely szerint a gravitációs kölcsönhatás kvantumos szintje létezik, és a többi klasszikus térelmélet (pl. a kvantum-elektrodinamika) kvantumos változatának konstrukciójához hasonlóan kell megalkotni. Az egységes elektrogyenge kölcsönhatási elmélet meg az erős kölcsönhatási elmélet az elektromos töltés, illetve az erős csatolási állandó kis értékeire (az ún. gyenge csatolási határesetben) megbízhatóan tárgyalható. A gravitáció erősségét jellemző Newton-állandó a nagy energiák felé haladva növekszik, de elképzelhető, hogy az ún. aszimptotikus biztonság (Weinberg, 1979) elvét megvalósítva növekedése lelassul, és az ultraibolya hullámhossztartomány egy pontjában a növekedés le is áll, azaz a gravitáció erősségét jellemző mennyiség nagy energián egy véges értékhez tart. A kutatások mai állása szerint ebben a tartományban az Einstein-egyenleteket a téridő-geometriát jellemző további tagok egészítik ki, amelyek hatása a ma kísérletileg hozzáférhető (makroszkopikus) mérettartományban elhanyagolható.

A kvantumgravitáció megalkotásának nehézsége, esetleges lehetetlensége, kiemeli Einstein százéves elméletének robusztusságát, amellyel ellenáll bármilyen irányú kiterjesztésnek, módosításnak. Ez a sajátossága megkülönbözteti a többi elemi kölcsönhatási törvénynek a kvantumszintű egységesülés felé haladó történetétől. Klasszikus nyugalmú kőszikla a kvantumhatások nyughatatlan óceánjában.

**Az Einstein-kereszt, mely nem más, mint egy, a Földtől nyolcmilliárd fényévnyire elhelyezkedő kvazár megsokszorozódott képe egy tőlünk 400 millió fényévre található galaxis gravitációslencse-hatása miatt** (NASA, ESA)

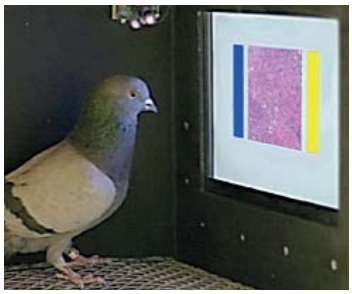


IRODALOM
Bekenstein, Jacob (1973): Black Holes and Entropy. Physical Review. D7, 2333–2346. DOI: 10.1103/PhysRevD.7.2333.
Einstein, Albert (1971): Válogatott tanulmányok (vál., szerk. Tőrös Róbert, ford. Nagy Imre) Gondolat, Budapest.
Einstein, Albert (2005): Válogatott írásai (vál., szerk. Székely László, ford. Gerner József, Nagy Imre, Szécsi Ferenc) Typotex, Budapest.
Hawking, Stephen W. (1976): Black Holes and Thermodynamics. Physical Review. D13, 191–197. DOI: 10.1103/PhysRevD.13.191.
Illy, József (2015): Az általános relativitáselmélet megszületése, Magyar Tudomány 2015. június, 646–649.
Jacobson, Ted (1995): Thermodynamics of Spacetime: The Einstein Equation of State. Physical Review Letters. 75, 1260 DOI: 10.1103/PhysRevLett.75.1260.
Padmanabhan, Thanu (2005): Gravity and the Thermodynamics of Horizons. Physics Reports. 406, 2, 49–126. DOI: 10.1016/j.physrep.2004.10.003.
Szabados, B. László: Száz éves az általános relativitáselmélet, Magyar Tudomány, 2015. június, 660–674.
Verlinde, Erik (2011): On the Origin of Gravity and the Laws of Newton. Journal of High Energy Physics. 4, 29, DOI: 10.1007/JHEP04(2011)029.
Weinberg, Steven (1979): Ultraviolet divergences in quantum theories of gravitation. In: Hawking, Stephen – Israel, Werner (eds.): General Relativity: An Einstein Centenary Survey. Cambridge University Press. 790–831.

TÚL A KÉMIÁN

# Galambdiagnosztika

Patológusok és radiológusok hosszú évekig tanulják, hogyan lehet fényképeken a különböző daganatokat felismerni. Aligha lesz majd köztük különösebben népszerű az a tanulmány, amely szerint ennek az elsajátításához egy galamb intelligenciája is elegendő. Az egész világon gyakori szirti galamb (*Columba livia*) látása sokban hasonlít az emberéhez, ezért tűnt megfelelőnek egy ilyen kísérletsorozathoz. A madarak – rövid, táplálékszerzésen alapuló betanítás után – meglepő pontossággal tudták megkülönböztetni képernyőn bemutatott felvételeken a mellrákgyanús szöveteket az egészséges mintáktól. Ezt a képességet – hasonlóan az emberi elemzőkhöz – befolyásolta a kép színe és felbontása, de a galambok ilyen téren is fejlődésképesnek bizonyultak: kellő tapasztalattal rosszabb felbontású vagy a szokásostól eltérő színezésű képeken is nagyobb valószínűséggel voltak sikeresek. A legtöbb feladatnál egyes galambok az esetek kb. 85%-ában állítottak fel pontos „diagnózist”, de egy négytagú galambcsoport együttes véleményén alapuló konzílium bizonyos feladatokban már meglepően nagy, 99%-os biztonsággal helyes következtetésre jutott.



*PLoS ONE 10*, e0141357. (2015)

# Bakteriális ujjlenyomat

Az már régóta ismert, hogy minden embernek saját jellemző baktériumfaunája van. A közelmúltban végzett kutatások szerint ez alapján egyfajta mikrobiális ujjlenyomatot hagyunk hátra mindenütt. Tizenegy ember részvételével végzett kísérletsorozatban egy előzőleg alaposan kitisztított szobában töltöttek néhány percet a kísérleti alanyok, majd mintát vettek a helyiség levegőjéből, s a benne lévő baktériumok génjeit szekvenálták. A nagyrészt *Streptococcus*, *Propionibacterium* és *Corynebacterium* fajok azonosítása alapján egyértelműen megadható volt, hogy ki hagyta hátra őket. Ez a módszer a jövőben akár a bűnüldözésben is hasznossá válhat.

*PeerJ 3*, e1258. (2015)

Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: lenteg.mkl@science.unideb.hu.
A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő Internet-oldalon: http://www.inorg.unideb.hu/LenteBlog/index_magyar.html

BICENTENÁRIUM

Herrn Gay-Lussac's Vertheidigung seiner Ansprüche an die Entdeckung der Chlorinsäure, gegen Herrn Vauquelin *Annalen der Physik*, Vol. 52, pp. 225–227 (1816. február).

Joseph Louis Gay-Lussac (1778–1850) francia kémikus és fizikus volt. Felfedezte, hogy a víz hidrogénből és oxigénből keletkezik 2:1 térfogatarányban. Elneveztek róla két, ma a magyar középiskolákban is tanított gáztörvényt, noha ő maga Jacques Charles-t tartotta ezek felfedezőjének. Részletesen vizsgálta az alkohol-víz elegyek sajátságait, emiatt az alkohololdatok összetételét néhány országban ma is Gay-Lussac-fokban jellemzik. Emellett, mint az idézett címből is nyilvánvaló, a klórsavról ($HClO_3$) élénk vitát folytatott kortársaival.

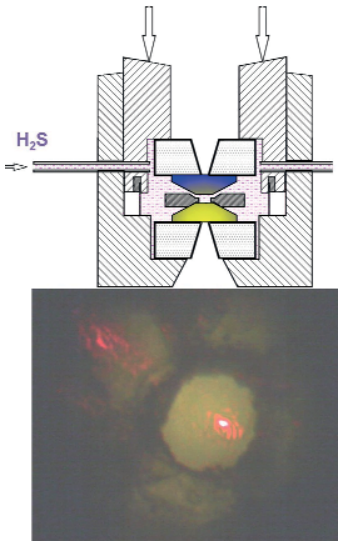
IDÉZET

„Azon gondolkoztam, hogy az űrhajó minden egyes darabját az a cég készítette el, amelyik a legolcsóbb ajánlatot tette a kormánynak.”

Alan Shepard (1923–1998), az első amerikai űrhajós válasza arra az újságírói kérdésre, hogy mi járt a fejében a kilövés előtti pillanatokban.

# Szupravezetési újdonságok

Megdőlt a szupravezetési hőmérsékleti rekord: a legújabb kutatások szerint a fagyott kén-hidrogén extrém, 90 GPa-nál nagyobb nyomásokon fémes szerkezetű formában stabil, és 203 K-en szupravezető sajátságúvá válhat. Ezzel a megfigyeléssel olyan elméleti jóslatokat igazoltak, amelyek szerint a nagy hidrogéntartalmú anyagok szupravezetési tulajdonságai elég kedvezőek lehetnek. Egy másik kutatócsoport pedig azt mutatta ki, hogy a lítiummal megfelelően adalékolt grafén 6 K alatt szupravezetővé válik. A grafén vékony rétegekből álló szerkezete miatt ennek a felfedezésnek még nagy jelentősége lehet a szenzorok kifejlesztésében, illetve kvantumszámítógépek építésében.




*Nature* 525, 73. (2015)
*Proc. Natl. Acad. Sci. USA 112*, 11795. (2015)

### A HÓNAP MOLEKULÁJA

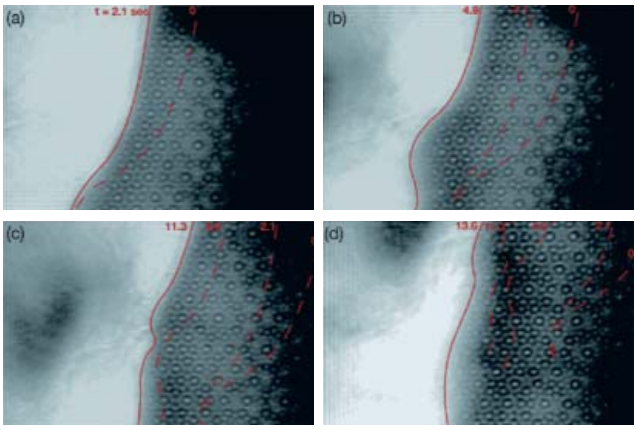
A címlapon látható koordinációs vegyület ($C_{606}H_{330}Al_6N_{102}O_{12}Zn_{12}$) Nagy-Britanniában dolgozó előállítóitól a matrjoska-porfirin nevet kapta. A külső, nagy gyűrűt 12 egymáshoz kapcsolódó cinkporfirin alkotja, míg a belsőben 6 alumíniumporfirin kapcsolódik egymáshoz. A vegyület kloroformban oldva a látható és a közeli IR-tartományban a 600–700 nm közötti sáv kivételével mindenhol jelentősen elnyel. Ha megvilágítják a molekulát, a gerjesztési energia a belső részről 40 ps-on belül áttevődik a külső gyűrűrendszerre.

*J. Am. Chem. Soc. 137*, 12713. (2015)

## Kvázikristály-növekedés

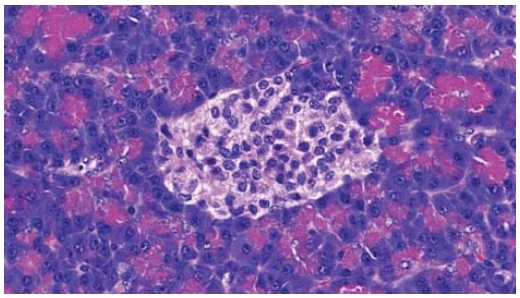
A kvázikristályokban nincsen egyszerű ismétlődő egység, ezért igencsak érdekes kérdés, hogyan alakulhatnak ki bennük szabályos, de nem periodikus szerkezetek. Japán tudósok nemrég transzmissziós elektronmikroszkópia segítségével atomi képet nyertek ilyen folyamatokról egy kvázikristályos alumínium-nikkel-kobalt ötvözet segítségével, amely ötös forgásszimmetriájú Penrose-féle csempézési mintázatot követ. A vegyület átkristályosodását 800 °C körül követték. Az eredmények szerint a teljes szerkezet kialakulásának kulcsa egy javítási mechanizmus, amely során az elsőre gyakran rossz helyre belépő atomok nagyobb klaszterek forgása révén a megfelelő pozícióba kerülnek.

*Phys. Rev. Lett. 115*, 075501. (2015)




## Mesterséges hasnyálmirigy

A cukorbetegség kezelésének jelentős könnyítését eredményezheti az a kis műszer, amelyet nemrég dolgoztak ki az inzulinszint szabályozására. A korábban kifejlesztett, külső egységekkel is rendelkező eszközökkel szemben az új készülék teljes egészében beültethető a hasüregbe: ott érzékeny szenzorral méri a glükózszintet, és ennek megfelelően adagolja az inzulint. A szabályozás során követett algoritmus az eddigi tesztek szerint a használati idő mintegy négyötödében az ideális határok között tartja a vércukorszintet, a cukorbetegek életét gyakran megkeserítő hirtelen hiány pedig soha nem alakul ki.



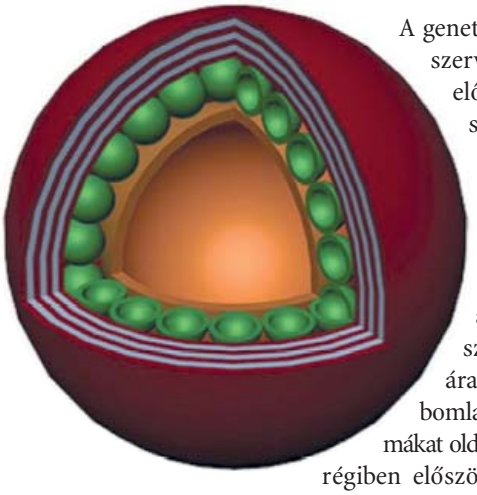
*Ind. Eng. Chem. Res. 54*, 10311. (2015)

## Rákkezelés darazsakkal

Egy Brazíliában honos darázsfaj (*Polybia paulista*) csípése nem kellemes dolog, de az ilyenkor a szervezetbe jutó méreganyag akár gyógyhatású is lehet: a benne megtalálható MP1 jelzésű peptid a legújabb kísérletek tanúsága szerint képes daganatos emberi sejteket szelektíven elpusztítani. Azt is sikerült tisztázni, hogyan ismeri fel a méreg a rákos sejteket: azok a felszínükön a foszfolipidekben sok foszfatidil-szerint és foszfatidil-etanolamint tartalmaznak, míg az egészségesekben ez a két összetevő alig található meg. Az MP1 minden sejt felszínén lyukakat alakít ki. Az egészségeseken ezek kicsik maradnak és a szervezet képes kijavítani őket, a daganatos sejteken viszont nagy lyukak keletkeznek, amelyek már kijavíthatatlanok.

*Biophys. 109*, 936. (2015)

## Kapszoszómák a gyógyításban



A genetikai hibák miatt a szervezet által hibásan előállított enzimek sokféle betegséget okoznak. A megfelelő fehérjék külső bevitele általában nem könnyű feladat, mert azok az emésztőrendszerben vagy a véráramban gyakran lebomlanak. Ilyen problémákat oldhatnak meg a nemrégiben először elkészített kapszoszómák: ezek szilikaszemcsék felületére rétegzett, enzimmolekulákat tartalmazó liposzómák, amelyek még egy külső polimer védőbevonatot is kapnak. A kis részecskék lehetséges gyógyászati hasznát a fenilketonúria nevű genetikai rendellenesség esetében mutatták be. Az ebben a betegségben szenvedő betegek szervezete nem képes a fenilalanin aminosavat lebontani, ezért a kapszoszómák a fenilalanint transz-fahéjsavvá átalakító fenilalanin-ammónia liáz enzimet tartalmazzák. A rendszer az elképzeléseknek megfelelően működött, s toxicitás jeleit sem mutatta az első tesztekben.

*Adv. Funct. Mater. 25*, 3860. (2015)

## TUDOMÁNYOS ÉLET

# Innováció a Természettudományban – Doktorandusz Konferencia

*Szeged, 2015. szeptember 26.*

A Doktoranduszok Országos Szövetsége a 2011. évi CCIV. törvény hatályba lépésével köztestületi formában működő érdekképviseleti szervezetté vált, és ennek köszönhetően létrehozták a szervezeten belül a tudományos osztályok rendszerét. A 26 tudományágat megjelenítő 17 tudományos osztály alkotta rendszer több mint 100 doktori iskolából érkező mintegy 400 főt foglal magába. 2013 őszén a Biológiai és Kémiai Tudományok Osztálya is ennek keretében alakult meg. Az osztály a biológia, a kémia és a környezettudomány területén kutató hallgatók részére kíván színvonalas rendezvényeket létrehozni, amelyen a hallgatók bemutathatják saját kutatási eredményeiket.

Az osztály a 2014-es évben rendezte meg a Magyar Kémikusok Egyesületével közösen az első *Innováció a Természettudományban – Doktorandusz Konferenciát*; a rendezvénynek a Szegedi Tudományegyetem mellett az MTA Szegedi Területi Bizottsága adott otthont. A konferencia fővédnöki feladatait Szabó Gábor, a Szegedi Tudományegyetem rektora mellett Szeged város polgármestere, Botka László és a Doktoranduszok Országos Szövetsége részéről Csiszár Imre elnök vállalta el. A kétnapos rendezvényre az SZTE doktoranduszhallgatóin kívül a Debreceni Egyetemről, a Pécsi Tudományegyetemről, a Pannon Egyetemről és a BME-ről is nagy számban érkeztek résztvevők. A rendezvényre így összesen 130-an érkeztek; 70-en előadással voltak jelen és 33-an poszterrel, míg a többiek kísérőként vettek részt az eseményen.

A 2015-ös évben az Osztály újra sikerrel rendezte meg éves nagy konferenciáját, melyre ezúttal 45 hallgató jött el és prezentálta kutatási eredményeit. A tavalyi rendezvényhez képest az idei esztendőben, immár második alkalommal megrendezett konferenciának az első számú fővédnöke Palkovics László államtitkár úr volt. A konferencia kezdését megelőzően a Szegedi Városi Televízió készített hosszabb interjút egyrészt Szabó Gábor rektorral, illetve Szélpál Szilárd DOSZ–BÉKTO elnökkel a rendezvényről és a rendezvényhez kapcsolódó egyéb kérdésekről.

A rendezvény szeptember 26-án, szombaton délelőtt 9 órakor kezdődött a regisztrációval, amelyet a megnyitóünnepség követett. A megnyitónak és a plenáris előadásoknak a Szent-Györgyi Albert előadóterem adott helyet. Először Szélpál Szilárd osztályelnök köszöntötte a résztvevőket, majd egy hosszabb expozéban az SZTE rektora, Szabó Gábor nyitotta meg hivatalosan a rendezvényt. A DOSZ elnöksége részéről Kőmíves Péter Miklós mondott köszöntőt. Prof. Dr. Hodúr Cecília a környezettudomány, Skodáné Prof. Dr. Földes Rita a kémia és Prof. Dr. Kovács Kornél a biológia területén mutatta be fő kutatásait és az ott elért eredményeket 40–40 percben. Minden előadást követően lehetőség volt kérdéseket feltenni a meghívott előadóknak az elhangzott prezentációjukkal kapcsolatban.

A konferencia hivatalos munkanyelve a magyar volt. A plenáris előadásokat követően a szekciókkal folytatódott a rendezvény az egyetem újszegedi épületének konferenciatermeiben. A szekciók lebonyolításában minden osztálytag szervesen részt vett, minden szekcióelnökség mellé az osztályunk delegált egy tagot, akik a technikai segítség mellett a zavartalan és gördülékeny lebonyolításban nyújtottak segítséget a szekciók elnökségének. Négy különböző szekció – szerves kémiai, szervetlen kémiai, biológiai és környezettudományi – volt, amelyekben minden résztvevő előadhatta a prezentációját.

A szekciókban olyan érdekes előadásokra került sor, mint a 17β-HSD1 enzimaktivitás in vitro vizsgálata és gátlása D-szekoösztreon származékokkal, mely szteroid aktivitása meghatározza a véráram 17β-ösztradiol-koncentrációját és a szövetekben kialakuló lokális ösztrogénhatást is. Specifikus gátlásával terápiás hatás érhető el számos endokrinológiai betegségben, illetve ösztrogénfüggő daganatos elváltozásban. Volt olyan kutatás is, melynek célja egy környezetbarátabb, egyszerűbb és könnyebben kezelhető szintézismódszer használatával biológiai templáton erősen megnyúlt alakú mágneses nanokristályok, azaz mágneses filamentumok előállítása volt. De mindenképpen érdekesek voltak a kémia területéről az olyan előadások is, amelyekben a piritásvány szerkezetének in silico vizsgálatát mutatta be a hallgató, vagy flavonvázon történő különböző C–H aktiválási reakciókat ismertettek. A környezettudományból olyan előadások hangzottak el, ahol a klórbenzolok és származékaik eltávolítása volt a cél vizekből oxidációs technikák alkalmazásával, vagy szénhidrogének biodegradációjára alkalmas baktériumtörzsek izolálása vagy felhasználása különböző bioremediációs eljárásokban. Számos résztvevő között alakult ki diskurzus egymás kutatási témájáról és az alkalmazott eljárásokról, az elért eredményekről vagy azok felhasználási lehetőségéről, így a hatékony eszmecserén túl lehetővé vált a hallgatók közötti kapcsolatépítés is.

A rendezvény zárásaként a szekciók elnökei röviden értékelték a szekciókat, illetve az egész rendezvényt, majd a záróbeszédet Varga Csaba, az SZTE TTIK dékánhelyettese mondta el.

Remélem, jövőre újra találkozunk a harmadik konferenciánkon!

**Szélpál Szilárd**
elnök
DOSZ Biológiai és Kémiai Tudományok Osztálya

# Kozmetikai Szimpózium, 2015

*Dr. Hangay György emlékére*

2015. november 19-én tartottuk az immár hagyományossá vált, évente megrendezésre kerülő szakmai-tudományos fórumot. A várakozásunknak megfelelően nagy érdeklődés kísérte az előadásokat. A 100-nál több résztvevő a Hotel BARA konferenciatermében 14 előadást hallgathatott meg.

A megnyitó beszédben Szirmai Sándor, a Kozmetikai Társaság elnöke megemlékezett a nemrég elhunyt Hangay Györgyről, életútjáról, a Kozmetikai és Háztartásvegyipari Szakosztály, majd később a Kozmetikai Társaság tudományos titkáráról. Hangay György nagy energiával és hozzáértéssel szervezte a Társaság tudományos programjait, a nemzetközi szimpóziumokat. E szimpóziumot az Ő emlékére szerveztük.

A tudományos program négy témakörre osztva folyt le. Mint minden évben, most is helyt kapott az új kozmetikai hatóanyagok ismertetése, az innovatív bőrvédő formulák kifejlesztése, növényi őssejtek alkalmazása a kozmetikai készítményekben. Ez utóbbi témakörben Marton Sylvia tartott érdekes előadást. Meghívott külföldi előadóink voltak a Safic Alcan által képviselt Ichimaru Pharcos japán cégtől, a Kurt Richter GmbH-tól, a Lubrizol Advanced Materialstól, valamint az Elementis GmbH-tól. A szép számú magyar előadó közt első ízben üdvözölhettük a Csomago-

lási és Anyagmozgatási Országos Szövetség főtitkárát, aki a kozmetikumok esetén nem kevésbé fontos területről, mint a termékek csomagolásáról, valamint a 2016-ban Budapesten megrendezésre kerülő Csomagolási Világszövetség Kongresszusáról tartott tájékoztatást. A szimpózium színvonalát emelte a Nemzeti Fogyasztóvédelmi Hatóság jelenléte, valamint Móréné Horkay Edit (OGYEI) előadása a termékmegjelenés hatósági aspektusából. Az SZTE Gyógyszer-technológiai Intézet professzora, Erős István és több munkatársa, az MTA TTK professzora, Iván Béla is új ismeretanyaggal gazdagította a jelenlévők tudását. Meghökkentően új és érdekes módszerről, a NIR-spektroszkópiás homogenitásmérésről (Science Port Kft.), a bababőrápolás tudományáról (Caola Zrt.) valamint a kereskedelemben kapható testápolási és háztartási termékek irritációs hatásának vizsgálatáról (Szent István Egyetem) igen fontos információkat közöltek az előadók.

Köszönet az MKE Szervezőbizottságának, valamint a hazai és külföldi támogatóknak, hogy eredményes és hasznos fórumot biztosíthattunk idén is a kozmetikai ipar és kutatás iránt elkötelezett szakemberek számára

**Szirmai Sándor**

## OKTATÁS

# 12. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia

*(Daegu, Koreai Köztársaság, 2015. december 2–11.)*

A Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpiát (International Junior Science Olympiad, röviden IJSO) 2004-ben Indonézia alapította. A versenyen való részvétel egyik leglényegesebb kritériuma, hogy csak 16. évüket be nem töltött diákok indulhatnak a versenyen. Magyarországon ez azt jelenti, hogy érdemben a középiskolát épp elkezdő, illetve születési idejüktől függően egyes 10. osztályos középiskolás, kivételes esetben igen tehetséges 8. osztályos általános iskolás diákok versenyezhetnek.

A versenyen elvileg egyenlő arányban szerepel a három természettudományos tantárgy (fizika, kémia, biológia), így azoknak, akik több tárgyban is járatosak, a felkészítőn kevesebbet kell hozzátanulniuk. A versenyfelkészítőre azon diákokat hívtuk, akik a versenyt megelőző tanévben egy vagy több természettudományi országos verseny döntőjébe jutottak. Ebben az évben 21 diák jelentkezett, végül 19 diák kezdte meg a felkészítőt.

Ezt az olimpiát az oktatási kormányzat, az Emberi Erőforrás Minisztériuma 2007 óta anyagi segítséggel is támogatja. Ebben az évben az utazási költségek az átlagoshoz képest is jóval magasabbak voltak, mivel Dél-Koreába nagyon drágák a repülőjegyek. Viszonylag olcsón a fővárosba lehet repülni, onnan pedig belföldi repülővel vagy vonattal érhető el a verseny színhelye, Daegu városa. A Richter Gedeon Nyrt. a verseny elejétől fogva jelentős anyagi támogatást nyújt a csapatnak. Ebben az évben anyagi támogatást kaptunk még a Nemzeti Tehetség Programtól, a MOL Új Európa Alapítványától, a Servier Kutatóintézet Kft.-től és a BBraun Hungarytól. A szülők közbenjárására idén is a csapat szponzora lett Gyöngyös Város Önkormányzata. Az utazás anyagi oldalának lebonyolítását az MKE végzi, ami óriási segítséget jelent a csapat számára.

A versenyre való felkészítést ebben az évben is júniusban kezdtük meg, mivel a megtanulandó tananyag olyan nagy, hogy az őszi felkészítés nem elegendő. Néhány napos elméleti bevezető után az általános iskolai tankönyvekből jelöltük ki az elsajátítandó (vagy átismétlendő) ismereteket, összefüggéseket, illetve az általunk készített prezentációkból kellett az új anyagot elsajátítaniuk a versenyre készülőknek. A felkészítőre jelentkezettek között az idén is több 7. osztályt végzett volt, akik közül csak a kiemelkedően tehetségeseknek van esélyük eredményt elérni. September legelején írattuk meg az első selejtező dolgozatot. A válogató olyan szoros volt, hogy az eredmények alapján a szokásos 7–8 diák helyett tizenegyen maradtak versenyben, köztük a 7. osztályt végzett Gulácsi Máté és Fajszi Bulcsú is.

**A magyar csapat**

A kiválasztott diákokat szeptemberben és októberben minden hétvégén a korábbi versenyek tapasztalatai és a követelmények alapján az ELTE Apáczai Csere János Gimnáziumban készítettük fel (Gyertyán Attila fizikából, Ács Zoltán biológiából, Villányi Attila és Vörös Tamás kémiából). A második válogatóra október 30-án került sor. A kialakult hatfős csapat az utolsó hónapban a további elméleti felkészítő mellett kipróbálhatta a gyakorlati forduló team-munkáját is. A gyakorlati felkészítésben szintén részt vett Vörös Tamás kémia szakos PhD-hallgató (apáczais öregdiák, IJSO- és kétszeres IChO-érmes), aki a csapat harmadik kísérő tanára volt. A két kémia „gyakorlati specialista" diákot (Székely Andrást és Kós Tamást) kértük, hogy az esetleges titrálási feladathoz végezzenek minél több titrálást a középiskolai tanáraikkal.

Az idei magyar csapat tagjai: *Veres Tamás*, a gyöngyösi Berze Nagy János Gimnázium 9. osztályos tanulója, *Kós Tamás*, a budapesti Eötvös József Gimnázium 10. osztályos tanulója, *Besenyi Tibor*, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 9. osztályos tanulója, *Fajszi Bulcsú*, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 8. osztályos tanulója, *Pápista Máté László*, a győri Kazinczy Ferenc Gimnázium 9. osztályos tanulója, *Székely András*, a Szentendrei Református Gimnázium 9. osztályos tanulója.

A csapat november 29-én indult el. Az idei támogatás elegendő volt ahhoz, hogy a verseny előtt két napot Szöulban töltsünk, és a diákok hozzászokjanak a meglehetősen nagy, 8 órás időeltolódáshoz. Szöulban egy jelenleg ott tanuló, volt kollégánk is segített az eligazodásban, és egy tradicionális barbecue étteremben ismertük meg a méregerős paprikával ízesített ételeket. Az érkezésünk másnapján egész napos városnézés keretében ismerkedtünk meg Szöul nevezetességeivel, majd december 2-án nagy sebességű (ún. KTX) expressz vonattal utaztunk Daeguba, ahol a koreai szervezők már az állomáson vártak, és a verseny szabályzatának megfelelően biztosították a csapat transzferét, szállását és teljes ellátását.

A kísérő tanárokból álló nemzetközi zsűri a verseny második, negyedik és hatodik napján vitatta meg az egyes fordulók feladatait, majd minden ország tanárai kora hajnalig fordították saját nyelvükre a feladatlapokat, másnap pedig a diákok versenyeztek. A harmadik, gyakorlati fordulót a hetedik napon a diákok csapatmunkában oldották meg.

Ebben az évben a szervezők – az előző évtől eltérően – külön fizikai, kémiai és biológiai témájú feladatokat készítettek, nem próbálkoztak a feladatok integrálásával. Ha röviden kellene összefoglalni a feladatok minőségét, akkor a fizika nehéznek, a kémia átlagosnak mondható. Az elméleti biológia feladatok egyértelműen túl könnyűek voltak. A gyakorlati feladat manuális része – amelyben terméseket kellett összehasonlítani – mindössze néhány gyümölcs kettévágásából állt. A pontszám nagy részét a termések csoportosítása tette ki, amelynek szempontjai ugyan le voltak írva, de egy termésről azt eldönteni, hogy ál- vagy valódi, illetve hogy csoportos termés, esetleg terméságazat, makroszkópos vizsgálata alapján sok esetben nem lehet, vagyis a kérdés végsősoron ismeretközpontú. A termések ilyen mélységű ismertetése a felkészítőn, annak sűrű programja mellett, gyakorlatilag lehetetlen, bár a diákok kaptak egy összefoglaló táblázatot a termések csoportosításáról. Ennek ellenére ez a gyakorlati rész sikerült a leggyengébben mindkét csapatnak.

Idén is volt kommunikációs probléma, bár nem akkora, mint tavaly Argentínában. Ennél sokkal nagyobb gondot jelentett az, hogy a helyi szervezők szakmai zsűrije nem vette tudomásul a versenyszabályzatban is rögzített kettős büntetés elkerülésére vonatkozó szabályt, miszerint egy hibásan kiszámolt eredménnyel helyesen tovább számolt következő feladat maximális pontszámot ér. Nagy viták és harcok ellenére is csak részben tudtuk érvényesíteni ezt a szabályt. Mivel nem ez az első ország, ahol ezzel a problémával szembesültünk, ismét elgondolkodtunk, mit lehetne annak érdekében tenni, hogy minden szervező ország szakmai bizottságában tudatosítsuk ezt a nagyon fontos alapelvet.

**Szöuli városnézésen**

A versenyzők a versenyek közti napokban, a tanárok a diákok versenynapjain vettek részt kirándulásokon, kulturális programokon. Ezek idén meglehetősen rövidek és többnyire érdektelenek voltak. Az idegenvezetők minden meglátogatott helyen és múzeumban csak végighajtották az embereket, még az igazán érdeklődőknek sem volt idejük az elmélyült szemlélődésre.

A pontegyeztetés estéjére kialakult a végleges sorrend, és ez alapján a nemzetközi zsűri egyetértésével történt meg a ponthúzás. Az idei versenyen 42 ország 243 versenyzője mérte össze tudását. Ebben az évben is valamennyi diákunk éremmel tért haza. Ilyen ország ezen a versenyen összesen 18 volt. A magyar csapat 5 ezüst- és 1 bronzérmet szerzett. Továbbra is Ázsia vezet az aranyérmet szerző csapatok között. Tajvan minden diákja 90% fölötti teljesítménnyel aranyérmes lett. Előttünk végzett még India, Dél-Korea, Oroszország, Indonézia, Thaiföld, Hongkong és Brazília csapata. Magyarország és Románia a legjobb európai uniós csapatként holtversenyben a kilencedik helyen végzett. Az egyetlen uniós aranyérmet egy észt diák szerezte meg.

A magyar csapatból Veres Tamás, Fajszi Bulcsú, Székely András, Kós Tamás és Pápista Máté ezüstérmet kapott, Besenyi Tibor (mindössze 0,25 ponttal Pápista Máté után) bronzérmes lett.

Az IJSO idei feladatsorait az érdeklődők letölthetik a magyar csapat hivatalos honlapjáról (http://ijso.kemavill.hu).

Évek óta gondot okoz, hogy kevés ország vállalja ennek a versenyek a megszervezését. Az előző évben Argentína is csak beugróként ajánlotta fel, hogy megszervezi a versenyt. Dél-Korea is félig-meddig sürgősségi vállalásban hívta meg a versenyt, bár a szervezés olyan profi volt, hogy ez talán csak a kulturális programok számán és hosszán látszott. A következő verseny megszervezését 2013-ban Kazahsztán vállalta, 2015 szeptemberében pedig – gazdasági nehézségekre hivatkozva – visszavonta ezt a meghívást. Hollandia több évvel ezelőtt vállalta az IJSO 2017-es megszervezését, de 2016-ra nincs vállalkozó ország.

A koreai verseny alatt a nemzetközi zsűri több ülésen is foglalkozott a megrendezés problémájával. Szóba került a verseny rövidítése: egy elméleti és egy gyakorlati fordulóval. Ez azonban a verseny időtartamát csak 1 nappal csökkentené, mivel a feleletvá-

lasztásos teszteket a nyitó ünnepség délutánján és éjszakáján meg lehet vitatni, egy hosszabb elméleti forduló vagy a gyakorlat megvitatására a fél nap nem elegendő. Az áhított 2 napos rövidítés a regisztrációs napra előrehozott nyitóünnepséggel sem látszik megoldásnak, mivel a csapatok egy része – a menetrendtől függően – csak késő délután vagy este érkezik a verseny helyszínére. Ezt a rövidítést a zsűri tehát elvetette. A jövő évi versennyel kapcsolatban azonban bármilyen kompromisszumra hajlandóak lennének, hiszen a lényeg, hogy ne szakadjon meg a verseny fonala. Felmerült a diákok kollégiumi, a tanárok alacsonyabb kategóriájú szállodában való elhelyezése, a verseny 1000 dolláros nevezési díjának (ideiglenesen) többszörösére való emelése is. Utóbbival kapcsolatban több ország jelezte, hogy ebben az esetben a csapatuk távol maradna a jövő évi versenyről. Az európai országokban az időpont kedvezőtlen a kollégiumi elhelyezésre, hiszen december első fele szorgalmi időszak az egyetemeken. Az alacsonyabb kategóriájú hotelek pedig gyakran nem tudnak olyan méretű konferenciatermet biztosítani, ahol a több mint 40 ország több mint 120 tanára kényelmesen elfér a számítógépeikkel, és ahol a szakmai zsűri is berendezkedhet a nyomtató- és másolóapparátusával.

Az IJSO magyar csapatának felkészítő tanárai és a Magyar Kémikusok Egyesülete néhány hónappal ezelőtt azzal a kéréssel fordult az oktatási kormányzathoz és a miniszterelnök úrhoz, hogy 2016-ban Magyarország rendezhesse meg a 14. IJSO-t. Úgy gondoljuk, hogy Magyarország szellemi potenciálja megvan ahhoz, hogy egy színvonalas és minden ország számára emlékezetes versenyt szervezzünk, de ez csak megfelelő anyagi háttér mellett valósítható meg. Erre a felkérésre mindeddig hivatalos választ nem kaptunk.

Budapest, 2015. december 29.

**Villányi Attila**

Emberi Erőforrások Minisztériuma
Emberi Erőforrások Minisztériuma

Emberi Erőforrás Támogatáskezelő
Emberi Erőforrás Támogatáskezelő

Nemzeti Tehetség Program
Nemzeti Tehetség Program

Gyöngyös Város Önkormányzata

B|BRAUN SHARING EXPERTISE
BBraun Hungary

SERVIER
Servier Kutatóintézet Zrt.

RICHTER GEDEON
Richter Gedeon Nyrt.

Új Európa Alapítvány
MOL Új Európa Alapítvány

HIRDETÉS

## HÍREK AZ IPARBÓL

# Vegyipari mozaik

**25 milliárdos lehetőség az egyetemi kutatóközpontoknak!** A Széchenyi 2020 keretében megjelent a „Felsőoktatási és Ipari Együttműködési Központ – Kutatási infrastruktúra fejlesztése” című (GINOP-2.3.4-15 kódszámú) felhívás. A pályázat rendelkezésre álló keretösszege 25 milliárd forint.

Pálinkás József már korábban elmondta, hogy az a szándékuk, hogy a lobbi befolyását, illetve a kutatóprofesszorok saját kft.-jükön keresztüli pályázását kiszűrjék. Ezzel a pályázati felhívással ez meg is történt, hiszen csak várhatóan 3–6 db támogatott konzorciumi projekt fog osztozni a 25 milliárd forintos összegen. Pálinkás továbbá leszögezte: Felsőoktatási Ipari Együttműködési Központ (FIEK) csak néhány jöhet létre az országban, olyan egyetemeken, amelyek erős ipari partnerrel rendelkeznek, csak néhány kutatási területre fókuszálnak. Továbbá hangsúlyozta, hogy azok esélyesek a nyerésre, amelyek néhány nagyvállalatot, illetve azok menedzsment-szemléletét is be tudják vonni az innovációs projektek végrehajtásába és így nyugat-európai mintára vállalati-ipari kutatóhálózatok tudnak kiépülni. Éppen emiatt jelezte, hogy nem érdemes minden felsőoktatási intézménynek „ráugrania” erre a forrásra. A nyertes projektekkel a cél az, hogy a nagyvállalatokat is ösztönözzék arra, hogy további K+F kapacitásokat hozzanak Magyarországra.

Pálinkás októberben leszögezte: a piac szereplői „gyakran a piaci feltételeknél egyszerűbben elérhető forrásként tekintettek az innovációs forrásokra”, és ezt a szemléletet igyekszik gyökeresen megváltoztatni az új kutatási, fejlesztési és innovációs rendszer, amelyben nem csupán a pénzkihelyezés, hanem a célszerűség és a hatékonyság is alapvető szempontként szerepel. Hozzátette: „…tisztában vagyok azzal, hogy nem leszek a legnépszerűbb szereplő, tekintettel arra, hogy a pályázatoknál szigorúan érvényesíteni fogjuk a versenyképességet ösztönző kutatásfejlesztési szempontokat.”

A támogatási kérelmek benyújtása 2016. április 4-től 2018. április 4-ig lehetséges. Ezen időszak alatt az első szakaszban a támogatási kérelmek benyújtása 2016. április 4-től 2016. május 23-ig lehetséges.

A mostani felhívás keretében a támogatási kérelem benyújtására kizárólag konzorciumi formában van lehetőség. A konzorciumi tagok száma – a konzorciumvezetőt is beleértve – legfeljebb 5 lehet. Konzorciumvezető kizárólag felsőoktatási intézmény lehet.

A projekt fizikai befejezésére a projekt megkezdését vagy a Támogatási Szerződés hatályba lépését követően legfeljebb 48 hónap áll rendelkezésre.

A projekt megvalósítása során a konzorcium minden tagjának kell megfelelő megvalósítási helyszínnel rendelkeznie. A projekt területileg koncentrált megvalósítása javasolt. Nem támogathatók a közép-magyarországi régió területén megvalósuló projektek. *(porfolio.hu)*

**Többen indulhatnak az egyik K+F pályázaton.** A „K+F versenyképességi és kiválósági együttműködések” című (GINOP-2.2.1-15 kódszámú) felhívás módosult. A technikai jellegű módosítások, illetve fogalmazásbéli pontosítások mellett bővítették a támogatást igénylők körét.

A felhívásban nevesítésre kerültek a többségi állami tulajdonú non-profit gazdasági társaságok, illetve megfogalmazódott egy feltétel a konzorciumi megállapodásra vonatkozólag is.

A Felhívás 4.1 pontjában (Támogatást igénylők köre) a módosítást követően külön bekezdésben került nevesítésre a nem állami többségi tulajdonú non-profit gazdasági társaságok és az állami többségi tulajdonú nonprofit gazdasági társaságok köre. Ugyanezen pontban rögzítésre került, hogy a 2011. évi CCIV. törvény hatálya alá tartozó magán felsőoktatási intézmények is igényelhetnek támogatást.

A Felhívás 4.1 pontja a módosításban a konzorciumi együttműködési megállapodásban megjelenítendő feltételt határoz meg oly módon, hogy előírja: a megállapodásban biztosítani szükséges, hogy a projektből fakadó szellemi tulajdonjogok és az azokkal összefüggő hozzáférési jogok a különböző együttműködő partnereket illessék meg oly módon, hogy az megfelelően tükrözze a munkacsomagjaikat, hozzájárulásaikat és érdekeiket.

A Felhívás 4.2 pont kiegészítésre kerül azzal, hogy a többségi állami tulajdonban lévő társaságok vagy azok partner vagy kapcsolt vállalkozásai adott naptári évben többször is részesülhetnek támogatásban. *(portfolio.hu)*

**Négy új vezető az MTA kutatóintézet-hálózatában.** Három főigazgatói és egy igazgatói poszton történt változás 2016. január 1-jén a Magyar Tudományos Akadémia kutatóközpontjaiban, illetve kutatóintézeteiben, miután a pályáztatási folyamat végén az MTA elnöke döntött az új vezetők személyéről. Öt kutatóközpontban az eddigi főigazgatók folytatják munkájukat. Az új vezetők december 14-én vették át megbízólevelüket az MTA Székházában.

A Magyar Tudományos Akadémia nyolc kutatóközpontjában, valamint az MTA Atommagkutató Intézetben járt le ez év végén a főigazgatók, illetve az igazgató megbízatása. Az MTA elnöke a közalkalmazotti és az akadémiai törvénynek megfelelően pályázatot írt ki a főigazgatói és igazgatói álláshelyek betöltésére. Valamennyi felhívásra érkezett legalább egy érvényes pályázat. A kinevezendő jelöltek személyére az MTA főtitkára tett javaslatot az MTA elnökének.

A megbízólevelüket átvevő vezetők: Dombrádi Zsolt igazgató: MTA Atommagkutató Intézet (3 évre), Fodor Pál főigazgató: MTA Bölcsészettudományi Kutatóközpont (5 évre), Szarka László főigazgató: MTA Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpont (3 évre), Horváth Ákos főigazgató: MTA Energiatudományi Kutatóközpont (5 évre), Fazekas Károly főigazgató: MTA Közgazdaság- és Regionális Tudományi Kutatóközpont (5 évre), Báldi András főigazgató: MTA Ökológiai Kutatóközpont (3 évre), Rudas Tamás főigazgató: MTA Társadalomtudományi Kutatóközpont (3 évre), Pokol György főigazgató: MTA Természettudományi Kutatóközpont (3 évre), Lévai Péter főigazgató: MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont (5 évre).

Az MTA Atommagkutató Intézet igazgatója tehát Dombrádi Zsolt lesz. A 60 éves fizikus diplomája megszerzése óta az MTA Atomki munkatársa. Kutatócsoportjával a világ vezető magfizikai laboratóriumaiban végez tudományos munkát. Mintegy 200 tudományos közlemény társszerzője. 2009 óta az MTA doktora. Célja az előző vezetés által megkezdett szervezeti és infrastrukturális fejlesztések folytatása. Támogatni kívánja a világ élvonalában jegyzett kutatási irányokat. Új, ígéretes témák kibontakoz-

Lovász László és Dombrádi Zsolt

tatásával, a publikációs tevékenység javításával folytatni szeretné a témamegújítás programját. Számít a tudományos testületek tanácsadó tevékenységére, és javítani akarja a belső információáramlást.

Az MTA Természettudományi Kutatóközpont új főigazgatója, Pokol György, korábban két cikluson keresztül volt a BME VBK dékánja. A 65 éves vegyészmérnök az analitikai kémia, azon belül a szilárdtestkémia kutatója, az MTA doktora. Fő feladatának az MTA TTK szakmai stratégiájának hatékony megvalósítását, ha szükséges, továbbfejlesztését, továbbá a színvonalas kutatási és általános feltételek, valamint az ösztönző és kiszámítható munkahelyi környezet biztosítását tekinti. Vezetőként törekszik a megegyezésre, a következetes és türelmes munka híve. Célja a kutatóközpont számára elsődlegesen fontos együttműködések – ELTE, BME, SE, MTA KOKI – további erősítése, de fontosnak tartja a nyitottságot további hazai és nemzetközi kapcsolatok iránt is. Egy, az MTA TTK-ban a közelmúltban tartott kutatói fórumon azt mondta, hogy a következő hónapok nehezek lesznek, és fájdalmas intézkedések is várhatók, de reményei szerint kialakul a nyugodt munkavégzést lehetővé tévő környezet és hosszabb távon a jó hangulat is. *(Az mta.hu nyomán)*

Lovász László és Pokol György

**Béremeléssel kapcsolatos kérdések a Magyar Tudományos Akadémián.** A Magyar Tudományos Akadémia kutatóhálózatában körülbelül 3000 kutató dolgozik. Mennyiben érinthetik őket a Kormány által elrendelt, a felsőoktatási intézményekben végrehajtandó béremelések? Kérdések és válaszok a 2015. december 15-i helyzetről:

*Emeli-e az Akadémia a kutatói béreket?*

A Kormány nyilvánosságra került döntése a felsőoktatási intézményekben végrehajtandó béremelésről szól, az akadémiai kutatóintézetekben foglalkoztatottakat közvetlenül nem érinti. Tekintettel azonban arra, hogy jelenleg a felsőoktatási és kutatói garantált illetmények azonosak, a vezetők szándéka szerint megfelelő időben az Akadémia is követni fogja a felsőoktatásban megtett lépéseket.

*Honnan tudná előteremteni az Akadémia a béremelés költségeit?*

Az Akadémia vezetői az államigazgatási egyeztetés folyamán jelezték, hogy a béremelés szükségességével egyetértenek, ugyanakkor a javaslatban foglalt emelés költségvetési forrása nem áll rendelkezésre az akadémiai költségvetésben.

Ezért az MTA vezetői a Kormányhoz fordultak azzal, hogy amennyiben a kormányzat ágazati béremelést fogad el, az ahhoz szükséges fedezetet többlettámogatásként biztosítsa az MTA részére. Erre 2015. december 15-ig nem érkezett válasz.

Ha nem érkezik kormányzati támogatás az MTA-hoz, akkor a felsőoktatásival megegyező béremelés forrása csak egyéb – eredetileg más célra rendelt – akadémiai források átcsoportosításával volna előteremthető.

*Milyen mértékben növekednének a kutatói fizetések?*

Az intézkedés a közalkalmazotti garantált illetményekre vonatkozik. 2016-ban egységesen 15%, majd 2017-ben és 2018-ban további 5-5%-os emelésről van szó. Ezzel a garantált illetmények 27%-kal nőnek, de hogy ez mekkora béremelést jelent, függ az érintettek jelenlegi illetményszintjétől (az úgynevezett „bérbeállástól" is).

*Mekkora összegbe kerülne az MTA-nak a béremelés?*

A fenti béremelési javaslat végrehajtása 2016-ban mintegy 1,5 milliárd forint többletkiadást jelentene az Akadémiának (a későbbi években ennél többet). Ennek megfelelően ugyanekkora összeggel csökkenteni kellene a kutatási alapfeladatok ellátására fordított összeget. Egyszerűen fogalmazva: pótlólagos költségvetési forrás nélkül a kutatások finanszírozása csökkenne, míg a bérek növekednének. Ez hosszabb távon fenntarthatatlanná tenné a kutatási alapfeladatok egy részének ellátását.

*Érintik-e a tervezett intézkedések az akadémikusoknak és az MTA doktorainak fizetett illetményeket?*

Nem.

*Az MTA kutatóhálózatának minden kutatóját érintené az MTA által tervezett béremelés, vagy csak a kutatók egy részét?*

A felsőoktatási béremeléssel azonos konstrukció szerint minden közalkalmazott kutatóra kiterjedne. *(Az mta.hu nyomán)*

**Banai Endre összeállítása**

## MKE-HÍREK

# Előfizetés a Magyar Kémiai Folyóirat 2016. évi számaira

A Magyar Kémiai Folyóirat 2016. 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 2015-ben kettős előfizetéssel hozzájárult a határon túli magyar kémikusoknak küldött Folyóirat terjesztési költségeihez. Kérjük, aki teheti, 2016-ban is csatlakozzon a kettős előfizetés akcióhoz.

**Magyar Kémikusok Egyesülete**

# Konferenciák, rendezvények

**European Symposium on Atomic Spectroscopy**

2016. március 31. – 2016. április 2.
Eszterházy Károly Főiskola (Eger, Eszterházy tér 1.)
Regisztráció:
https://www.mke.org.hu/conferences/esas2016/registration/
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Schenker Beatrix, esas2016@mke.org.hu

**XVI. Országos Diákvegyész Napok**
2016. április 15–16.
Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium és Kollégium
(Miskolc, Fényi tér 2–12.)
Meghirdetés és jelentkezési lapok:
www.mke.org.hu, hírek, aktualitások rovat

**Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny**
2016. április 22–24.
Versenykiírás: www.irinyiverseny.mke.org.hu

## Rendezvénynaptár

| | | |
|---|---|---|
| 2016. március 31. – április 2. | European Symposium on Atomic Spectroscopy | Eger |
| 2016. április 15–16. | XVI. Országos Diákvegyész Napok | Miskolc |
| 2016. április 22–24. | Irinyi János Kémia-verseny | Szeged |
| 2016. május | Biztonságtechnika Szeminárium | Balatonalmádi |
| 2016. június, július | Varázslatos Kémiatábor, 2016 | |
| 2016. július 31. – augusztus 4. | 33th European Congress on Molecular Spectroscopy | Szeged |
| 2016. augusztus 28. – szept. 1. | 13th European Biological Inorganic Chemistry Conference | Budapest |
| 2016. szeptember 20–23. | Pannon Catalysis Symposium | Siófok |
| 2016. október | Őszi Radiokémiai Napok | |
| 2016. október 24–26. | 4th Rubber Symposium of Countries on Danube | Szeged |
| 2016. november | Kozmetika Szimpózium | Budapest |
| 2016. november | Hungarocoat, 2016 | Budapest |

## VISSZHANG

*Tisztelt Szerkesztőség! Kedves Lente Gábor!*

Örömmel olvastam a MKL 2016. januári számában a Dévényi Tiborról szóló írást. Dévényinek pályakezdő koromban magam is kollégája lehettem az MTA Enzimológiai Intézetben. Ennek köszönhető, hogy büszkén tudhatom magaménak az „Ezésez Géza" egy számomra dedikált példányát. A könyvhez ma már nemigen lehet hozzájutni, de bárki elolvashatja a szegedi egyetem honlapján, az alábbi linken: http://web.med.u-szeged.hu/expsur/ezesez.htm.

Szeretném korrigálni a cikk egy tévedését. Az írás említi az intézet „alapító atyáinak" *Strukturelle Grundlagen der biologischen Funktion der Proteine* című klasszikus művét. Ennek szerzői Dévényi Tibor mellett Elődi Pál, Keleti Tamás és Szabolcsi Gertrud – valamennyien a Biokémiai Intézet létrehozójának, Szörényi Imrének a tanítványai voltak voltak. Elődi Pál neve maradt ki a felsorolásból, aki szerkesztette is a kötetet, amelynek előszavát

Straub F. Brunó akkori intézetigazgató írta. (Itt jegyzem meg, hogy Szabolcsi és Straub – mellőzve a magyar helyesírás szabályait – keresztnevüket rövid u-val írták.)

Üdvözlettel:
**Orosz Ferenc**
MTA TTK Enzimológiai Intézet, tudományos igazgatóhelyettes

## HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

*LXXI. No. 2. February 2016*

CONTENTS

***Nobel Prizes 2015***
*Chemistry* **34**
**BÉLA GYURCSIK**
*Physiology or Medicine* **36**
**KÁLMÁN SZENDREI and DEZSŐ CSUPOR**
*Physics* **38**
**DEZSŐ HORVÁTH**
*The fission yeast cell cycle. Analysis of microscopic films, mathematical modelling and phylogenetics* **41**
**ÁKOS SVEICZER and ANNA HORVÁTH**
EuCheMS Newsletter, February, 2016 **45**
***Bruckner Room Lectures***
*Multifunctional polymers and their composites. Diels–Alder reactions* **49**
**JÓZSEF KARGER-KOCSIS**
*Recent investigations in carotenoid chemistry at Pécs* **50**
**ATTILA AGÓCS**
*Chemical industry in Hungary: performance and perspectives* **53**
**IVÁN BUDAI**
*Károly Than and organic chemistry. Thoughts on a book published in fall 2015* **58**
**GYÖRGY INZELT**
*Flow chemistry (F. Darvas, V. Hessel, Gy. Dorman (Eds)). Book review* **60**
**JÁNOS ÉLES and GYÖRGY TÚRÓS**
*Centenary of a natural law with classic beauty* **62**
**ANDRÁS PATKÓS**
*Chembits* **64**
**GÁBOR LENTE**
*The Society's Life* **66**
*News of the Month* **67**

# Rátz Tanár Úr Életműdíj, 2015

2015. december 8-án tizenötödik alkalommal adták át a Rátz Tanár Úr Életműdíjat az MTA dísztermében. A Richter Gedeon Nyrt., az Ericsson Magyarország és a Graphisoft SE által létrehozott alapítvány évente díjazza két-két matematika, fizika, biológia és kémia szakos tanár kiemelkedő munkásságát. A három cég tevékenységének középpontjában a kutatás-fejlesztés áll, és sikereiket nem kis részben a magyar természettudományos oktatás eredményeinek köszönhetik. „Hogy ne csak a világhírű tudósok, hanem tanáraik nevét is megismerjük" - így szól a Rátz Tanár Úr Életműdíj mottója. És valóban, amikor diákjaink nemzetközi versenyeken elért sikereivel, világhírű, magyar származású tudósainkkal, mérnökeinkkel büszkélkedünk, akkor ugyanilyen mértékben meg kell becsüljük kiváló tanáraikat is. A névadó *Rátz László* (1863–1930) a legendás Fasori Gimnázium matematikatanára volt, aki többek között Neumann Jánost és Wigner Jenőt indította el pályáján.

**A díjazottak (balról jobbra): Dr. Mező Tamás, Dr. Tóth Albert, Nagyné Horváth Emília, Dr. Pálfalvi Józsefné, Balázs Katalin, Sipos István, Dr. Honyek Gyula, Mike János**

A Rátz Tanár Úr Életműdíj az elmúlt 15 év során a hazai természettudományos oktatás egyik legrangosabb elismerése lett. Többször mondták már, most is elhangzott a köszöntések során, hogy az Életműdíj szinte a tanárok Kossuth-díja, amelyet eddig 112 kiváló pedagógus, közte 30 kémiatanár vehetett át. A díj nevéből is következik, hogy elsősorban a természettudományos pedagógusi életművet van hivatva elismerni. Az elmúlt másfél évtized alatt valóban számos köztiszteletben álló, országos hírű „régi nagy" kémiatanárt láthattunk a dobogón átvenni a kitüntetést.

Ilyen személyiség az idei Rátz-díjas *Sipos István*, aki 1957-től nyugdíjba vonulásáig a Sárospataki Református Gimnázium kémia tanára volt. Életművében a nagy múltú híres pataki tanárhagyományok egyenes folytatója. Nem csak szakmailag mutatott példát tanítványainak, hanem követendő emberi értékrendjével is utat mutatott diákjainak. Tanítványai közül sokan a vezető értelmiség körébe tartoznak. Ő az egyik kezdeményezője és kezdetektől a társszervezője a Sárospataki Diákvegyész Napoknak. Ez a rendezvény azóta országos, sőt határon túli diákkonferenciává nőtte ki magát, ahol a résztvevők rövid előadásokban mutatják be és vitatják meg kis kutató munkáikat a hazai vegyésztársadalom szaktekintélyei és diáktársaik előtt. A másik idei kitüntetett kémiatanár a *Balázs Katalin*, aki 1984-ben szerzett biológia-kémia szakos diplomát, és azóta az ELTE Radnóti Miklós Gimnáziumának vezető tanára, tanárjelöltek szakmai irányítója. Kreatív, innovatív egyéniség, tankönyvíró, tananyagfejlesztő, digitális tananyagok szerzője. Az ismert rádióműsorból kölcsönzött kifejezéssel élve igazi „alma és fája" személyiség, hiszen közel egy évtizede édesanyja is Rátz-díjas lett, édesapjának kémiatörténeti alapművét minden kémiatanár sűrűn forgatja. Megemlékezhetnénk a kitüntetett matematika-, fizika-, biológiatanárokról is, de közülük „magunkénak" is tekinthetjük *Nagyné Horváth Emíliát*, aki bár most mint biológiatanár kapott Rátz-díjat, de kémiatanárként is jeles személyiség, kémiából is és biológiából is példaértékű életpályát tudhat magáénak, és már 2000-ben megkapta Magyar Kémia Oktatásért díjat is.

A tudásalapú társadalomban a gazdasági szférának szüksége van a magas színvonalú természettudományos oktatásra és ennek méltó elismerésére. Idézhetjük az ünnepség egyik szónokát: „a mai Rátz tanár urak nélkül nincs felemelkedés". Kérem, tekintsék tehát az idei díjazottakat is, de az elmúlt évek kitüntetettjeit is a nagy múltú és oktatási kultúránk ilyen kiváló személyiségeinek.

**Riedel Miklós**

# Gábor Dénes Díj, 2015

Újabb tizenegy tudós, kutató, fejlesztő, feltaláló és oktató vehetett át kimagasló teljesítményéért Gábor Dénes-díjat 2015. december 17-én az Országházban.

„A mérnöki tudomány felhasználásában az önök jóvoltából jobbak tudunk lenni másoknál, és ez erősíti nemcsak önbecsülésünket, hanem közösségi érdekeink érvényesítését is" – méltatta a díjazottakat Kövér László, az Országgyűlés elnöke, aki egyúttal felidézte: a fizikai Nobel-díjas Gábor Dénes pályájának markáns része volt az emberért, a természetért és a társadalomért való felelős aggodalom, a folyamatos fejlődés fenntarthatóságának kritikája és az ennek megfelelő útkeresés is.

Gyulai József, az elismerést odaítélő kuratórium elnöke arról beszélt, hogy a Gábor Dénes-díj átadása „a magyar mérnöki munka ünnepe". Hangsúlyozta: a 20. század eltörölte a fizikai és a kémia közti határokat, a 21. században pedig a fizikai és kémia biológiával közös határainak elmosódása várható. Hatalmas nemzeti büszkeségre ad okot, hogy ebből a folyamatból a magyar tudósok is kiveszik a részüket.

A több kitüntett között Gábor Dénes Életműdíjban részesült a kuratórium döntése alapján *Mesterházy Ákos* agrármérnök, a szegedi Gabonakutató Közhasznú Kft. kutatóprofesszora és tudományos tanácsadója a magyarországi növénynemesítés, ezen belül a rezisztencia-nemesítés, valamint a mikotoxin kutatásával elért, nemzetközi szinten is elismert, több mint négy évtizeden átívelő munkásságáért.

Az elismeréseket Kövér László és Gyulai József mellett Lepsényi István, a Nemzetgazdasági Minisztérium államtitkára, Palkovics László, az Emberi Erőforrások Minisztériumának államtitkára, V. Németh Zsolt, a Földművelésügyi Minisztérium államtitkára, Pálinkás József, a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal elnöke, Lovász László, a Magyar Tudományos Akadémia elnöke, Bendzsel Miklós, a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatalának elnöke, Vágujhelyi Ferenc, a Nemzeti Hírközlési és Informatikai Tanács elnöke és Józsa János, a BME rektora adta át.

**KT**

# TAVASZI ÁRCSÖKKENTÉS

**A**ktuális termékek
**K**imagasló minőségben
**C**élszerű funkciókkal
**I**smert gyártóktól
**Ó**vatos árszinten

## SZŰKEBB KERETEKHEZ IGAZÍTOTT ÁRAK...

**szuper engedmények:**
**5 – 30 %**

» pH-papírok és tesztcsíkok 100 eFt nettó rendelési érték felett: **-10%**, » szűrőpapírok 100 eFt nettó rendelési érték felett: **-10%**, » valamennyi VisoColor gyorsteszt-készlet: **-10%**, » valamennyi NanoColor gyorsteszt-készlet: **-10%**, » PF-3 fotométer reagens rendelés esetén akár ingyen! (kérje külön ajánlatunkat!), » valamennyi automata vízmintavevő: **-11%**, » Behrotest berendezések (Kjeldahl és KOI roncsolók, desztillálók, titrálók, Soxhlet, AOX, EOX, fenol, cián, stb.): **-12%**,
» valamennyi WTW termék: **-10%**, az egyedi áras termékek **10-28%** kedvezménnyel, » valamennyi pH-mérő elektróda és puffer oldat: **-12%**, » Valamennyi mérleg: **-15%**, » valamennyi biogáz elemző: **-6%**, » Valamennyi gáztérfogat mérő és gázballon: **-6%**, » valamennyi Elementar fogyóanyag és alkatrész: **-8%**, » Valamennyi TOC analizátor és elemanalizátor: **egyedi engedmény**.

Néhány példa az engedményes egyedi árakból:
NanoColor PF-3 fotométer: 99 000 FT, NanoColor PF-12 fotométer: 120 000 Ft, NanoColor VIS pásztázó fotométer: 770 000 Ft, pH 3110 SET-2 hordozható pH mérő készlet: 120 000 Ft, Oxi 3205 SET 1 hordozható oldottoxigén mérő készlet: 255 000 Ft, Cond 3110 SET 1 hordozható vezetőképesség mérő készlet: 185 000 Ft, pH/Cond 3320 SET-2 hordozható pH és vezetőképesség mérő készlet: 300 000 Ft, MULTI 3320 SET1 hordozható multiparaméteres mérőkészlet pH, oldott oxigén és vezetőképesség mérésére: 550 000 Ft. pH 7110 SET 4 laboratóriumi pH mérő készlet: 155 000 Ft, COND 7110 SET 1 laboratóriumi vezetőképesség mérő készlet: 250 000 Ft. A műszerekre 2-3 év garancia, az elektródákra 9 hónap.
Az árakhoz 27% Áfa számítandó hozzá. Több kedvezmény nem vonható össze.

Az akció 2016.03.30.-ig tart!

## Kérje részletes ismertetőnket!

**AKTIVIT Kft.**
1145 Budapest, Pétervárad u. 14.
Tel: +36-(1)-470-0125, 221-7865.
Levél: 1581 Budapest 146, PF.: 104.
Fax: 252-8940, Mail: info@aktivit.hu, web:www.aktivit.hu
Környezetvédelmi műszerek, analitikai eszközök