A TARTALOMBÓL:

A 2014. évi Nobel-díjak

Gábor Dénes-díj, 2014

Bruckner-termi előadások

Robotok a kémiában

Vegyészkalendárium

Vegyészleletek

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXX. ÉVFOLYAM • 2015. FEBRUÁR • ÁRA: 850 FT

A kék LED fizikai Nobel-díjat érdemelt

A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap támogatja

Nemzeti Kulturális Alap

LNICAM
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

„Az Ön GLP partnere”

Thermo Scientific:

Thermo SCIENTIFIC DISTRIBUTOR

- AA, ICP-OES és ICP-MS spektrométerek
- ED-XRF készülékek
- Kompakt NMR spektrométerek
- UV/látható spektrométerek
- Automata fotometriás analizátorok
- FTIR, Raman és NIR spektrométerek, mikroszkópok
- Hordozható Raman és NIR spektrométerek
- GC, kvadrupol GC/MS és GC/MS/MS
- HPLC, UHPLC, nano-LC
- Kvadrupol és ioncsapdás LC/MS
- Orbitrap hibrid LC/MS
- Kromatográfiás oszlopok, kiegészítők és fogyóanyagok
- C, H, N, S, O elemanalizátor

Olympus:

OLYMPUS
Your Vision, Our Future

- Mikroszkópok

SOTAX:

sotax
Solutions for Pharmaceutical Testing

- Tablettavizsgáló berendezések

Global Analytical Solutions (GAS):

- Kulcsrakész ipari kromatográfiás rendszerek

Markes International:

- Termikus deszorpció

PS Analytical:

- Atomfluoreszcenciás Hg, As, Se, stb. analizátorok

Trace Elemental Instruments:

- TN, TS, TX, AOX meghatározók

HunterLab:

- Színmérő készülékek

Peak Scientific:

- Gázgenerátorok

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA
HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL
LXX. évf., 2. szám, 2015. 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!

A természettudomány minden ágazatának fejlődésére egyaránt érvényes az egyidejű differenciálódás és integrálódás. Ez sok nehézséget okozhat mind a kutatásban, mind az oktatásban, annak minden szintjén. Egyre többféle ismeretre kell szert tenni, és meg kell próbálkozni a sokféle ágazat közötti kapcsolatok felismerésével.

Különösen érvényes ez a megállapítás a kémiára. Ez tükröződik a MKL februári számának cikkeiben is. Három nagyon alapos és érdekes ismertetést olvashatunk a 2014. évi Nobel-díjakról. A kémiai díjat a szuperfelbontású fluoreszcencia mikroszkópia felfedezéséért; az orvosi-élettani díjat az agyi helymeghatározó rendszer szerepének felderítéséért a tájékozódásban; a fizikai díjat pedig a kék LED feltalálásáért ítélték oda. A 2014. évi díjaknak van néhány különösen érdekes vonása. Mindhárom díjat három-három kutató megosztva kapta. A fizikai díjat nem jelentős felfedezésért, hanem egy rendkívüli jelentőségű, a világítástechnikát forradalmasító találmányért ítélték oda. Ez összhangban van Nobel eredeti végakaratával. További érdekesség, hogy – mint arról a januári szám egyik cikkéből már értesülhettünk – a kémiai Nobel-díj egyik részese, Stefan Hell a 2014. évi nanotudományi Kavli-díjat is elnyerte, ugyancsak megosztva.

A két Bruckner-termi előadás orvosi szempontból is fontos szerves kémiai kutatásokról számol be. A higany ipartörténeti és tudománytörténeti jelentőségével foglalkozó alapos munka második, befejező részével is megismerkedhetünk. Gondolatébresztő, és a természettudományok különböző ágazatainak összefonódását példázza a robotika kémiai vonatkozásaival foglalkozó írás.

Folytatódik az ötvenéves várpalotai Vegyészeti Múzeum kiállításainak nagyon alapos és érdekes ismertetése. Személyes elfogultság miatt hiányolom a kőolaj-feldolgozó üzemek közül a szőregit, melyben diákkoromban magam is dolgoztam.

A kémia sokrétű kapcsolatai ezúttal is tükröződnek a Vegyészleletekben.

Egészében tekintve ez a szám is hozzájárulhat ahhoz, hogy korszerű képünk legyen választott hivatásunkról. Jó lenne, ha a kémia mai, az egész emberiség életét meghatározó szerepére vonatkozóan a mostani társadalomban is helyes kép alakulna ki. Ennek előfeltétele a kémiai ismeretek iskolai oktatásának javítása.

2015. február

Beck Mihály

TARTALOM

KITEKINTÉS
A 2014. évi Nobel-díjak
Kellermayer Miklós: Kémiai Nobel-díj 34
Penke Botond: Orvosi-élettani Nobel-díj 35
Maróti Péter: A kék LED fizikai Nobel-díjat érdemelt 37

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY
Bruckner-termi előadás
Gálné Babos Fruzsina: Citrullin-tartalmú peptidek és konjugátumaik a rheumatoid arthritis korai kimutatására 39
Hosztafi Sándor: Opioid metabolitok előállítása és tulajdonságai 40
Faragó Tibor: A folyékony ezüst tündöklése és bukása. Második rész 43
Braun Tibor: Robotok és automatizálási robotika a kémiában és a kémia körül 48

VEGYIPAR- ÉS KÉMIATÖRTÉNET
Próder István: Felújított kiállítások az ötvenéves Vegyészeti Múzeumban. Harmadik rész 55
Vegyészkalendárium (**Pap József Sándor** rovata) 58

ISMERETTERJESZTÉS
Boros László: Filatéliai kalandozások. A nemesgázok 59

VEGYÉSZLELETEK
Lente Gábor rovata 60

A HÓNAP HÍREI 62

Címlap:
Kék LED-ek (Alexofdodd at en.wikipedia)

Kellermayer Miklós

Semmelweis Egyetem, Biofizikai és Sugárbiológiai Intézet | kellermayer.miklos@med.semmelweis-univ.hu

Kémiai Nobel-díj

A Svéd Királyi Akadémia 2014. október 8-án hirdette ki döntését a kémiai Nobel-díjról. Ennek értelmében 2014-ben a kémiai Nobel-díjban Eric Betzig, Stefan W. Hell és William E. Moerner részesült a szuperfelbontású fluoreszcencia mikroszkópia kidolgozásáért. Vajon kik ezek a tudósok és mi is az a szuperfelbontású fluoreszcencia mikroszkópia?

Eric Betzig, Stefan W. Hell, William E. Moerner (nobelprize.org)

Eric Betzig amerikai állampolgár, 1960-ban született a Michigan államibeli Ann Arborban. Doktori fokozatát 1988-ban szerezte a Cornell Egyetemen. Már ekkor a feloldási határ leküzdése érdekelte, és a közeli mező fizikájával foglalkozott. A New Jersey államibeli Murray Hill AT&T Bell Laboratóriumban a közeli mező pásztázó fénymikroszkóp kifejlesztésében ért el jelentős eredményeket. 1993-ban elsőként alkotott nagy felbontású képet egyedi fluoreszcens molekulákról szobahőmérsékleten. Később, felismerve a fényaktiválható fluoreszcens fejérjemolekulákban rejlő lehetőségeket, jutott el a PALM mikroszkópia (photoactivation light microscopy) kifejlesztéséhez. 2005 óta a Howard Hughes Medical Institutes Janelia Farm intézményében csoportvezető.

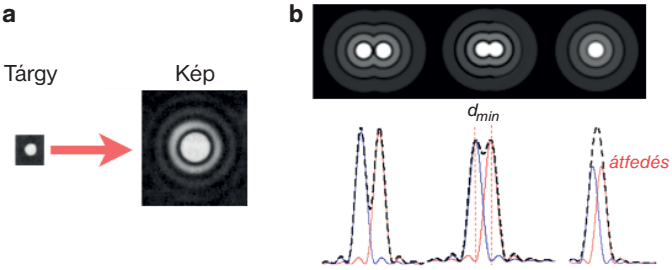
Stefan W. Hell német állampolgár, 1962-ben született Aradon. Doktori fokozatát 1990-ben szerezte a Heidelbergi Egyetemen. 1993 és 1996 között a finnországi Turkui Egyetemen dolgozott, ahol lefektette a STED (stimulated emission depletion) mikroszkópia elméleti alapjait. 1997-től a Max Planck Intézet (Biofizikai Kémia, Heidelberg) munkatársa, majd igazgatója, ahol a STED mikroszkópia megépítését, továbbfejlesztését és számos alkalmazását valósította meg.

William E. Moerner amerikai állampolgár, 1953-ban született a kaliforniai Pleasantonban. Doktori fokozatát 1982-ben szerezte a Cornell Egyetemen. 1989-ben elsőként mérte meg egyetlen, mélyfagyasztott kondenzátumban csapdázott molekula abszorpciós spektrumát. 1997-ben megfigyelte, hogy a zöld fluoreszcens fehérjemolekula (GFP, green fluorescent protein) pislog, azaz véletlenszerűen kialszik (sötét állapotba kerül), majd visszatér fluoreszcenciája. Ugyancsak kimutatta, hogy a GFP-t rövid hullámhosszú fénnyel való megvilágítással irányítottan is ki lehet hozni sötét állapotából. Később ez a megfigyelés vált a lokalizációs mikroszkópiák alapjává. Jelenleg a Stanford Egyetem professzora.

A szuperfelbontású fluoreszcencia mikroszkópia jelentősége abban rejlik, hogy mintegy megerőszakolja az immár közel másfél évszázados elméleti és gyakorlati optikai feloldási határt, és nanométeres, molekuláris feloldást tesz lehetővé. A 19. században Ernst Abbé (1873) és Lord Rayleigh (1896) ismerték fel, hogy hullámelhajlási, azaz diffrakciós okok miatt egy tárgyról hullámok, például fény segítségével alkotott kép nem lehet tetszőlegesen részletgazdag. Ennek az az oka, hogy egy pontszerű tárgy (pl. egy optikai rács pontja vagy egy pontszerű fényforrás) képe kiszélesedett folt, úgynevezett elhajlási korong **(1.a ábra)**. Ha a tárgypontok az elhajlási korong méreténél közelebb kerülnek egymáshoz, akkor a képeik alapján továbbá nem különíthetők el **(1.b ábra)**. A mikroszkópos feloldásnak tehát elméleti és gyakorlati határa van (d_{min}), és ez a feloldási határ az alkalmazott hullámhosszal (λ) összemérhető:

$$d_{\min} = \frac{\lambda}{2n\sin\alpha}, \qquad (1)$$

ahol n az optikai közeg törésmutatója, α pedig a leképező rendszer nyílásszöge. A feloldási határ látható fény, azaz fénymikroszkópia esetében 0,2 μm-nek adódik. Bár az elektronmikroszkópban a rendkívül kis hullámhossz miatt jelentősen jobb feloldás érhető el, biológiai minták esetében az elektronmikroszkóp alkalmazásának rengeteg hátránya van.

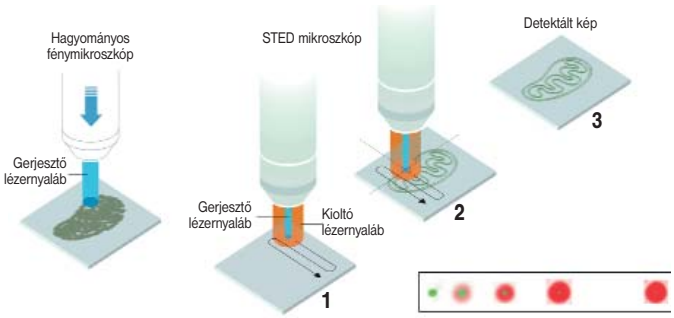


1. ábra. A fénymikroszkópos feloldási határ problémája. a) Az elhajlási korong. b) Képpontok átfedése és összemosódása a feloldási határon belül elhelyezkedő tárgypontok esetén

A 20. században számos erőfeszítés történt arra, hogy a feloldási határt valamilyen módon áttörjük. Igazán jelentős áttörést azonban csak az idei Nobel-díjasok munkássága hozott. A 2014. évi kémiai Nobel-díj hátterében voltaképpen három fontos felfedezés és fejlesztés húzódik: a) szuperfelbontású fluorofór-sokaság mikroszkópia, b) egyedi molekula fluoreszcencia spektroszkópia és c) szuperfelbontású egyedi fluorofór mikroszkópia. A szuperfelbontású fluorofór-sokaság mikroszkópia alapja Stefan W. Hell azon felismerése, hogy egy diffrakciólimitált fókuszpont által gerjesztett molekulasokaság mérete – amelynek kiterjedését tehát az elhajlási korong határozza meg – csökkenthető úgy, hogy a fókuszpont szélein elhelyezkedő gerjesztett állapotú molekulákat stimulált emisszió segítségével mintegy kimerítjük, kioltjuk, vagyis depletáljuk. Mindezt úgy lehet megvalósítani, hogy a gerjesztő fénynyalábra azzal koncentrikus gyűrű alakú kioltó fénynyalábot vetítünk **(2. ábra)**. Ez tehát a STED mikroszkópia alapja. A kioltó fény intenzitásának (I) növelésével elméletileg korlátlanul csökkenthető feloldási határ:

$$d_{\min} = \frac{\lambda}{2n\sin\alpha\sqrt{1 + J/J_s}}, \qquad (2)$$

ahol J_s a gerjesztő fény intenzitása. A gyakorlatban szuperponált gerjesztő és kioltó lézernyaláb pásztázza végig a mintát pontról pontra, és az így csökkentett méretű gerjesztési térfogatból összegyűjtött fénypontokból rekonstruálódik a nanométeres feloldású kép.



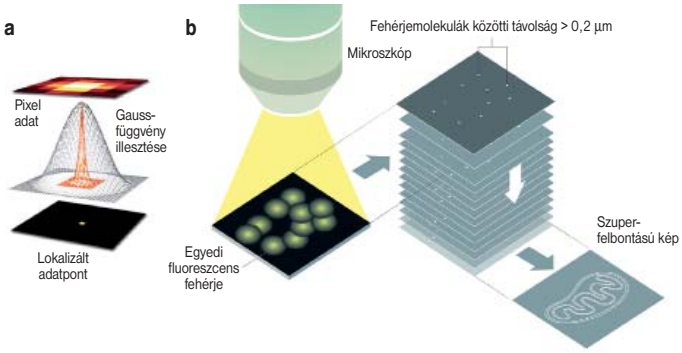
2. ábra. A STED mikroszkópia alapja. Betétábra: a kioltó (vörös) fény intenzitásának növelésével csökken a gerjesztési térfogat (zöld) (forrás: http://www.nobelprize.org)

Kémiai tudásunk nagy része olyan kísérletekből származik, amelyekben molekulasokaságot vizsgálunk, például egy kémcsőnyi vagy küvettányi vegyületet egy spektroszkópiás mérés során. Hatalmas előrelépést jelentett a W. E. Moerner által elindított egyedi molekula fluoreszcencia spektroszkópia, amely kísérletesen is rámutatott az egyedi molekulák szintjén megnyilvánuló sztochasztikus, véletlenszerű jelenségekre és folyamatokra, amilyen például a fluoreszcens festékmolekulák pislogása (blinking). W. E. Moerner 1997-ben felfedezte, hogy bár a 488 nanométeres fénnyel gerjeszthető GFP molekula egy idő után kiég és sötét állapotba kerül, 405 nanométeres fénnyel ismét aktiválható. Ez a jelenség azt a lehetőséget hordozza, hogy egy fluoreszcens molekula állapotát tetszés szerint tudjuk megváltoztatni, vagyis ki- és bekapcsolhatjuk.

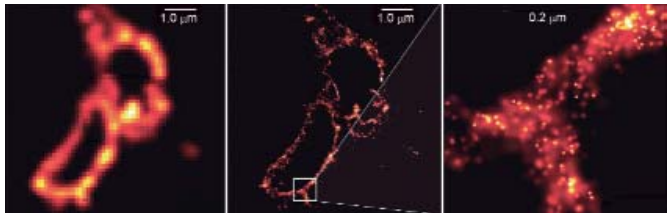
Eric Betzig 1995-ben azt az elméleti lehetőséget vetette fel, hogy ha az egyedi molekulák közötti távolság nagyobb, mint 0,2 µm, azaz a molekulák a feloldási határon kívül helyezkednek el, akkor pozíciójukat sokkal pontosabban meghatározhatjuk, mint a feloldási határ. Sőt, ha a molekulák egymástól eltérő tulajdonságúak, például különböző színűek, akkor a pozíciójukat még olyan esetben is pontosan meghatározhatjuk, ha egymáshoz közel helyezkednek el. Ekkor arra van szükség, hogy egymás után két különböző képet alkossunk, amelyek mindegyikén csak az egyik molekula látszik. Csak jóval később, 2005-ben jött rá, hogy az elkülönítendő molekuláknak nem is kell különböző színűeknek lenni; az is elegendő, ha időben máskor fluoreszkálnak. Mindez megvalósítható úgy, hogy először az egyik molekulát bekapcsoljuk, majd kikapcsolása után a másikat kapcsoljuk be. A lényeg, hogy egyetlen képpont feltétlenül csak egyetlen fluoreszcens molekulát tartalmazzon. A fluoreszcencia-aktiválás alapján kidolgozott mikroszkópia a PALM **(3. ábra)**. A feloldóképesség növekedésének alapja az, hogy a molekula képére kétdimenziós Gauss-görbe illeszthető, amelynek középpontja a fotonszám (N) függvényében pontosabban kiszámítható, mint az intenzitásprofil félértékszélessége:

$$d_{\min} = \frac{1}{\sqrt{N}} \frac{\lambda}{2n\sin\alpha}. \qquad (3)$$

A gyakorlatban ismétlődő fotoaktivációs és fotokifehérítési ciklusok során gyűjtjük a fénypont-adatokat, amely alapján nanométeres feloldású szuperképet számol ki a berendezés **(4. ábra)**. A PALM-mal rokon módszer a STORM (stochastic optical reconstruction microscopy).



3. ábra. A PALM mikroszkópia alapja. a) Egy fluoreszcens molekula pozíciójának meghatározása. b) Képrekonstrukció a PALM mikroszkópiában (forrás: http://www.nobelprize.org)



4. ábra. Fluoreszcens fehérjével (kaede) konjugált lizoszomális transzmembrán fehérje (CD63) COS7 sejtben – hagyományos (bal oldal) és PALM mikroszkópos felvételen (középső és jobb oldal). (Forrás: Betzig et al. Science 313, 1642, 2006)

A szuperfelbontású mikroszkópiák története alig néhány évre tekint vissza, de a közel másfél évszázada fennálló mikroszkópos feloldási határ áttörésével jelentős paradigmaváltást idéztek elő. A segítségükkel útnak indult nanoszkópia különleges bepillantást enged a természet molekuláris dimenziójú felépítésébe és működésébe. Nem fér hozzá kétség, hogy a nanoszkópia további fejlődésével az élő sejt működéséről valóban látványos felfedezéseknek lehetünk tanúi.

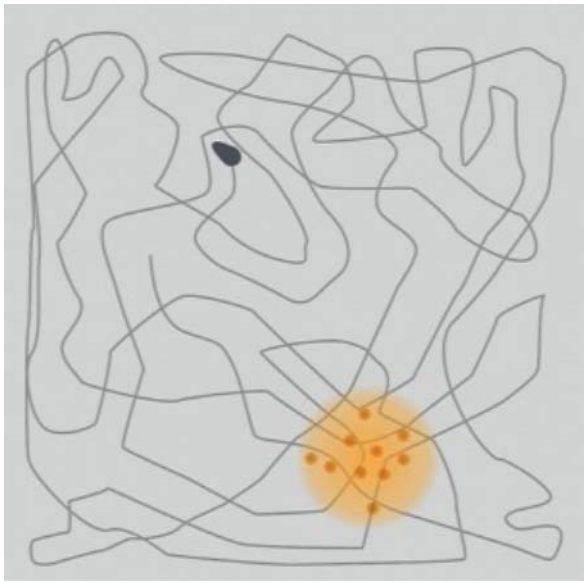
Penke Botond
SZTE Orvosi Vegytani Intézet

Orvosi-élettani Nobel-díj

Tavaly október 6-án a stockholmi Karolinska Intézetben kihirdették, hogy a 2014-es orvosi-élettani Nobel-díjat megosztva az amerikai-brit tudós, John O'Keefe, illetve a norvég May-Britt Moser és férje, Edvard Moser kapta meg az agykutatásban elért eredményeikért. A bizottság indoklása szerint a három tudós felfedezte az agy helymeghatározó rendszerét, amelynek segítségével

képesek vagyunk tájékozódni a térben. Az indoklás szerint „… a tájékozódási képesség kulcsfontosságú létünk szempontjából. John O'Keefe, May-Britt Moser és Edvard Moser kutatásai olyan kérdéseket oldottak meg, amelyek sok évszázadon keresztül foglalkoztatták a tudósokat és a filozófusokat, azt, hogy miként képes az agy a környezetben való eligazodáshoz szükséges térképet megalkotni." A díj egy több mint 40 évet átfogó kutatást jutalmaz a legmagasabb tudományos kitüntetéssel.

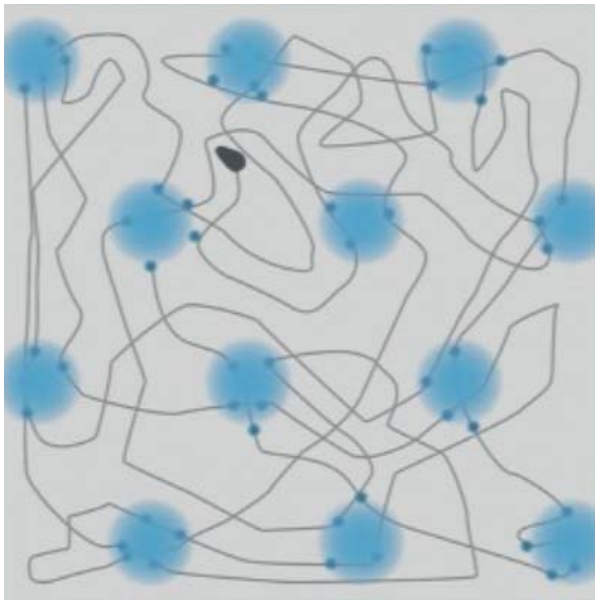
Nem véletlen, hogy a díjat megosztva kapta a három kutató, helymeghatározó rendszerünk ugyanis két komponensből tevődik össze. A rendszer első komponensét O'Keefe már 1971-ben felfedezte elektrofiziológiai kísérletei során: azt találta, hogy a patkányok agyának egy jól körülhatárolt részében, a hippokampuszban mindig ugyanazok az idegsejtek tüzelnek, aktiválódnak, amikor a kísérleti állat visszatér ketrece ugyanazon pontjaira. [A hippokampusz az agykéreg régebbi kialakulású része (az ún. archecortex), amely jellegzetes, csikóhalra (latinul: hippocampus) emlékeztető alakjáról kapta a nevét.] Ezeknek a neuronoknak a „helysejtek" vagy „térsejtek" (place cells) nevet adták a kutatók. A térsejtek jelzik tehát az állatnak, hogy éppen most hol tartózkodik, ha már előzőleg is járt ott, illetve azt is jelzik, hogy olyan helyen van, ahol még nem járt **(1. ábra)**.



1. ábra. A patkány a szürke négyzetben mozog. Az ábrán megjelölt pontokban a térsejtek tüzelnek (forrás: http://www.origo.hu/tudomany/20141006-orvosi-elettani-nobel-dij-2014.html)

O'Keefe azt is feltételezte, hogy a térsejtek mellett létezik egy olyan hálózat is, amely „koordinátarendszerbe" szerveződik, és egyfajta belső térképként működik az agyban. Ezeknek az ún. „hálózati" vagy „rácssejtjeit" (grid cells) fedezte fel May-Britt és Edvard Moser a hippokampusz szomszédságában lévő entorhinális (szagló-) kéregben. A „hálózati" sejtek koordinátarendszerbe szerveződnek, amely lehetővé teszi a helymeghatározást és az optimális útvonal tervezését **(2. ábra)**.

A Moser házaspár kísérletekkel igazolta a rácssejtek szerepét. Beépített elektródák segítségével mérték a rácssejtek aktivitását, miközben a kísérleti állat egy dobozban bóklászott. A kísérletek azt igazolták, hogy a patkány a rendelkezésre álló teret az agyban



2. ábra. Azok a helyek, ahol a rácssejtek tüzelnek, hatszöges formába rendeződnek (forrás: http://www.origo.hu/tudomany/20141006-orvosi-elettani-nobel-dij-2014.html)

hatszögletes elrendezésű rácsként képezi le, a rácspontokban az éppen tüzelő rácssejtek ülnek *(2. ábra)*.

A térben való tájékozódás az emberi agyban nagyon hasonlóan valósul meg. Képalkotó berendezésekkel végzett kutatások, valamint az idegsebészeti műtéteken átesett betegek vizsgálata azt bizonyította, hogy az emberi agyban, a hippokampuszban és az entorhinális kéregben is léteznek térsejtek és rácssejtek (másik elnevezésükkel: helysejtek és hálózati sejtek). Ez a felfedezés azonnal magyarázatot adott arra a közismert tényre, hogy az Alzheimer-demenciának már a korai szakaszában a betegek gyakran eltévednek, nem találnak haza. Ezeknél a betegeknél a hippokampusz és az entorhinális kéreg már sérült állapotban van.

Érdekes módon a szakirodalomban már 2000-ben ismertté vált a „taxisofőr-effektus": a londoni taxisok hippokampusza az évek során nagyobb lesz, ami újabb bizonyíték arra, hogy az ember térbeli tájékozódásának ez a legfontosabb agyterülete.

A rácssejtek egymás utáni aktiválódása az agyban a mozgás során absztrakt belső mintát követ, hiszen a külvilágban nincs olyan hálózat leterítve az utakra és a térre, amit az élőlény alkalmazhatna. A rácssejtek által alkotott koordinátarendszer azonos, viszont az egyedi esetekben, élethelyzetekben a táj és a tájban lévő tárgyak különbözőek. („A fix entorhinális rácsrendszerhez a hippokampusz illeszti a konkrét útjelzőket" – K. Heyman, Science 2006).

Hogyan képezi az agy a koordinátarendszert? Hipotézisek vannak, amelyek közül a legtöbbet az egyes hippokampális sejtcsoportok ún. théta-oszcillációit kutatják. O'Keefe munkatársával, N. Burgesszel együtt úgy véli, hogy ezek a hullámhosszukban csak apró eltérést mutató théta-hullámok hozzák létre azokat az interferencia-mintázatokat, amelyek aztán szabályozzák a rácssejtek tüzelését, azaz ezek generálják magát a koordinátarendszert. Ennek megvan a neuroanatómiai alapja: az entorhinális kéreg és a hippokampusz között vastag összeköttetések futnak. A helymeghatározó sejtek és a rácssejtek kölcsönhatása együttesen biztosítja az emlékképek rögzítését és felismerését.

John O'Keefe 1939-ben New Yorkban született, ír bevándorlók családjából származik. Kutatói munkásságát a McGill Egyetemen

John O'Keefe, May-Britt Moser, Edvard Moser (nobelprize.org)

kezdte, doktori disszertációját is itt védte meg 1969-ben. Posztdoktori tanulmányait a University College Londonon végezte, 1987-től az intézet professzora és az egyetem kognitív idegtudományokkal foglalkozó intézetének tanára, számos tudományos díj birtokosa.

May-Britt Moser 1963-ban született Norvégiában, 1990-ben diplomázott az Oslói Egyetemen, majd 1995-ben neurobiológusként szerzett PhD-fokozatot. Londonban John O'Keefe hallgatója volt, akivel most együtt kapta a Nobel-díjat. 1996-tól Norvégiában dolgozik a Trondheimi Egyetemen.

Edvard Moser szintén Norvégiában született 1962-ben. Az Oslói Egyetemen három diplomát szerzett, köztük matematikait és neurobiológiait is. Szintén 1995-ben szerzett PhD-fokozatot, majd posztdoktorként ő is együtt dolgozott O'Keefével. 1996-ban visszatért Norvégiába, a Trondheimi Egyetemre, ahol feleségéhez hasonlóan alapító társigazgatója az egyetem emlékezésbiológiai központjának és a Kavli Idegtudományi Intézetnek.

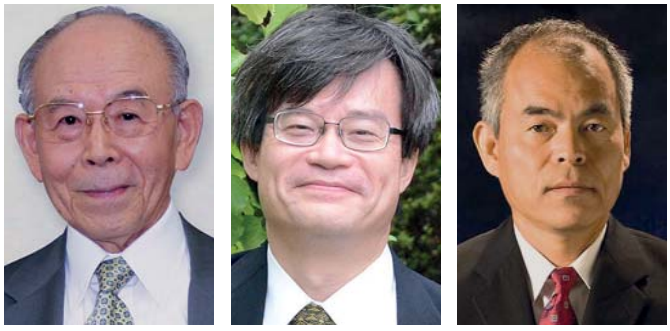
Mindhárom Nobel-díjas plenáris előadást tartott 2009-ben a Magyar Idegtudományi Társaság éves konferenciáján. Magyarországon az MTA–KOKI kutatócsoportjaiban, valamint Szegeden folynak rokon témákban (térsejtek, théta-oszcilláció) igen eredményes kutatások.

Maróti Péter

SZTE Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet

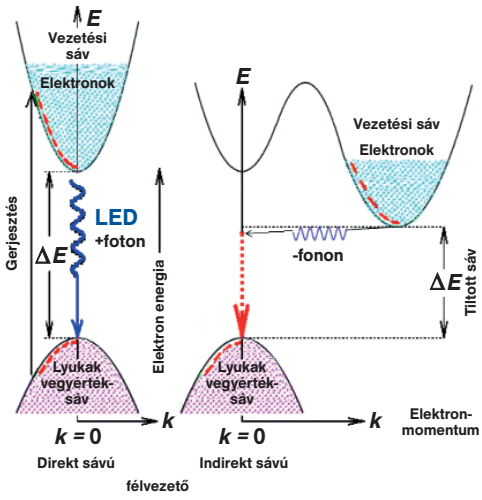
A kék LED fizikai Nobel-díjat érdemelt

*A 2014. évi fizikai Nobel-díjat nem áttörő, a fizika tudományának alapjait rengető tudományos felfedezésért, hanem egy, a mindennapi életben jól hasznosuló műszaki találmányért, a kék LED (**L**ight **E**mitting **D**iode, fénykibocsátó dióda) megalkotásáért ítélték oda három japán kutatónak Akaszaki Iszamunak, Amano Hirosinak (mindkettő Nagojai Egyetem, Japán) és Nakamura Sudzsinak (Kaliforniai Egyetem, Santa Barbara, USA). A Nobel Bizottság indoklása szerint a díjat „a nagy hatásfokú kék fényt kibocsátó dióda felfedezésért" érdemelték ki, „amely lehetővé teszi nagy fényerejű és energiatakarékos fehér fényforrások megalkotását." A hivatalos állásfoglalás külön hangsúlyozza, hogy a kitüntetettek felfedezése szorosan illeszkedik Alfred Nobel végrendeletének eredeti szellemiségéhez, hiszen az egész emberiség javát közvetlenül, gyorsan és szerteágazó területeken szolgálja: „Míg a 20. századot izzószálas villanykörték fényében láttuk, addig a 21. századot LED lámpák fogják megvilágítani."*



Akaszaki Iszamu, Amano Hirosi, Nakamura Sudzsinak (nobelprize.org)

A LED megszületését a félvezető technológia fejlődése tette lehetővé. A félvezetőkben a legfelső betöltött sáv (vegyértéksáv) és a következő lehetséges energiasáv (vezetési sáv) közötti energiatartomány (tiltott sáv) szélessége (ΔE) kisebb 3 eV-nál **(1. ábra)**. Gerjesztetlen félvezetőben $T = 0$ K-en a vezetési sáv üres. Gerjesztés hatására a vezetési sávba elektronok kerülnek, és a vegyértéksávban pozitív töltésű lyukakat hagynak maguk után. A töltéshordozók a sávokon belül gyorsan (10^{-13} s alatt) elfoglalják a legalacsonyabb lehetséges energiaszinteket. A tiltott sáv közelében inverz betöltöttség alakul ki, a töltéshordozók a tiltott sávon keresztül rekombinálódnak, és ezzel (fénykibocsátással vagy anélkül) alacsonyabb energiaszintre (alapállapotba) kerülnek vissza.



1. ábra. Fénykibocsátással, illetve sugárzás nélküli átmenettel kísért töltésrekombináció direkt, illetve indirekt sávú félvezetőkben

Az elektronenergiák megengedett értéke függ az elektronok impulzusától (momentumától). Az *1. ábrán* a Brillouin-zónában az elektron x irányú impulzusa helyett az elektronenergiának a hullámszámtól ($k = 2\pi/\lambda$) való függését ábrázoltuk. Ha az elektronok momentumai a vezetési és a vegyértéksávokban megegyeznek, akkor a félvezetőt direkt tiltott sávúnak, míg ha különböznek, akkor indirekt tiltott sávúnak nevezik. A vezetési sáv-

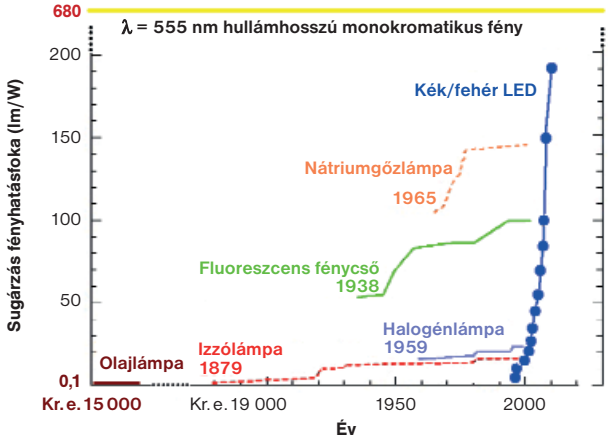
ból a vegyértéksávba fénykibocsátással csak olyan elektronátmenet lehetséges, amelynél az elektron impulzusa gyakorlatilag változatlan marad, mivel a foton impulzusa (h/λ) nagyságrendekkel kisebb az elektron impulzusánál. Emiatt csak direkt sávú félvezetők (pl. GaN, GaAs, InP stb.) alkalmasak fénykibocsátásos rekombinációra, ahol a vezetési sáv alja és a vegyérték sáv teteje azonos elektronimpulzusnál van. A fény hullámhossza (színe) a tiltott sáv szélességétől függ. Minél nagyobb a tiltott sáv szélessége, annál kisebb hullámhosszúságú fényt sugároz ki a LED. A kék LED-hez közel kétszer akkora tiltottsáv-szélesség kell, mint a vörös LED-hez.

Az indirekt tiltott sávú félvezetőkben az elektron közbülső állapoton keresztül jut a vezetési sávból a vegyértéksávba, amelynek során rácsrezgések (fononok) formájában impulzusnyomatékot kell leadnia a kristályrácsnak. Míg a direkt tiltott sávot átlépő elektron csak a tiltott sávnak megfelelő energiát ad le, addig az indirekt tiltott sávú anyagokban a két sávél között nem csupán energiában, de hullámszámban is különbség van, így az átmenethez az elektronnak energiát is le kell adnia, és a szükséges hullámszám-különbséget is le kell küzdenie. Az elektronnak a fotonon kívül egy fononnal is kölcsönhatásba kell lépnie. Az ilyen háromrészecske-kölcsönhatások valószínűsége lényegesen kisebb, mint a direkt tiltott sávon csupán két részecske kölcsönhatásaként létrejövő átmeneté. A félvezetők túlnyomó többségében (pl. Si és Ge esetén) ez következik be, vagyis a töltéshordozók sugárzás nélküli átmenettel rekombinálódnak.

A Nobel-díjas kutatók igazi munkája az alkalmas direkt sávú félvezető kristály növesztése, illetve a LED fényének kék színre hangolása volt. A vörös és zöld LED-et ugyanis már évtizedekkel korábban előállították. Nick Holonyak (Illinois-i Egyetem, Urbana, USA) volt az első, aki feltalálta a látható (vörös) fényt kibocsátó diódát. A vörös LED-et bejelentő tanulmányát 1962-ben közölte az *Applied Physics Letters* szakfolyóirat, társszerzője S. F. Bevacqua volt. Ez az eredeti felfedezés tette lehetővé a száloptikai hálózatok és egy sor más optikai technológia (pl. DVD) megvalósítását. Nick Holonyak már a hatvanas évek elején arról értekezett, hogy a LED-ek le fogják váltani a hagyományos volfrámszálas izzókat. Bölcs és igazságos döntés lett volna, ha Nick Holonyak is részesülhetett volna a megosztott Nobel-díjból.

A világítást forradalmasító kék LED megalkotásához viszont új eljárásra volt szükség. A kulcskérdés a jó minőségű és kellően nagy méretű gallium-nitrid-kristály növesztése volt. Nagyon sok kutató (ill. ipari kutatóintézet) ezen a ponton fennakadt. A Nagojai Egyetem kutatóinak, Akaszakinak és Amanónak azonban sikerült 1986-ban egy zafíralapú és alumínium-nitriddel bevont különleges hordozórétegen kiváló minőségű kristályt növesztenie, majd néhány év múlva n és a p típusú (dópolt) félvezetőt is elő tudtak ebből az anyagból állítani. Ez már nagyon bíztató lépés volt a kék fényű LED-hez. Még egy utolsó lépés kellett: elektronokkal bombázták az egyik félvezetőréteget, aminek hatására a prototípus sokkal erősebben világított. 1992-ben már be is mutatták az első kész kék LED-et.

A harmadik Nobel-díjas, Nakamura (Nichia Chemicals, USA) is gallium-nitriddel kísérletezett, és a bonyolult összetételű hordozóanyag helyett nagyon ötletes hőmérséklet-kezelést alkalmazott a kristályok gyors és jó minőségű növesztésére. Ő jött rá, hogy felesleges bonyolult módszerekkel, elektronokkal pásztázni a félvezetőt – elég azt melegíteni. Mindkét technológia eltávolítja a p réteg felszínéről a hidrogént, amely csökkenti a fényerőt. „Sikerült nekik, ami másoknak nem" – érvelt a Nobel Bizottság. Hasonlóan kalandos utat jártak be az első membránfehérje, a fotoszintetikus reakciócentrum-fehérje kristályosításáért és a fehérje atomi szerkezetének megadásáért 1988-ben Nobel-díjat kapott német kutatók is (Deisenhofer, Michel és Huber).



2. ábra. Néhány világításra használt fényforrás bevezetésének éve és fényhatásfoka. A fényáram szubjektív egysége a lumen (lm): a világosra adaptált átlagos emberi szem legérzékenyebb az 555 nm-es sugárzásra, és ebből 1 W sugárzási teljesítménynek 680 lumen fényáram felel meg. Ez a fényhatásfok maximuma (a fény mechanikai egyenértékének reciproka)

A kék LED megalkotása már most is jól felismerhető változásokat okoz a mindennapi életünkben. A piros és zöld LED-del kiegészítve energiatakarékos, környezetbarát és nagy fényerejű fehér fény állítható elő. A kék LED-ek szerte a világon az emberek zsebeibe is bekúsztak – az okostelefonok fényei és színes képernyői formájában. Mostanra megszokottá vált ez a technológia a városok, a járművek és a háztartások világításában **(2. ábra)**. A LED-ek kis fogyasztásuk miatt napenergiával is táplálhatók, és ezzel olyan elmaradottabb területekre is fényt vihetnek, ahol korábban egyáltalán nem volt elektromos világítás. Afrikában napenergiával működő diódalámpák millióit vezették be, hogy kiváltsák a környezetszennyező kerozinlámpákat. A kék LED-ek továbbfejlesztett változatával UV-fényt is elő lehet állítani, amellyel szennyezett vizek fertőtlenítésére nyílik lehetőség.

A LED legnagyobb előnye a nagy elektromos energia → fényenergia átalakítási hatékonyság. Összehasonlításként: a hagyományos 60 W elektromos teljesítményű volfrámszálas izzólámpa fényereje 710 lumen, azaz a fajlagos fényáram 12 lm/W. LED esetén ez az érték 81 lm/W, azaz ugyanakkora fényáramhoz hatodannyi energia elegendő. Megjegyzendő, hogy a kereskedelmi forgalomban kapható kompakt fénycsövek fényáram/elektromos teljesítmény (62 lm/W) adatai is hasonlóan kedvezőek. Noha a háztartásokban egyelőre még nem egyeduralkodó fényforrás a LED, de mivel az ára folyamatosan csökken, jól bírja a kapcsolgatást, azonnal teljes fénnyel világít, az újabb típusok nagyobb (3–3,5π str) térszögben és jobb színvisszaadással is tudnak világítani, ezért hamarosan az egyik legfontosabb fényforrássá fog válni. Mivel a Föld elektromosenergia-felhasználásának kb. 25%-a világításra fordítódik, a LED elterjedése a világítási célú globális energiafogyasztást 4%-ra csökkentheti.

Már a hatvanas évek elején megjósolták a(z akkor még vörös) LED technológia megalapozói, hogy a LED-ek le fogják váltani a hagyományos volfrámszálas izzókat. A folyamatot a kék LED felfedezése kétségtelenül felgyorsította, és ehhez az odaítélt idei fizikai Nobel-díj újabb lökést ad a tudomány, a média és az üzleti érdekek figyelmének felkeltésével.

Bruckner-termi előadások

Gálné Babos Fruzsina

Citrullin-tartalmú peptidek és konjugátumaik a rheumatoid arthritis korai kimutatására

A rheumatoid arthritis (RA) progreszszív, gyulladásos, autoimmun betegség. A betegség kialakulása során a peptidil-arginin deimináz enzim aktiválódik, és bizonyos fehérjék egyes argininjeit citrullinná alakítja át. Ez a módosítás változást idéz elő a fehérje harmadlagos szerkezetében, az immunrendszer aktiválódik, és saját fehérjéi ellen támad. Az RA az orvostudomány mai állása szerint gyógyíthatatlan, azonban szinten tartható és a kórlefolyása lassítható. Ezért az RA korai kimutatása kulcsfontosságú. Azonban a ma használt diagnosztikumok, amelyek a beteg vérében megjelenő anti-citrullinált peptid/protein autoantitesteket (ACPA) [1] mutatják ki, nem elég specifikusak a betegségre.

Munkánk során filaggrin és fibrin fehérjék epitóp-meghatározásával, valamint új, specifikus ELISA-alapú diagnosztikum kifejlesztésével foglalkozunk [2–4]. Az erre a célra alkalmas filaggrin és fibrin epitóp peptidek szekvenciái:

Filaggrin

^{306}SHQESTXGXSXGRSGRSGS^{324} ^{311}TXGRS^{315}

Fibrin

α ^{36}GPXVVEXHQSACKDS^{50} α ^{40}VEXHQSA^{46}, α ^{36}GPXVVEX^{42}

β ^{60}XPAPPPISGGGYXAX^{74} β ^{69}GGYXAXPA^{76}

A citrullin-tartalmú epitóp peptideket biotinnal konjugáltuk, mert a fejlesztendő diagnosztikai rendszer az indirekt ELISA módszeren alapszik, mely során a peptidek kikötése a lemezhez az avidin-biotin kölcsönhatás révén valósul meg. Vizsgálni kívántuk, hogy a biotin pozíciója milyen hatással van a kötődésre, ezért minden esetben *N*- és *C*-terminálison biotinált epitóp peptideket állítottunk elő. Felvetődött az a kérdés, hogy az epitóp és a biotin közötti távolság mennyiben befolyásolja az ellenanyag-kötődést, ezért kétféle távtartót építettünk be a biotin és a peptidlánc közé: a 6-aminohexánsavat, valamint egy vízoldhatóságot javító etilénglikol-származékot (Ttds = 4,7,10-trioxa-1,13-tridekándiamino-borostyánkősav).

A peptideket szilárd fázisú peptidszintézissel, manuálisan vagy automata módon, Fmoc/^{t}Bu stratégiával állítottuk elő. A nyers termékeket RP–HPLC-vel tisztítottuk, a végtermékeket analitikai RP–HPLC és ESI–MS módszerekkel jellemeztük.

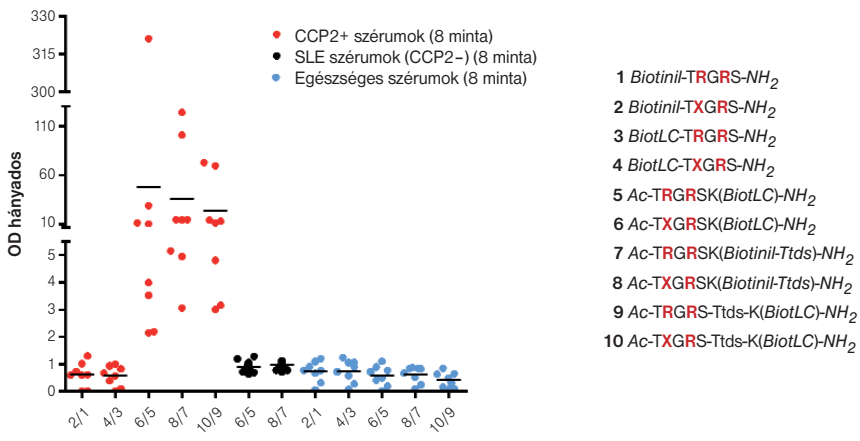
Az új, többféleképpen biotinált filaggrin epitóp peptidek RA-s szérum autoantitest-kötő képességét indirekt ELISA módszerével vizsgáltuk. Kontrollként egészséges és más autoimmunbetegségben (SLE = Systemic lupus erythematosus) szenvedő betegek szérumait vizsgáltuk.

Azt tapasztaltuk, hogy a filaggrin$^{306\text{-}324}$ epitóp régió esetén nincs különbség az *N*- és *C*-terminálison biotinált származékok kötődési tulajdonságában, ezzel szemben a filaggrin$^{311\text{-}315}$ minimum epitópnál drasztikus változás lépett fel: az *N*-terminálison biotinált peptidnél a kötődés megszűnt, a *C*-terminálison biotinált származék viszont jó kötődést mutatott a szérum autoantitestekkel **(1. ábra)**. A beépített távtartók lényegében nem befolyásolták a kötődést. Ezenkívül a filaggrin epitóp peptidek egyikét sem ismerték fel az SLE betegek szérumai, sem az egészséges véradók szérumai, így ezek az epitópok RA-ra specifikusnak mondhatóak [5,6].

Vajon mi lehet az oka annak, hogy a minimum epitóp esetén van különbség az *N*- és *C*- terminálison biotinált származékok ellenanyag-felismerésében, míg az epitóp régió esetén nincs? A peptid konformációja változik meg, vagy a biotin-avidin komplex árnyékolja az epitópkötő helyet? A kérdés tisztázása céljából, ECD spektroszkópia segítségével, konformációs analízisnek vetettük alá a filaggrin epitópokat.

Összehasonlítottuk a filaggrin$^{306\text{-}324}$ és a

1. ábra. A filaggrin minimum epitópjának (^{311}TXGRS^{315}) antitest-kötődése, OD hányados = a citrullin-tartalmú peptidek OD értéke, osztva az arginin-tartalmú peptidek OD értékével



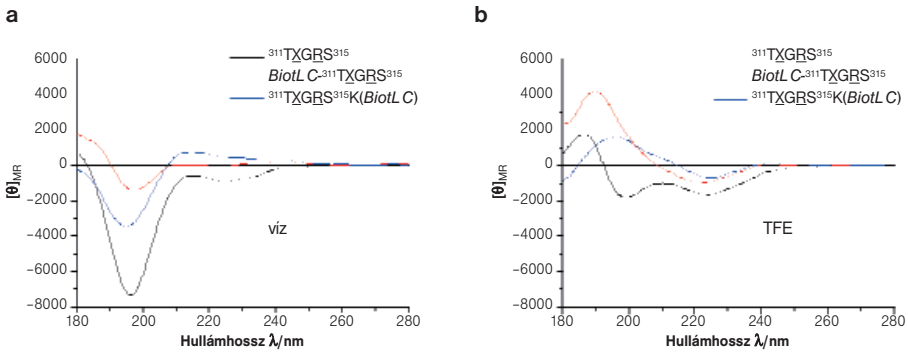
filaggrin$^{311\text{-}315}$ epitópok arginin- és citrullin-tartalmú analógjainak spektrális tulajdonságait vízben és trifluoretanolban (TFE), és azt tapasztaltuk, hogy az arginin-citrullin csere nincs hatással a peptidek oldatbeli szerkezetére.

Ezenkívül a citrullin-tartalmú biotin nélküli és biotinnal konjugált epitóp peptidek ECD-spektrumait is összehasonlítottuk **(2–3. ábra)**.

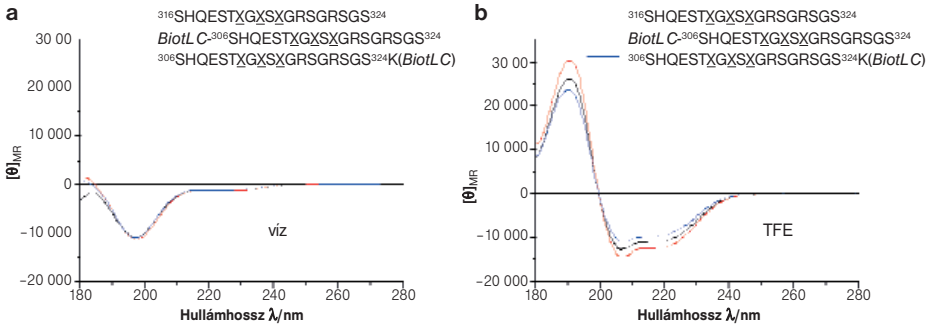
Azt tapasztaltuk, hogy a filaggrin$^{311\text{-}315}$ epitóp esetén a biotin jelenléte és helyzete nagymértékben befolyásolja a peptid konformációját, mind vízben, mind TFE-ben. Ezzel szemben a filaggrin$^{306\text{-}324}$ epitóp régió konformációjára lényegében nincs hatással.

Az eredményekből arra következtetünk, hogy a filaggrin$^{306\text{-}324}$ epitóp régió esetén csak a peptid primer szerkezete határozza meg az RA-specifikus autoantitesthez való kötődést. A biotin helyzete ebben az esetben azért nem befolyásolta a kötődést, mert az epitóp magja, a minimum epitóp az epitóp régió szekvenciájának a közepén helyezkedik el, egyenlő távolságra mind az *N*-, mind a *C*-terminálistól. Ezzel szemben az filaggrin$^{311\text{-}315}$ minimum epitóp esetén mind a primer, mind a szekunder szerkezet hatással van az antitestkötődésre. Ezzel azt is bizonyítottuk, hogy a biotin pozíciója nagymértékben befolyásolja a kötődést és így az ELISA érzékenységét is [5].

A fibrin epitópok esetén is (ELISA-mérések alapján) megfigyelhettük a filaggrin epitópoknál is látható különbségeket, amelyet a biotin pozíciója és ezáltal a peptidek orientációja okoz: a fibrin α-láncának epitópjai esetén a *C*-terminális biotinálás az előnyösebb. A fibrin β-láncán lévő epitópok esetén az *N*-terminális biotinálás a kedvezőbb [7].



2. ábra. A filaggrin ^{311}TXGRS^{315} minimum epitóp és biotinált konjugátumainak ECD spektrumai a) vízben és b) trifluoretanolban



3. ábra. A filaggrin ^{306}SHQESTXGXSXGRSGRSGS^{324} epitóp régió és biotinált konjugátumainak ECD-spektrumai a) vízben és b) TFE-ban

Végső következtetésként arra jutottunk, hogy a biotin-avidin komplex árnyékoló hatása érvényesül, vagyis a biotin pozíciója – és ezáltal a peptidek orientációja – az ELISA-kísérletekben meghatározó. Ez a tény új megközelítést ad az ELISA-alapú diagnosztikumok fejlesztésének.

IRODALOM

[1] Vincent, C. et al., Autoimmunity (2005) 38, 17–24.
[2] Magyar, A. et al., Collection Symposium Series (2011) 13, 80–84.
[3] Sebbag, M. et al., Eur. J. Immunol. (2006) 36, 2250–2263.
[4] Iobagiu, C. et al., J. Autoimmunity (2011) 37, 263–272.
[5] Babos, F. et al., Bioconjugate Chem. (2013) 24, 817–827.
[6] Szarka, E. et al., Immunology (2014) 141, 181–191.
[7] Cornillet, M. et al., Ann. Rheum. Dis. (2014) 73, 1246–1252.

Hosztafi Sándor
Semmelweis Egyetem, Gyógyszerészi Kémiai Intézet

Opioid metabolitok előállítása és tulajdonságai

A gyógyszerkémiában a metabolizmus a testidegen anyagoknak tekintett hatóanyagok szervezetben történő biokémiai transzformációit jelenti. A folyamatok során olyan átalakulások játszódnak le, amelyek növelik a vegyületek polaritását, vízoldékonyságát, ezáltal segítik a gyógyszermolekulák fokozatos kiürülését, elsősorban a vesén keresztül történő kiválasztását.

Az opioidok metabolizmusa [1] detoxifikációs folyamat, de eredményezhet aktív és inaktív metabolitotokat is. A metabolizmus elsősorban a májban játszódik le, amely erre a célra enzimeket termel. Az opioidok esetén számolni kell O-dealkilezéssel, N-demetilezéssel, oxocsoport-redukcióval, dezacetilezéssel (heroin): így az 1. fázisú metabolitok képződnek. Glükuronsavas konjugációval a glükuronidok, míg kénsav konjugációval a szulfátészterek képződnek, melyek az úgynevezett 2. fázisú metabolitok.

A metabolitok szintézisének tanulmányozása fontos az opioidok metabolizmusának vizsgálata szempontjából, ugyanis az azonosításhoz autentikus minta előállítása szükséges, és az anyavegyülettől való

elválasztáshoz analitikai módszert kell kidolgozni. Lényeges szempont a metabolit biológiai aktivitásának a meghatározása, mivel a metabolit lehet aktív metabolit vagy toxikus hatású.

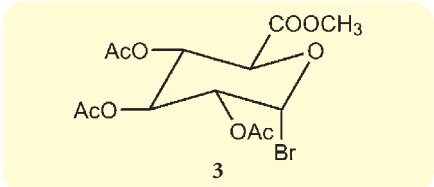
Az utóbbi években az opioid metabolitok, valamint kémiai módosításokkal előállított származékaik szintetikus és farmakológiai tanulmányozása újra előtérbe került, ezért részben a korábbi eredményekre alapozva kapcsolódtunk morfinvázas vegyületek ismert és potenciális metabolitjainak vizsgálatához, másrészt a mai modern szerkezetvizsgálati eszközökkel felülvizsgálva és kiegészítve a korábbi ismereteket újabb, hatékony származékok előállítására is törekedtünk.

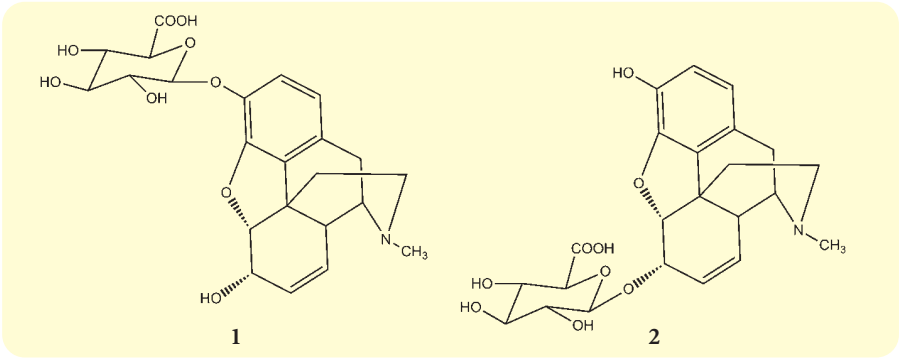
Glükuronid-konjugátumok előállítása

A morfin két legfontosabb humán metabolitja a morfin-3-glükuronid (**1**) és a morfin-6-glükuronid (**2**). Az adagolás módjától függően a morfindózis 45–55%-a C–3 glükuroniddá és 10%-a C–6 glükuroniddá alakul. Az opioidok esetén jelentős first-pass metabolizmussal kell számolni a májban, mielőtt belépnek a szisztémás keringésbe. A farmakológiai vizsgálatok alapján a morfin-6-glükuronid hatékonyabb fájdalomcsillapító, mint az anyavegyület morfin, és igazolták, hogy a morfin adagolásakor képződő morfin-6-glükuronid hozzájárul a morfin fájdalomcsillapító hatásához. A morfin-6-glükuronid képződése elsősorban ismétlődő orális adagolás esetén számottevő [1,2].

A morfin- és kodeinszármazékok C–6 glükuronidjait Koenigs–Knorr-reakcióban [3–5] állítottuk elő, glikozil-komponensként az α-bróm-triacetil-glükuronsav-metilésztert (**3**) reagáltattunk 3-O-acetilmorfinnal (**4**) és kodeinnel (**5**), az aktivátor ezüst-karbonát volt. A védőcsoportokat tartalmazó C–6 glükuronidokat (**6**,**7**) lítium-hidroxiddal egy lépésben hidrolizáltuk metanolban vagy tetrahidrofurán oldószerben. A kodein és a morfin C–6 glükuronidok katalitikus hidrogénezésével a megfelelő dihidroszármazékokat nyertük.

2. ábra. 2-Br-triacetil-glükuronsav-metilészter





1. ábra. Morfin-3- és morfin-6-glükuronid

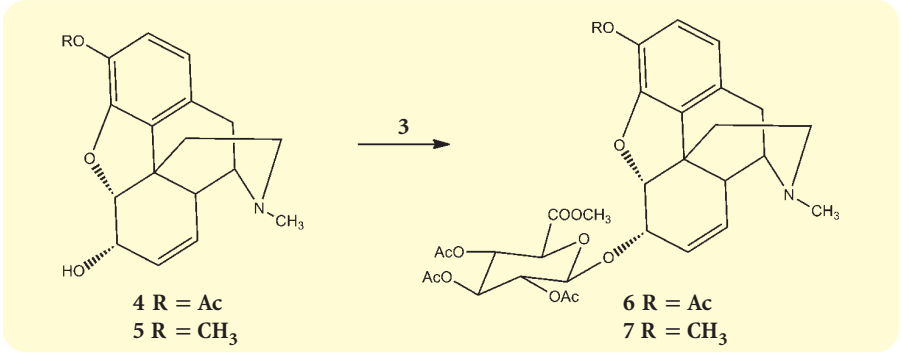
A morfin és α-bróm-triacetil-glükuronsav-metilészter reakcióját metanolban lítium-hidroxid jelenlétében végrehajtva sikerült izolálni a védőcsoportokat tartalmazó C–3 glükuronidot, melynek további hidrolízisével kaptuk a morfin-3-glükuronidot. Utóbbi vegyület katalitikus hidrogénezésével dihidromorfin-3-glükuronidhoz jutottunk.

Az opioid-antagonista naloxon és naltrexon C–3 glükuronidjait is a morfin esetében alkalmazott módszerrel sikerült preparálni. Megoldottuk a norkodein-6-glükuronid szintézisét is: a kodein C–6 védett glükuronidot (**7**) N-demetileztük klórhangyasav α-klóretilészterrel, majd a kapott köztiterméket metanollal reagáltatva kaptuk a norkodein C-6 védett glükuronid sósavas sóját, melynek a hidrolízise vezetett a konjugált norkodeinhez.

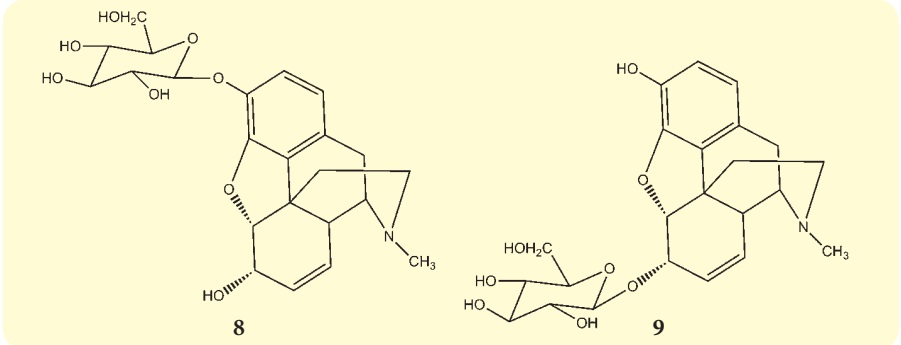
Morfinszármazékok C–3 és C–6 glükozidjainak előállítása

Egy kínai kutatócsoport [6] a morfin-metabolizmust vizsgálva a morfin-3-glükuronid és a morfin-6-glükuronid detektálása mellett beszámol két új metabolit azonosításáról is: kimutatták a morfin-3-glükozid (**8**) és a morfin-6-glükozid (**9**) képződését. Orálisan adagolt morfinnal kezelt daganatos betegek vizeletében a metabolitokat HPLC segítségével választották el, majd a tiszta frakciók tömegspektrumát meghatározva igazolták a két új metabolit szerkezetét. Mindkét glükozid hidrolizált

3. ábra. C–6 glükuronidok szintézise



4. ábra. Morfin-3- és morfin-6-glükozid

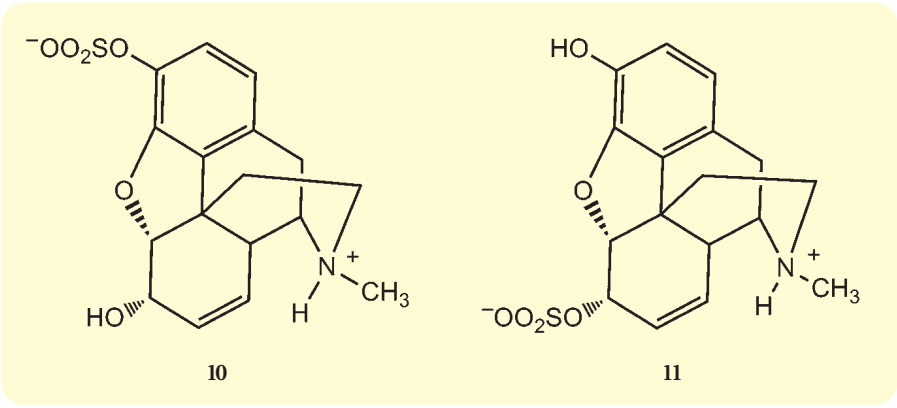


β-glükozidáz enzimmel és morfin keletkezett. Autentikus mintákkal nem rendelkeztek.

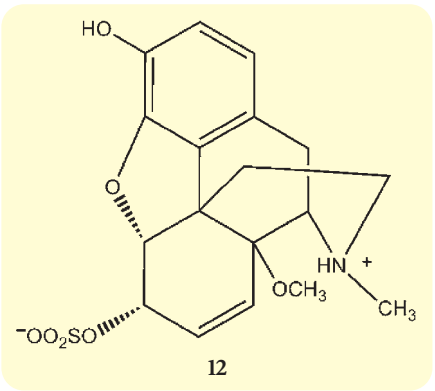
Tanulmányoztuk a morfin, illetve kodein C–6 glükozidjainak előállítását [7] a Koenigs–Knorr-reakcióval. Cukorkomponensként acetobróm-glükózt, aktivátorként ezüst-karbonátot használtunk. A reakcióban C-6 β-anomer glükozidok tetraacetátjai képződtek. A vegyületek szerkezetét és térkémiáját NMR-vizsgálattal igazoltuk. Korábban a kodein-6-glükuronid tetraacetát-metilészter hidrolízisénél sikerrel alkalmaztuk a lítium-hidroxidot. Ez a módszer itt is bevált, mivel a kodein-6-glükozid tetraacetátot metanolban kis feleslegben vett (1,2m LiOH/acetilcsoport) lítium-hidroxiddal a reakció szobahőmérsékleten kb. három óra alatt lejátszódik számottevő bomlás nélkül. A hidrolízistermékek szerkezetét egyrészt a tömegspektrumok, másrészt az NMR-spektrumok igazolták. Az összes vizsgált glükozid-származék ^{1}H–NMR-spektrumában a H–1' és H–2' protonok csatolási állandója 7,0 és 8,0 Hz közötti. Ez bizonyítja azt, hogy a Koenigs–Knorr-reakcióval előállított glükozidok β-anomerek. A C–3 glükozidok előállításánál morfint és dihidromorfint reagáltattunk acetonban, lúg jelenlétében, acetobróm-glükózzal. A reakcióban C–3 glükozid-tetraacetátok képződtek, melyeknek a szerkezetét szintén NMR- és MS-vizsgálatok bizonyították. A metanolos lítium-hidroxidos hidrolízis ezeknél a vegyületeknél is a várt C–3 glükozidokat eredményezte. Valamennyi vegyületre részletes NMR-analízist végeztünk.

Morfinszármazékok szulfátészterei

Szulfátkonjugáció csak a morfin fenolos hidroxilcsoportján játszódik le, a morfin-3-szulfátészter (**10**) morfinfüggő egyének vizeletéből izolálható mint minor metabolit. Ezzel szemben a morfinnal kezelt macskák és csirkék vizeletében a morfin-3-szulfátészter a fő metabolit. A metabolitanalogon morfin-6-szulfátészter (**11**) erős fájdalomcsillapító hatású.



5. ábra. Morfin C–3 és C–6 szulfátészterei



6. ábra. 14-O-metil-morfin-6-szulfátészter

Új módszert dolgoztunk ki [8] a morfin- és kodeinszármazékok szulfátésztereinek szintézisére: a reakciót piridinben piridin–kén-trioxid komplexfelesleggel végeztük. A morfin reakcióiban a C–3, illetve C–6 hidroxilcsoportokat acetilezéssel védtük, majd az észteresítés után az O-acetil-csoportokat hidrolizáltuk. Morfin és dihidromorfin kvaterner nitrogénatomot tartalmazó szulfátésztereinek előállításánál célszerű első lépésben a morfin és dihidromorfin megfelelő hidroxilcsoportjának acetilezése. A C–6, illetve C–3 helyzetben acetilezett anyagokat reagáltattuk acetonban metil-jodiddal. A kvaterner nitrogénatomot tartalmazó morfin- és dihidromorfin-származékok a már ismertetett eljárással szulfátészteresíthetők. Az acetilvédőcsoport hidrolízise után jutottunk a végtermékekhez.

Vizsgálataink szerint a C–14 helyzetben tercier hidroxilcsoportot tartalmazó vegyületek (pl. oxikodon) is észteresíthetők a piridin–kén-trioxid komplex alkalmazásával. A fenolos hidroxilcsoport védése lehetővé tette a naloxon-14-szulfátészter és a naltrexon-14-szulfátészter szintézisét. Előállítottuk a C–14 helyzetben metoxicsoportot tartalmazó 14-metoxi-kodeint és 14-metoximorfint, valamint ezek szulfátésztereit. A 14-metoximorfin-6-O-szulfát (**12**) három nagyságrenddel erősebb fájdalomcsillapítónak bizonyult, mint a morfin, de a morfin-6-*O*-szulfátnal is hatásosabb [9].

IRODALOM
[1] H.S. Smith, Clin. Journal of Pain (2011) 27, 824.
[2] H. Kalász, G. Petroianu, S. Hosztafi, F. Darvas, T. Csermely, E. Adeghate, A. Siddiq and K. Tekes, Mini Reviews in Medicinal Chemistry (2013) 13, 1560.
[3] F.M. Kaspersen, C.A.A. Van Boeckel Xenobiotica (1987) 17, 1451.
[4] A. V. Stachulski, G.N. Jenkins Nat. Products Rep. (1998) 15, 173.
[5] A. V. Stachulski, X. Meng Nat. Products Rep. (2013) 30, 806.
[6] X.Y. Chen, L.M. Zhao, D.F. Zhong Br. J. Clin. Pharmacol. 55 570 (2003)
[7] A. Váradi, D. Lévai, G. Tóth, P. Horváth, B. Noszál, S. Hosztafi Monatshefte für Chemie (2013) 144, 255.
[8] A. Váradi, A. Gergely, Sz. Béni, P. Jankovics, B. Noszál, S. Hosztafi : Eur. J. Pharmaceut. Sci. (2011) 42 , 65.
[9] E. Lackó, A. Váradi, R. Rapavi, F. Zádor, P. Riba, S. Benyhe, A. Borsodi, S. Hosztafi, J. Timár, B. Noszál, S. Fürst, M. Al-Khrasani Curr. Med. Chem. (2012) 19, 4699.

A legnagyobb európai K+F vállalatok listájára került a Richter

Az Európai Bizottság december elején állította össze azoknak a gazdasági társaságoknak a rangsorát, amelyek az Európai Unióban a legtöbb pénzt költik kutatási és fejlesztési programokra.

A Richter – amely 2013-ban mintegy 42 milliárd forintot, éves árbevételének a 12 százalékát költötte kutatás-fejlesztésre – a 166. helyen áll az összesített listán, a gyógyszeripari vállalatok rangsorában pedig a 19. helyen végzett.

A lista élén három autóipari társaság áll, a közép-kelet-európai régióból a Richteren kívül egyetlen cég sem került be az első kétszázba. Az eredményekből az is kiderül, hogy a legnagyobb K+F „költő" cégeket Nagy-Britannia, Németország és Franciaország adja. *(A hvg.hu nyomán)*

ZA

Faragó Tibor
ELTE TTK Környezettudományi Doktori Iskola, Szt. István Egyetem | Tibor_Farago@t-online.hu

A folyékony ezüst tündöklése és bukása (Második rész)

A higany, illetve különféle vegyületeinek felhasználásával, hatásaival, az ezekkel kapcsolatos nemzetközi együttműködéssel foglalkozó elemző tanulmány első része (MKL, 2015. 1. szám) történeti áttekintést adott az alkalmazásokról, a higanyszennyezés terjedéséről, valamint az emberi egészségre és a környezetre gyakorolt káros következmények felismeréséről. Ebben a második részben az arra irányuló nemzetközi együttműködés fejlődésével és értékelésével foglalkozunk, amelynek nyomán belátható időn belül – néhány kivételtől, átmeneti felhasználási módtól eltekintve – megszűnhet a higany bányászata, ipari folyamatokban és különböző termékekben való alkalmazása, világszerte jelentősen csökkenhet környezeti kibocsátása és egészségkárosító hatása.

Nemzetközi együttműködés

Szervezetek és programok

Az említett tömeges higanymérgezési esetek napvilágra kerülését követően gyorsuló ütemben bontakozott ki a higannyal s általában véve a mérgező vegyi anyagokkal, nehézfémekkel foglalkozó nemzetközi együttműködés. Ennek témakörei egyaránt magukban foglalták a higanytartalmú termékekkel és higanyos technológiákkal kapcsolatos egészségi és környezeti kockázatok felmérését, a környezeti kibocsátások, a légköri terjedés és kiülepedés nyomon követését, értékelését, valamint mindezek mérséklését. Már utaltunk (a tanulmány első részében) a WHO–ILO–UNEP együttműködésben 1980-ban megkezdett *Nemzetközi Kémiai Biztonsági Programra* (IPCS), valamint a nehézfém-emissziók és -szennyezés megfigyelésére, amely az 1980-as évektől már néhány helyen megkezdődött, majd az 1990-es évektől valóban *pán-európai szintű monitoring programmá* vált.

Az ENSZ keretében elfogadott átfogó fenntartható fejlődési és nemzetközi fejlesztési programokban fogalmazták meg e téren is az általános célkitűzéseket (Faragó, 2012, 2013a). Így az 1992. évi riói világtalálkozón jóváhagyott program („Feladatok a 21. századra") külön fejezetet szentelt a mérgező vegyi anyagok témájának, és azt ajánlotta, hogy minden országban lehetőleg 2000-re alakítsák ki e vegyi anyagok környezetileg hatékony kezelésének intézményi, jogi feltételeit. E cél elérésének elősegítésére – az említett Nemzetközi Kémiai Biztonsági Programban szerzett tapasztalatokra is építve – 1994-ben létrehozták a *Kémiai Biztonsági Kormányközi Fórumot* (IFCS). Az újabb világtalálkozón 2002-ben egyetértés alakult ki arról, hogy 2020-ra el kell érni a vegyi anyagok, köztük a nehézfémek emberi egészséget és környezetet már jelentősen nem károsító termelését, illetve használatát. Ezt újfent megerősítették a 2012. évi világtalálkozón („Rió + 20"). Az ENSZ külön munkacsoportja által előkészített és a 2015 utáni időszakra vonatkozó globális fenntartható fejlődési célok között pedig feltehetően ugyancsak lesz egy, ennek a témakörnek szentelt cél, de már 2030. évi határidővel.

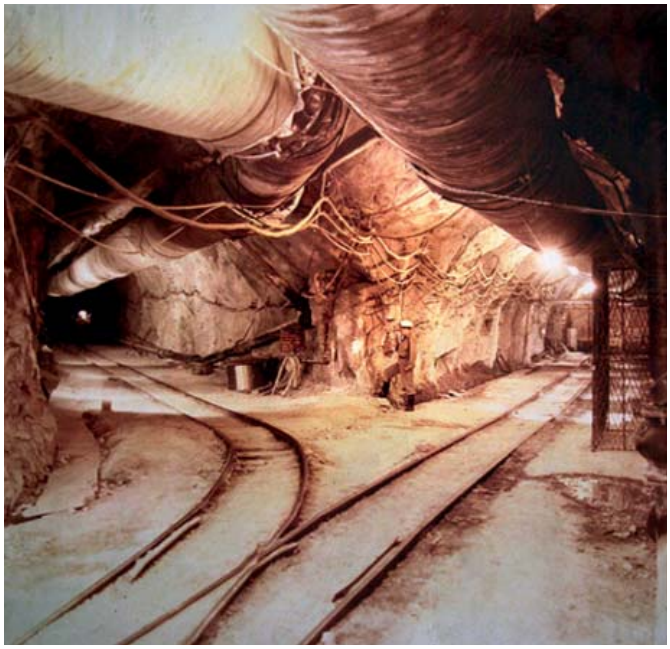
A fentebb hivatkozott fórumok, fenntartható fejlődési programok többnyire csak közvetve utaltak a nehézfémekre és így a higanyra vonatkozó teendőkre (beleértve azokat is a „fenntartható" vegyianyag-kezelés feladatkörébe). Az ENSZ szakosított szervezeteinek viszont már kifejezetten a higannyal is foglalkozó programja volt vagy van jelenleg is. Ezek sorában említhetjük a FAO-t (tengeri halászat), az ILO-t és az UNIDO-t (aranybányászat, higanyt tartalmazó hulladék ártalmatlanítása), az UNEP-et (környezeti kibocsátások, Globális Higany Együttműködési Program – GMP), a WHO-t (a higany és vegyületeinek egészségkárosítása). E témakörben nem kormányzati szervezetek is aktív nemzetközi elemző- és lobbitevékenységet folytatnak[1].

A sok szálon futó nemzetközi tevékenységek összehangolásához hozzájárult a Vegyianyag-kezelés Nemzetközi Konferenciáján[2] 2006-ban elfogadott „*Nemzetközi Vegyianyag-kezelés Stratégiai Megközelítése*" elnevezésű program[3] és az annak részeként jóváhagyott Globális Intézkedési Terv. Ez a részletes nemzetközi stratégia és feladatterv már nemcsak az egyik prioritási területként szólt a higannyal kapcsolatos kockázatok csökkentéséről, hanem – összhangban az UNEP korábbi ajánlásaival – szorgalmazta annak megvizsgálását, hogy e célra globális szintű nemzetközi jogi eszköz készüljön.

A pán-európai megállapodás

Az európai térségben a 20. század közepétől gyors növekedésnek indultak azok az ágazatok is, amelyek nehézfémeket és nehézfémvegyületeket komoly mértékben használtak és bocsátottak ki a környezetbe. Ilyen volt egyebek mellett: a növekvő ólmozott benzin igényű közlekedés, a klórt használó papírgyártás (amihez a klór a „higanyos" klór-alkáli iparból érkezett), a higany és kadmium kibocsátásával is együtt járó, fosszilis tüzelőanyagot felhasználó villamosenergia-termelés. Az ezekkel összefüggő egészségi és környezeti ártalmakra, a nehézfémes szennyezőanyagok országhatárokat átlépő légköri terjedésére az 1970-es évek végétől derült fény. Ez utóbbi azért lett különösen fontos, mert egyes európai országok szabályozni kezdték a saját környezetterhelő tevékenységeiket, miközben továbbra is jelentős mennyiségű szennyezőanyag érkezett területükre más országokból.

[1] Pl.: Zero Mercury Working Group
[2] ICCM – International Conference on Chemicals Management
[3] SAICM – Strategic Approach to International Chemicals Management



Archív kép a recski bányáról

Emiatt született meg *a nagy távolságra, országhatárokon átterjedő levegőszennyezésről szóló 1979. évi pán-európai (EGB) egyezmény 1998. évi jegyzőkönyve a nehézfémekről*. A jegyzőkönyvhöz csatlakozó állam többek között azt vállalta, hogy a megadott határidőkön belül: légköri higany-kibocsátása csökkenni fog az 1990. évi szinthez képest (vagy az 1985–1995 közötti referenciaévhez képest); megadott ipari tevékenységi körben minden új, nagyobb kapacitású üzeme (égetőmű, klór-alkáli üzem stb.) már a legjobb elérhető technikát (BAT) fogja alkalmazni, higanykibocsátása sem fogja meghaladni az előírt határértéket, és ezt lehetőleg minden már működő üzem esetében is érvényesíteni fogja; az alkáli-mangán szárazelemek gyártásánál korlátozza a higanytartalmat; lehetőleg más higanytartalmú termékek esetében is kiváltja azokat higanymentes termékekre vagy csökkenti higanytartalmukat.

A jegyzőkönyv hatálybalépésére öt évet kellett várni (ennek a 16. ratifikációs okirat letétbe helyezése volt a feltétele), ami jelzi, hogy az abban szabályozott, nehézfémek kibocsátásával, használatával járó technológiák és termék-előállítási módok megváltoztatása nem egyszerű feladat. Ez lehet a fő oka annak is, hogy jelenleg – több mint másfél évtizeddel a jegyzőkönyv elfogadását követően – a pán-európai régió államainak mintegy harmada (köztük több EU-tagállam) még mindig nem részese e megállapodásnak.

Világossá vált, hogy különösen egyes kelet-európai országok sajátos gazdasági, kapacitásbeli problémái miatt csak úgy érhető el e nemzetközi jogi eszközhöz való csatlakozásuk és higanykibocsátásaik mérséklése, ha számukra bizonyos engedményeket tesznek, illetve technikai és anyagi segítséget is biztosítanak. Ugyanakkor a higany káros hatásaira vonatkozó újabb eredmények számításba vételével az is felmerült, hogy szigorítani kellene a korábbi rendelkezéseket, így többek között a kibocsátási határértékeket. E részben egymásnak is ellentmondó elvárások tükröződtek a jegyzőkönyv 2012 végén elfogadott módosításában. Csak két példát említünk. Az újabb előírás szerint minden új klór-alkáli üzemben már higanymentes technológiát kell alkalmazni (szemben az 1998. évi előírással, amely 0,01g Hg/Mg Cl_2 határértéket engedett meg). Viszont e módosított jogi eszközhöz 2019-ig csatlakozó állam számára a nehézfém-szennyezés tekintetében lényegesen „könnyítettek” az előírásokon a már 1990 előtt meglévő üzemek vonatkozásában (pl. ha legfeljebb 2030-ig bezárják az ilyen, jelenleg is működő és nehézfémes szennyezőforrást is jelentő nagyobb erőművet, akkor ott már nem kell átállni BAT-ra és nem kell alkalmazni a jegyzőkönyvben előírt kibocsátási határértéket).

Jelenleg nyitott kérdés, hogy ez az egyidejűleg „szigorúbb” és „enyhébb”, módosított pán-európai megállapodás mikor fog hatályba lépni, valamint mikorra állhat elő az a helyzet, hogy e térség államai kivétel nélkül – de legalábbis nagyon kevés kivétellel – részt vesznek annak végrehajtásában, és ezáltal legalább e térségben tovább mérséklődik többek között a higanyszennyezés.

Annak ellenére, hogy sok állam még nem részese a megállapodásnak, ezen államokban is általában csökkent a higanyemiszszió elsősorban az érintett ágazatok termelés-visszaesése következtében. Így összességében a teljes régióra 1990-hez képest a kibocsátások mintegy 60%-kal lettek kisebbek, miközben a felszínre érkező mennyiség – a más régiókból a légkörön át érkező higanyszennyezés miatt – csupán 30%-kal marad el a korábbi mértékétől [LRTAP, 2012].

Az EU szigorodó higanypolitikája

A higannyal kapcsolatos pán-európai megállapodás megkötésében és eddigi eredményes végrehajtásában sok múlott az Európai Közösségen. Már az 1973. évi első közösségi környezetvédelmi program [EC, 1973] azon szennyezőanyagok között sorolta fel a higanyt, amelyekre veszélyességük mértékének függvényében rövid időn belül meg kell határozni a teendőket, külön kitérve a leginkább érintett termékekre, ágazatokra és a hulladékgazdálkodásra. A rákövetkező programok aktualizálták, tovább részletezték e feladatkört. 1998-ig bezárólag – tehát a pán-európai megállapodás elkészültéig – sorra jelentek meg a higanyra érvényes vagy arra is kiterjedő közösségi szabályozási eszközök: a víztestek higanyszennyezéséről; a veszélyes hulladékokról; a higanyos katódcellákat alkalmazó klór-alkáli ipar és más iparágak által kibocsátott higanyszennyezésről; a különböző ipari üzemekből származó légköri kibocsátásokról (beleértve a nehézfémek és vegyületeik emisszióját); külön is a veszélyes anyagokat, köztük higanyt tartalmazó szárazelemekről és akkumulátorokról.

A későbbiek során szigorították, bővítették a közösségi szakpolitikai megközelítést és szabályozási eszköztárat. Az átfogó megközelítést a 2005. évi *közösségi higanystratégia* tartalmazta, amelyet 2010-ben felülvizsgáltak [COM, 2005, 2010]. Előírták a szárazelemek és akkumulátorok higanytartalmának minimalizálását (gyakorlatilag a megszüntetését); csak a gombelemek kaptak átmeneti mentességet 2015 végéig [EC, 2006R]. Már nem gyárthatók, nem forgalmazhatók, nem használhatók a higanyos hőmérők és néhány kivételtől eltekintve más mérőműszerek sem [EC, 2006R, 2007, 2012]. Hasonlóképpen korlátozták vagy megtiltották a higany használatát az elektromos és elektronikus berendezésekben; a kevésszámú kivétel között szerepelnek a kompakt és vonalas (CFL, LFL) világítóeszközök [EC, 2002, 2009, 2011]. Hasonlóképpen – kevés kivétellel – nagyon alacsony szinten határozták meg bizonyos kapcsolók, relék higanytartalmát [EU, 2011].

A környezeti kibocsátásokra 2010-ben elfogadott és az ipari tevékenységek széles körét – beleértve az engedélyezési és BAT-követelményeket – tárgyaló irányelv a légkörbe és a vizekbe kerülő sokféle szennyezőanyag sorában általában a fémekre és fémve-

gyületekre s konkrétan a higanyra is kitér, és szigorú kibocsátási határértékeket ad meg [EU, 2010].

Jól mutatja a higany ártalmasságának megítélésében „keményedő" szemléletváltozást, hogy az EU 2011-től megtiltotta a higany és fontosabb vegyületeinek exportját [EU, 2008]. Ugyanez a jogi eszköz azt is előírta, hogy a fémhiganyt hulladéknak kell tekinteni, tehát már semmilyen további felhasználása nem megengedett, valamint ártalmatlanításáig – a további egészségi és környezeti ártalmak elkerülése érdekében – biztonságos körülmények között kell tárolni. (Miután e szabályozás körébe a cinóber ércből kivont higany is beletartozik, így ez, ha jogi értelemben nem is, de gyakorlatilag a higany bányászatának betiltását is jelentette.)

Mindezek nyomán EU-szinten jelenleg még a klór-alkáli ipar maradt messze a legnagyobb higany-felhasználó, de mivel a klórelőállítás higanyos technológiája már nem számít majd BAT-nak (2017-től), így új üzemekben már nem lesz alkalmazható, a még működők pedig belátható időn belül amortizálódnak.

A fentieknek is köszönhetően EU-szinten (EU-27) a higany légköri emissziója 1990 és 2010 között 65%-kal – ezen belül a magyarországi kibocsátás 88%-kal – csökkent [EEA, 2013]. Ugyanakkor az EU-tagállamok többségében a felszínre érkező higanyszennyezés csak a felére vagy annál is kevésbé mérséklődött a más régiókból – elsősorban ázsiai forrásokból – érkező és a légkörből kiülepedő szennyezőanyagok miatt [EMEP, 2012]. Emiatt is az EU határozottan kiállt a pán-európai megállapodás hatálybalépését követően globális egyezmény kidolgozása mellett.

Részvételünk a nemzetközi együttműködésben és a hazai helyzet

A higany és vegyületeinek a különböző termékekben és folyamatokban való felhasználását érintő hatályos EU-szintű szabályozási eszközök értelemszerűen hazánkra is vonatkoznak. A közvélemény számára feltehetően a legismertebb következmény a higanyos hőmérők, lázmérők forgalmazásának megszüntetése volt, de a fentiekben részletezettek alapján ennél sokkal több terméket, készítményt érintenek ezek az előírások. A még megmaradt és nálunk is elterjedt alkalmazások között olyanok szerepelnek, mint az első részben említett világítóeszközök (CFL, LFL), a gombelemek, a fogászati amalgám. Az uniós és az annak megfeleltetett hazai szabályozás kiterjed a higanytartalmú hulladékokra, a higanyexport tilalmát magában foglaló nemzetközi kereskedelemre is.

A nehézfémek környezeti kibocsátásával, országhatárokon átterjedő levegőszennyezésének szabályozásával foglalkozó 1998. évi pán-európai megállapodást hazánk 2005-ben ratifikálta; e nemzetközi jegyzőkönyv kihirdetése 2007-ben történt meg (2007. évi XXI. tv.). Mint arra már utaltunk, e nemzetközi előírással és a vonatkozó EU-szabályozással is összhangban a hazai higanykibocsátások jelentősen csökkentek, akárcsak az európai térség országainak döntő többségében. Ugyanakkor a légköri eredetű higanyszennyezés mérséklődése ettől lényegesen elmaradt, s ennek is betudhatóan – az EU más tagállamaihoz hasonlóan – határozottan támogattuk egy globális egyezmény kidolgozását, amely végül 2013-ban megszületett.

A higany kapcsán a legátfogóbb hazai szabályozási keretnek a többször módosított kémiai biztonsági törvény tekinthető (2000. évi XXV. tv.), de a fentiekben hivatkozott minden egyes közösségi jogi eszköz végrehajtása is komoly ellenőrzési, nyilvántartási, jelentéstételi, intézkedési feladatot jelent az érintett hazai állami intézmények és a vállalatok számára. A higannyal kapcsolatos szakmai módszertani és hatósági feladatok számottevő része az Országos Kémiai Biztonsági Intézet hatáskörébe tartozik, a szabályozási feladatokért pedig több ágazati minisztérium felel.

A bányászattal összefüggésben mindenekelőtt a recski, illetve a lahócai ércbánya említhető, ahol az aranyérc-feldolgozáshoz korábban higanyt használtak, s bár a kitermelés 1979-ben leállt, az elmúlt években is felmerült a megmaradt ásványvagyon, köztе az aranyérc kitermelésének lehetősége [Földessy-Bőhm, 2012]. E területek mellett más hazai cinnabarit-lelőhelyeket is nyilvántartanak, így a rudabányait, de a bányászati tevékenység már ott is régen abbamaradt. Viszont jelenleg is folyamatban van a lahócai környezeti kármentesítési program végrehajtása. Környezeti hatásai miatt mindezeknél lényegesen „érzékenyebb" helyzetben volt és részben maradt a hazai klór-alkáli ipar: a „higanyos" (higanykatódos) technológiát alkalmazó üzemeket vagy már leállították (Nitrokémia), vagy fokozatos kiváltásuk érdekében más eljárást alkalmazó technológiát is bevezettek (BorsodChem), de mindenütt elengedhetetlen lett a korábbi felszín alatti higanyszennyezés felszámolása. Ez utóbbi más területeket is érint, ahol különféle okokból higanyt is tartalmazó környezetszennyezés történt (emlékeztethetünk a több mint egy évtizede bekövetkezett tiszai cián- és nehézfém-szennyezésre, a csepeli galvániszapból származó és a talajvízben több évvel ezelőtt kimutatott higanyra, a közelmúltban történt vörösiszap-katasztrófára).

A globális megállapodás

A 2002. évi Fenntartható Fejlődési Világtalálkozó vegyi anyagokkal kapcsolatos ajánlását és a pán-európai megállapodás 2003. évi hatálybalépését követően az UNEP fórumain évről évre felvetették, hogy globális szinten is készüljön jogi eszköz a nehézfémekről. Ekkor már három olyan multilaterális egyezmény létezett [Faragó, 2005; 2013b], amelyek módosításával is esetleg – jogi és tárgyalástechnikai szempontból talán könnyebben – többé-kevésbé elérhető lett volna a higanyszennyezés nemzetközi szabályozásának célja. Azonban az 1998. évi *Bázeli Egyezmény* a veszélyes hulladékok nemzetközi szállításáról [BC, 1998] értelemszerűen nem lett volna úgy kiterjeszthető, hogy csak a higany esetében fedte volna le a hulladékproblémán túlmenően az országhatárokon átterjedő környezeti kibocsátások sokrétű vetületeit, hatásait. Az 1998. évi *Rotterdami Egyezmény* a vegyi anyagok nemzetközi kereskedelmével kapcsolatos tájékoztatási kötelezettségekről [PIC, 1998] kiterjedt már bizonyos higanytartalmú növényvédő szerekre, de a higannyal összefüggő sokrétű folyamatok szempontjából ez is „csak" egy fontos, de túl specifikus tárggyal foglalkozott. A szerves szennyezőanyagok kezeléséről szóló 2001. évi *Stockholmi Egyezménynek* [POP, 2001] legalább a szerves higanyvegyületekre való kiterjesztésével ugyancsak részben lett volna elérhető a globális higanyszabályozás, de ez a lehetőség is elfogadhatatlan lett volna azon országok számára, amelyek ki akarták zárni a higanyon túl más nehézfémekre vonatkozó nemzetközi szabályozásnak még az elvi lehetőségét is. Az eltérő gazdasági és környezeti érdekek miatt azonban ekkor még az esetleg csak a higanyra korlátozódó jogi eszköz létrehozására vonatkozóan sem volt konszenzus, így 2005-ben még csak a *Globális Higany Együttműködési Programról* született döntés [UNEP–GMP, 2009].

Végül az UNEP Kormányzó Tanácsának 2009. ülésén egyetértés alakult ki egy új globális jogi eszköz kidolgozásának megkezdéséről azzal a megkötéssel, hogy a leendő egyezmény csak a higanyról fog szólni és messzemenően figyelembe fogja venni azon országok szempontjait, amelyek bizonyos tevékenységek és ter-

mékek esetében elutasították nemzetközi jogi kötelezettségek vállalását. A globális megállapodás, azaz a *Higanyról szóló Minamata Egyezmény* szövegét 2013 januárjában 140 ország tárgyalódelegációja véglegesítette Genfben [MC, 2013], formális elfogadására pedig 2013 októberében szimbolikusan Minamatában, illetve a közeli közigazgatási székhelyen került sor. A probléma bonyolultságát, a gazdasági és környezeti érdekellentétek sokféleségét, a kompromisszumkeresés nehézségét jól jellemzi, hogy 2002-től több mint egy évtizedet vett igénybe a megegyezés elérése.

Az új nemzetközi jogi eszköz célkitűzése az emberi egészség és a környezet védelme a különféle társadalmi-gazdasági tevékenységekből kibocsátott higanytól és higanyvegyületektől. Ennek érdekében mindenekelőtt be kell szüntetni a higany *bányászatát*: az egyezménynek egy csatlakozó állam számára érvényes hatálybalépésétől számított másfél évtizeden belül be kell zárnia a még működő bányáit, újak pedig nem nyithatók. Az addigi legnagyobb, újrahasznosítható higanyforrást jelentő, *leállított klór-alkáli üzemekből származó higanyt* már véglegesen hulladékként kell kezelni (tehát a továbbiakban az már semmilyen módon nem hasznosítható).

A részes felek számára jelentősen korlátozott lesz a *higany exportja* és *importja* (beleértve az egyezményhez nem csatlakozó országokkal való kereskedelmet is). Ugyancsak nem lesz megengedett 2020-tól – sok kivétellel – a higanyt tartalmazó *termékek* gyártása, exportja és importja. E körbe tartoznak a szárazelemek, kapcsolók, CFL és LFL fényforrások, kozmetikumok, növényvédő szerek, olyan nem elektronikus műszerek, mint például a nyomásmérők és a hőmérők. Az egyik különösen „puha” kompromisszum a *fogászati amalgámra* vonatkozik, amely nagy szabadságot biztosít a feleknek arra, hogy miként korlátozzák fokozatosan ezt a higanyhasználatot.

A higanyt alkalmazó *ipari folyamatok* között: a klór-alkáli termelés esetében 2025-ig engedélyezett e technológia; a minamatai esetben és sokáig széles körben az ecetsav készítése során alkalmazott vegyület (acetaldehid) előállításához a higany-szulfát katalizátor felhasználása pedig 2018-ig lehetséges. E téren a jelenleg is legelterjedtebb alkalmazás, a PVC-gyártáshoz szükséges vegyület (VCM) esetében egyelőre csak a higanyos technológia korlátozásában tudtak megállapodni a tárgyaló felek (2020-ra a 2010-es higanyhasználat mértékének felére csökkentése). Az ipari folyamatokkal kapcsolatos, határidőkhöz kötött előírásokat csak úgy lehetett konszenzussal elfogadni, hogy az egyezmény egyúttal lehetővé teszi bármely fél számára az egyezményhez való csatlakozásakor öt- vagy akár tízéves átmeneti mentesség igénylését. Sok fejlődő ország, illetve jelentős számú népességük számára a megélhetést biztosító *kézi és kisüzemi aranybányászat* esetében elfogadhatatlan lett volna a higany alkalmazásának bárminemű korlátozása; emiatt az egyezmény teljes egészében a csatlakozó felekre bízza, hogy az ezzel foglalkozó nemzeti programjaik keretében mit tesznek e higanyhasználat és az abból eredő káros hatások mérséklése érdekében.

Az akár nagy távolságokra eljutó *légköri higanyszennyezés forrásaira* (pl. a széntüzelésű erőművekre) az egyezmény előírja, hogy – az adott fél csatlakozásától számított öt éven belül – az új létesítmények esetében már a legjobb elérhető technikát (BAT) és kibocsátási határértékeket kell alkalmazni, illetve ugyanezt kell elérni tíz éven belül a már működő üzemekben. Viszont a tárgyaló felek nem tudtak megegyezni sem e technikák, sem a határértékek konkrétabb meghatározásában, így az egyezmény csak azt rögzíti, hogy ezekről majd az egyezmény hatálybalépésekor állapodnak meg. A *víztestekbe, a földfelszínre, a talajba jutó higanyszennyezés* csökkentését is fontos célként jelzi e jogi eszköz, de szabályozásának módját a csatlakozó felekre bízza azzal, hogy majd a hatálybalépést követően sor kerülhet e környezetszennyezés minimalizálását lehetővé tevő legjobb megoldások meghatározására.

Rudabánya régi képeslapon (www.rudabanya.hu)

A higanyt és vegyületeit tartalmazó *hulladék kezelésére* a Minamata Egyezmény a már említett 1998. évi Bázeli Egyezmény előírásait veszi mérvadónak azzal, hogy ennek részletesebb szabályozására is majd később fognak visszatérni.

Mindezeken túlmenően meglehetősen általános tartalommal (azaz különösebben konkrét követelmények nélkül) az egyezmény rendelkezik még többek között: a higannyal szennyezett területekkel, a káros hatások feltárásával és mérséklésével, a fejlődő országoknak a feladataik végrehajtásának elősegítéséhez nyújtandó pénzügyi és technológiai támogatással, a kutatási, oktatási, tájékoztatási együttműködéssel, valamint a felek tervezési és beszámolási teendőivel kapcsolatos feladatokról.

E globális egyezmény létrejöttét nagy jelentőségű fejleménynek kell tekintetni a higany sokrétű és országhatárokon is átterjedő káros egészségi és környezeti hatásainak csökkentése érdekében még akkor is, ha az egyes alkalmazásoktól függően hosszú évszázadok, illetve évtizedek után nehéz megválni a higany és egyes vegyületeinek alkalmazásától. E „tehetetlenség”, de egyúttal a káros hatások felismerése, azok mérséklésének politikai szándéka világosan tükröződik az egyezmény számtalan kompromisszumában, illetve engedményében, átmeneti rendelkezésében. Az átfogó célkitűzés azonban egyértelműen jelzi, hogy belátható időn belül véget fog érni a „folyékony ezüst” világkarrierje.

A konkrétabb kötelezettségek végrehajtása azonban még azon fejlett országok többségének is gondot okozhat, amelyek már az

elmúlt néhány évtizedben jelentősen korlátozták a higany használatát és környezeti kibocsátását. Az EU-tagállamok esetében is további szabályozási, szakpolitikai, megfeleltetési intézkedésekre lesz szükség [Jarvis et al., 2014]. A fejlődők számára még nagyobb nehézséget okozhat akárcsak a kibocsátási források pontos számbavétele, a kibocsátási leltár összeállítása, a meglevő alkalmazások korlátozási, helyettesítési lehetőségeinek tisztázása. Mindennek tudható be, hogy bár 2014 novemberéig mintegy százhúsz ország írta alá az egyezményt, de mindössze kilenc vált az egyezmény részesévé (csatlakozási, illetve ratifikációs okmányának letétbe helyezésével): köztük a fejlett országcsoportból csak az USA és Monaco. Az USA ratifikációja azért is figyelemre méltó, mert az USA nem részese több nemzetközi környezeti megállapodásnak és az USA több éven át ellenezte azt, hogy a higany ügyében nemzetközi jogi eszköz szülessen. Márpedig ötven országnak kell csatlakoznia – aláírása megerősítésével vagy más módon – ahhoz, hogy a Minamata Egyezmény hatályba léphessen. Így jelenleg beláthatatlan, hogy ténylegesen mikortól kezdődhet meg az előírások közös, koordinált végrehajtása, s ennek nyomán világszerte a higanyszennyezés és káros hatásainak számottevő csökkenése. Az egyezmény szövegének a világ országai nagy többsége általi elfogadása remélhetően világosan jelzi e cél elérésére vonatkozóan a politikai elkötelezettséget. A környezetet és az egészséget érintő hatások további megfigyelése és értékelése, a „fenntarthatóság" követelményeinek megfelelő alternatív eljárások, technológiák fejlesztése és elterjesztése, az ezekre való átállásban is a nemzetközi együttműködés erősítése és a fejlődők támogatása pedig felgyorsíthatja e folyamatot.

Összefoglaló következtetések

A higannyal kapcsolatos kezdeti ismeretek – a társadalmak által különböző korszakokban megismert és felhasznált több más környezeti erőforráshoz hasonlóan – nem vagy csak nagyon korlátozottan terjedtek ki az emberi egészségre és a természeti rendszerekre gyakorolt veszélyes hatásokra. Annak felismerése, hogy a higany és ezzel káros hatásai a különböző kibocsátási forrásoktól nagy távolságokra eljuthatnak, pedig végképp nem történhetett meg a kiterjedt környezeti megfigyelő és értékelő rendszerek létrehozásáig.

Ez az anyag, illetve többféle vegyülete – rendkívül különleges kémiai és fizikai tulajdonságainak köszönhetően – több ezer éven keresztül sokféle módon hasznosult, miközben bányászata, feldolgozása, használata sokak életét rövidítette meg. Végül csak a múlt század közepétől néhány tömeges mérgezéssel járó rendkívüli eset kapcsán elvégzett rendszeres orvosi adatgyűjtés nyomán, valamint a fokozatosan kiépülő nemzetközi környezeti monitoring rendszer és a mind pontosabbá váló terjedési modellek révén derült fény a súlyosan káros és globális léptékűvé vált folyamatokra.

Ennek ellenére még újabb pár évtizednek kellett eltelnie ahhoz, hogy előbb európai szinten, majd globálisan is nemzetközi megállapodás születhessen a higany használatának korlátozásáról. E késedelem, illetve különösen a 2013-ban elfogadott globális megállapodásban foglalt számos kompromisszum oka nyilvánvalóan az, hogy a higanyt tartalmazó bizonyos termékektől és a higanyt alkalmazó bizonyos eljárásoktól – technológiai, költséghatékonysági vagy más okokból – nem könnyű megválni. Emiatt is nehéz előre látni, hogy közelmúltban szigorított, illetve lényegesen módosított pán-európai megállapodás rendelkezései miként jutnak érvényre földrészünk országaiban, valamint azt, hogy mikor válik egyáltalán hatályossá a globális higanyegyezmény és azt követően mennyire lesz hatékony a végrehajtása. Ez azt is jelenti, hogy e megállapodások elfogadását követően folytatni kell nemzetközi és nemzeti keretekben is a kutatási, szakpolitikai fejlesztési és intézkedési tevékenységet.

Ami a hazai helyzetet illeti, különféle okokból jelentősen mérséklődött a magyarországi kibocsátás, a higany-tartalmú termékek pedig az EU-előírásokból fakadóan is fokozatosan „eltűnnek". Ugyanakkor számunkra is jelentős következményei lesznek az újabb nemzetközi és EU szintű rendelkezéseknek.

A higany, illetve felhasználásának és fokozatos nemzetközi korlátozásának története rendkívül tanulságos a gyorsan gyarapodó globális népesség és a természeti környezet kapcsolatának elemzése, a környezeti hatások terjedése, e téren az országok kölcsönös függősége, s más természeti erőforrások, környezetalakító tevékenységek értékelése szempontjából is.

HIVATKOZÁSOK

BC, 1998: Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal

COM, 2005: Community Strategy Concerning Mercury. Communication from the Commission to the Council and the European Parliament. *European Commission*

COM, 2010: The review of the Community Strategy Concerning Mercury. Communication from the Commission to the European Parliament and the Council.*European Commission*

EC, 1973: Declaration of the Council of the European Communities and of the representatives of the Governments of the Member States meeting in the Council of 22 Nov. 1973 on the programme of action of the European Communities on the environment

EC, 2002: Directive 2002/95/EC on the restriction of hazardous substances in electrical and electronic equipment

EC, 2006: Directive 2006/66/EC on batteries and accumulators and waste batteries and accumulators

EC, 2006/R: Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council

EC, 2007: Directive 2007/51/EC of the European Parliament and of the Council amending Council Directive 76/769/EEC relating to restrictions on the marketing of certain measuring devices containing mercury

EC, 2008: Regulation (EC) No 1102/2008 of the European Parliament and of the Council on the banning of exports of metallic mercury and certain mercury compounds and mixtures and the safe storage of metallic mercury

EC, 2009: Commission Regulation (EC) No 244/2009 implementing Directive 2005/32/EC of the European Parliament and of the Council with regard to ecodesign requirements for non-directional household lamps

EU, 2010: Directive 2010/75/EU of the European Parliament and of the Council on industrial emissions (integrated pollution prevention and control,IED)

EU, 2011: Directive 2011/65/EU of the European Parliament and of the Council on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment (RoHS directive)

EU, 2012: Commission Regulation (EU) No 847/2012 amending Annex XVII to Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) as regards mercury

EEA, 2013: European Union emission inventory report 1990–2011 under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution (LRTAP). EEA Technical report No 10/2013, 142 p.

EMEP, 2012: Long-term Changes of Heavy Metal Transboundary Pollution of the Environment (1990-2010). EMEP contribution to the revision of the Heavy Metal Protocol. Status Report 2/2012, 65.

Faragó T. et al., 2005: Nemzetközi környezet- és természetvédelmi egyezmények jóváhagyása és végrehajtása Magyarországon. (Faragó T.; Nagy B. (szerk.)), *KvVM– ELTE*, 180.

Faragó T., 2012: A fenntartható fejlődéssel foglalkozó nemzetközi együttműködés négy évtizede. *Külügyi Szemle*, 2012/3, 189–211.

Faragó T., 2013a: A nemzetközi fejlesztési együttműködés céljai és a fenntartható fejlődési célok. *Statisztikai Szemle*, 91. évf., 8–9. szám, 823–841.

Faragó T., 2013b: A globálisan növekvő hulladékmennyiség és a kezelésére irányuló nemzetközi törekvések. *Ipari Ökológia*, 2/1, 43–76.

Földessy J., Bőhm J., 2012: Arany és cianid – lehetőségek és kockázatok. *Magyar Tudomány*, 2012/5, 532–540.

Jarvis, A. et al., 2014: Study on EU Implementation of the Minamata Convention on Mercury. COWI, BiPro, ICF, Garrigues Ambiental, 268.

PIC, 1998: Rotterdam Convention on the Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade

POP, 2001: Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants UNEP-GMP, 2009: Overarching Framework – UNEP Global Mercury Partnership. UNEP, 20.

Braun Tibor
ELTE Kémiai Intézet, MTA Könyvtár és Információs központ

Robotok és automatizálási robotika a kémiában és a kémia körül

Előszó

Első megközelítésben figyelembe kell vennünk az „automata” (önműködő) és a „robot” szavak fogalmi rokonságát. Az automata a görög „spontán”-t, „önműködő”-t jelentő *automatosz (αυτοματος)* szóból származik. A „robot” szót [1–3] a cseh *Karel Čapek* használta először 1921-ben megjelent *Rossum Universal Robots* (R.U.R.) című színdarabjában. A szó cseh, szlovák és lengyel nyelven szolgamunkát, oroszul munkát jelent. Állítólag *Čapek* eredetileg a cseh *labori* (dolgozók) szót akarta használni, de az nem igazán tetszett neki, így Józef bátyja javaslatára választotta a *robot*ot. A továbbiakban itt mindig a robot fogalmát használjuk olyan értelmezésben, ahogyan az az automatizálást szolgálja, és ahogyan a következőkben definiáljuk.

Bevezetés

Definíciószerűen robotnak tekintünk egy kinematikai értelemben használt, különböző számú szabadságfokokkal rendelkező, általában elektromos vagy más energiaforrással működtetett szerkezetet (gépet), amely előzetes programozás alapján képes különböző feladatok végrehajtására. Ez történhet közvetlen emberi irányítással, de egy robot önállóan is végezheti a munkáját számítógépes felügyelet alatt [4,5]. Robotokat általában olyan munkákra, feladatokra vesznek igénybe, amelyek túl nehezek vagy túl veszélyesek az ember számára, vagy egyszerűen túl egyhangúak, de nagy pontossággal végrehajtandók, és amiket egy robot az embernél sokkal nagyobb biztonsággal és megbízhatósággal képes elvégezni.

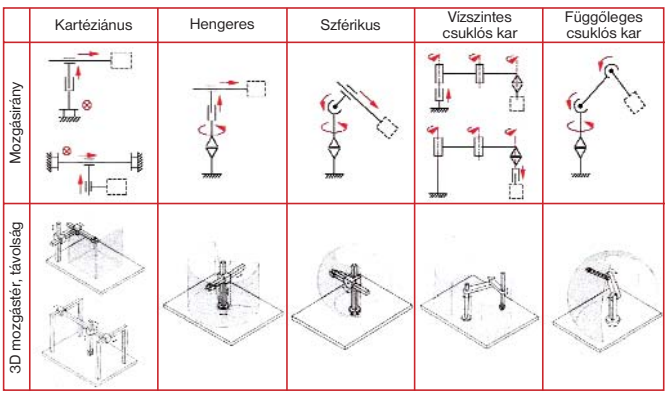
Robotikának nevezik a technológiának azt az ágát, amely robotok tervezésével, építésével, működtetésével, valamint ezek ellenőrzésére, érzékelési visszacsatolására és információfeldolgozására hivatott számítógépes rendszerekkel foglalkozik. Valószínűnek tartjuk, hogy a robot fogalma sokak képzetében a robotok humanoid (ember alakú), illetve antropomorf változatát veti fel, ezért már itt említjük, hogy e dolgozatban ezekre nem térünk ki. Ugyanez vonatkozik a robotika három alaptörvényére is (robot-ember kapcsolat).

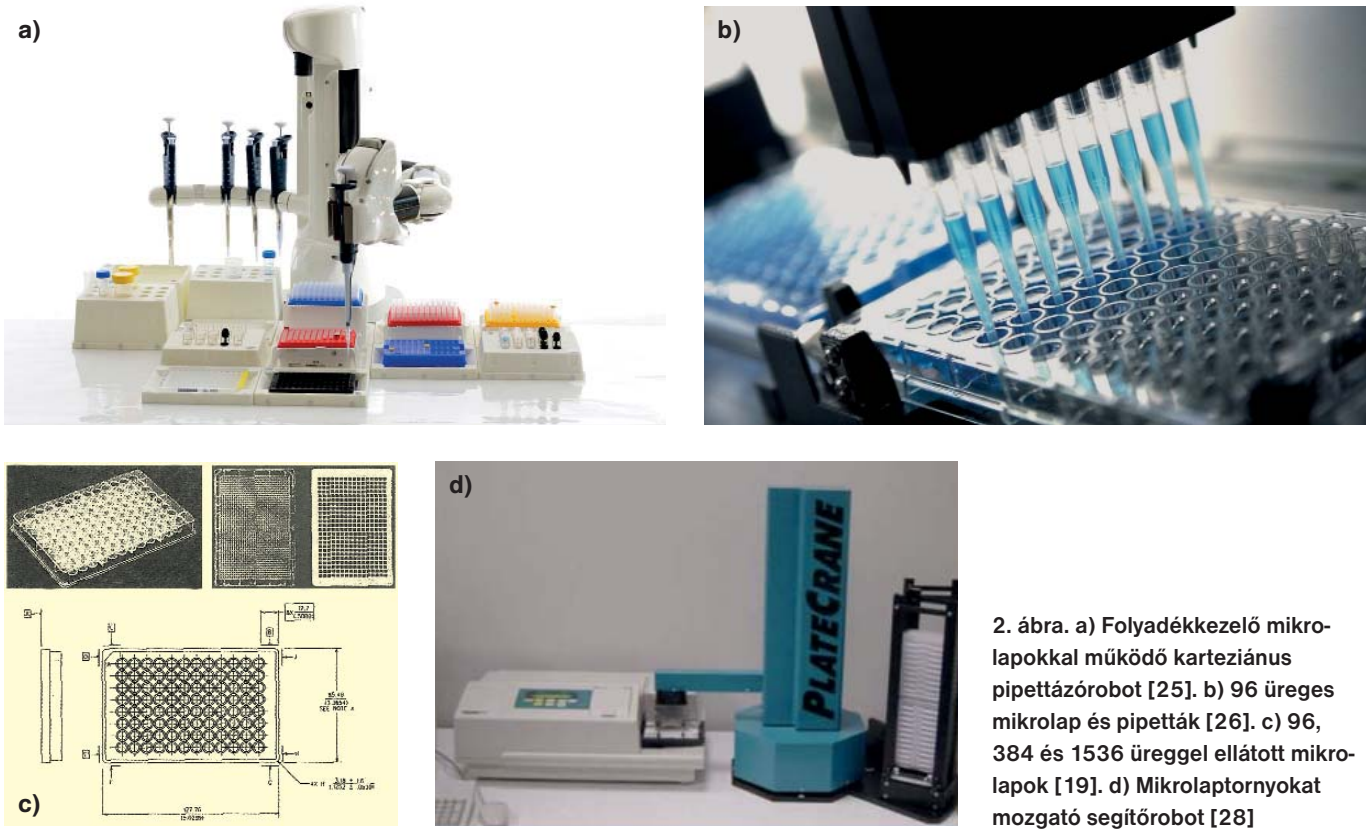
A robotokkal és a robotikával általában könyvtárnyi szakirodalom, vagy pontosabb adattal, több tízezer tételnyi internet címanyag foglalkozik. Ezért a témát most kizárólag a kémiai vonatkozásokra, a kémiából eredő, illetve a kémiát és a kémiai kutatást érintő és szolgáló területekre szűkítettük.

Laboratóriumi robotok

Ebben a fejezetben kapcsolódunk egyik előző dolgozatunkhoz, amelyben az analitikai kémia miniatürizálását és az automatizálás legújabb eredményeit ismertettük, de robotok és robotika nélkül [6]. A mostani munka azonban kiterjed a kémia összes, illetve a kémiai kutatás lehetőleg minden olyan területére, amelyben laboratóriumi robotokat alkalmaznak, illetve alkalmazhatnak. Ilyenek elsősorban azok a kémiai műveletek, amelyekben naponta megismétlendő nagyszámú kémiai sorozatvizsgálatot és -mérést – nagy átbocsátóképességű szűrést – végeznek, amelyet az angol nyelv *HTS*-ként (azaz *High Throughput Screening*-ként) tart számon, például a környezetvédelemben, a klinikai laboratóriumi mérések, a mezőgazdasági és élelmiszer-vizsgálatok, a kémiai és gyógyszerkémiai vizsgálatok és szintézisek során. Úgy gondolják, hogy az egyesült államokbeli *Unimation Inc.* által 1961-ben szabadalmaztatott [7], majd *Unimate* néven gyártott ipari robotok voltak az első ilyen szerkezetek. Az általuk kiváltott ipari forradalom nyomán a kompakt mikroprocesszorokkal vezérelt és 1981-ben az egyesült államokbeli *Zymark* cég által elsőnek gyártott laboratóriumi robotok az iparihoz hasonló forradalmat hoztak létre a laboratóriumi vizsgálatokban [8,9]. A robotizált laboratóriumi egységeket általában *deck, platform* vagy *konfiguráció* néven tartják számon. Ezek az egységek természetesen számos elemből, műszerből (műszerdarabból) állhatnak össze, de összetételük lényegében folyadékkezelő és -továbbító, keverő, tároló, centrifugáló, melegítő, optikai és/vagy elektrokémiai, inkubáló stb. műveleteket végezni képes műszerekre és legfőképpen

1. ábra. Robotkarok konfigurációs tipológiája [8] (kiegészítve)





2. ábra. a) Folyadékkezelő mikrolapokkal működő karteziánus pipettázórobot [25]. b) 96 üreges mikrolap és pipetták [26]. c) 96, 384 és 1536 üreggel ellátott mikrolapok [19]. d) Mikrolaptornyokat mozgató segítőrobot [28]

robotkarokra vonatkozik. Ilyen karok konfigurációs tipológiáját az **1. ábra** mutatja be. Az ábra szemlélteti az elektromos energiával üzemeltethető mechanikus robotkarok mozgásirányát, távolsági hatáskörét és 3D mozgásterét. A robotkarok a főtengelyük konfigurációjában különböznek a legmarkánsabban. A rotációs és transzlációs csuklók közvetlen sorba rendezhetősége révén ezeket kinematikai láncnak is tekinthetjük. Ilyen értelemben öt robotkartípust, azaz karteziánus, hengeres, szférikus és úgynevezett artikulált, azaz vízszintes és függőleges csuklókaros robotokat különböztetünk meg attól függően, hogy milyenek a sebességi, ismétlődési, pontossági, mozgástéri és súlyhordozási feladat szabta követelmények.

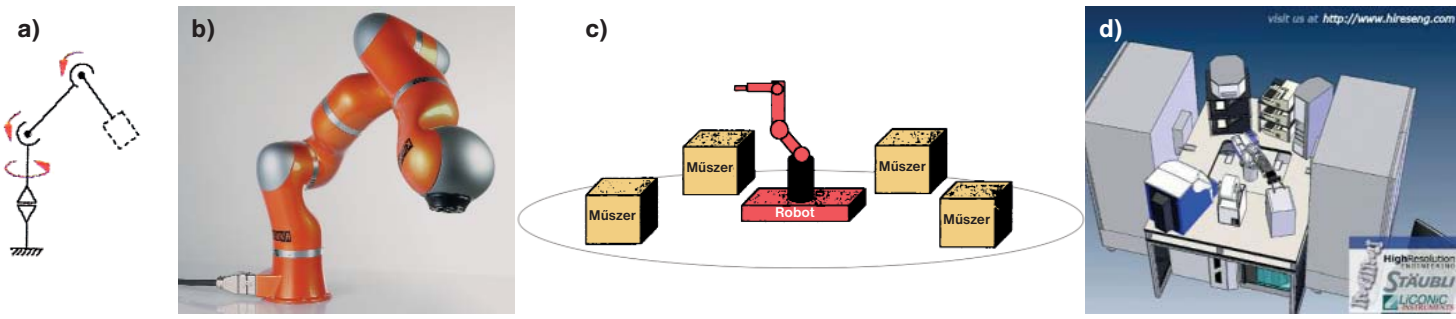
A karteziánus robotkarok három lineáris szabadságfokkal (X, Y, Z) rendelkeznek, de a karok forogni nem tudnak. Ezek megfelelő programozással alapvetően laboratóriumokban, folyadékkezelési, mintavételi, illetve pipettázási feladatokat látnak el longitudinális mozgástérben.

A hengeres robotkarokat négy szabadsági fokkal: alapban forgás, csuklóforgás, fel-le mozgás és oldalmozgás lehet használni.

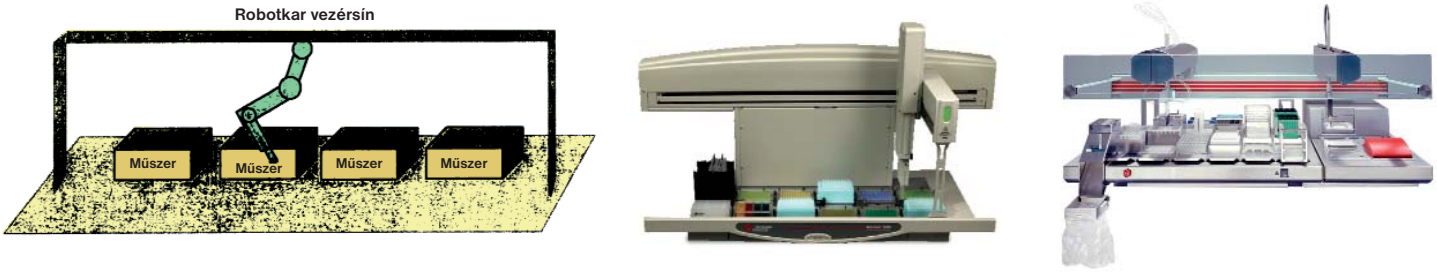
Az *1. ábrán* nem szereplő, úgynevezett együttes (joint) karos robotokat a legtöbb szabadsági fokú mozgási lehetőség jellemzi: váll, könyök, csukló, bólintó-forgó, lengőalapú. Megfelelő programozással bonyolult konfigurációk működtetése is megvalósítható, és erről alapos leírások is rendelkezésre állnak [9–12]. A részletek vázolására ezen a helyen nem nyílik lehetőség, de röviden szót kell ejteni a konfigurációkat vezérlő számítógépes szoftverekről és szoftvermodulokról, amelyek képesek koordinálni az *1. ábrán* bemutatott komplex robotkar-mozgásokat. Szoftvermodul alatt általában olyan újraalkalmazható és független szoftverkomponenseket értenek, amelyek a konfigurációk bizonyos funkcióinak ellátására alkalmasak. Egy modul összhangban dolgozhat más modulokkal és együttesen összetett feladatok megoldására is alkalmasak lehetnek [13–17].

A laboratóriumi robotizált műveletek egyik leggyakrabban igénybe vett változataként, mint említettük, a folyadékmozgatást, folyadékkezelést és -adagolást, illetve a pipettázást említhetnénk. Általános ismertetésként pipettázórobotot mutatunk be a **2.a ábrán** [18]. A folyadékkezelést, -mozgatást, -tárolást általában különböző méretű kémcsövekben és más laboratóriumi edényekben végzik, de itt feltétlenül, kiemelten és hangsúlyozottan említést kell tennünk egy világraszóló magyar találmányról, a laboratóriumi mikrolemezről, amivel jelen szerző egy másik dolgozatban már foglalkozott [19]. A *Takátsy Gyula* inframikrobiológus által az 1950-es években megalkotott és a hatvanas években feltalált, de nem megfelelően szabadalmaztatott *Mikrotitrátor* berendezés tartozékának számító mikrolemezek [20] azóta is világszerte a laboratóriumi folyadékkezelés egyszerű, hatékony, gazdaságos és célszerű eszközei – a modern mozgókaros laboratóriumi robotkonfigurációk csaknem mindegyikének nélkülözhetetlen velejárói, komponensei. Egészen röviden, a mikrolemez egy téglalap alakú öntött vagy préselt műanyag lap, amiben alapvetően nyolc sorban tizenkét (azaz összesen 96) henger alakú mélyedés van kiképezve, de 384 és 1536 mélyedéssel ellátott mikrolapokat is előállítottak **(2.b–c ábra)**. A mikrolapok kémcsöveket helyettesítendő üregeiben a laboratóriumi folyadékkezelést [21–24], keverést, reagáltatást, melegítést, hűtést, optikai színmérést, de más analitikai értékelést, egyedi vagy sorozatmérést milliliternyi, illetve mikroliternyi folyadéktérfogatoknál és sorozatvizsgálatoknál is (array) egyaránt el lehet végezni.

A **2.d ábra** olyan laboratóriumi robotrészt mutat be, amely a robotegyüttesekben a mikrolapokat a sorozatvizsgálatok során műveletről műveletre (pl. adagolás, keverés, hőkezelés stb., végül mosás, tisztítás, szárítás) mozgatja. A laboratóriumi robotok valószínűleg egyik leggyakrabban alkalmazott változata az, amelyik vízszintes, illetve függőleges csuklós karral működik. A **3. ábra** ilyen példát mutat be. A négy szabadságfokkal rendelkező kart az ábra hengeres konfigurációkban ábrázolja. A **4.a–c** ábra



3. ábra. a) Csuklós robotkar sémája (l. 1. ábra). b) Csuklós robotkar [29]. c) Hengeres laboratóriumi robotkonfiguráció-séma [11]. d) Félhenger elrendezésű laboratóriumi robotkonfiguráció [30]



4. ábra. a) Csuklókaros karteziánus multifunkciós laboratóriumi robotkonfiguráció [11]. b) Biomek 3000 gyártmányú robotkar-vezérsín. c) Oniyx (ALS Automated Lab Solutions) típusú, mikrolapokat alkalmazó laboratóriumi robotkonfiguráció [34]

egy *deck*et csuklós karú karteziánus mozgásirányú robotkonfigurációként mutat be.

Helyváltoztató robotok

Helyváltoztató robotnak nevezhetünk minden olyan robotberendezést, amely valamilyen formában és közegben egy adott pontról, valamilyen irányban, különböző távolságokra el tud mozogni, távolodni. A helyzetváltoztatás újabb mozgási szabadságfokot biztosít a robotoknak, ami változatosabb feladatokat, valamint hasonló vagy más szerkezetetekkel való kölcsönhatásokat tesz lehetővé. A mozgáshoz három közeg jön számításba, amin vagy amiben a helyváltoztató robotok kifejthetik tevékenységüket: talaj, levegő és víz. Mindhárom közegre kifejlesztettek olyan robotokat, amelyek ezekben a közegekben távvezérelve vagy előre beprogramozott módon különböző feladatoknak eleget tudnak tenni. Ezeket a robotokat rájuk szerelt vagy beléjük épített kémiai érzékelőkkel, szenzorokkal látják el olyan helyeken, anyagokkal való mérésekre, amelyek megközelítése, kezelése az emberre kockázatot jelentenének. A kémiai szenzorok számos változata jöhet a fentiek szerint számításba [35] a spektroszkópiát, az elektrokémiát, a radioaktivitást stb. beleértve, de ezekkel itt külön nem foglalkozunk. Ezzel szemben említést kell tennünk a levegőben és vízben mérendő környezetszennyezők, illetve különböző forrásokból eredő szennyezések robotikai megközelítéséről. Földi terepek megközelítésére kerekekre, illetve hernyótalpas robotokra szerelt szenzorokat vettek igénybe **(5.a ábra)** [36].

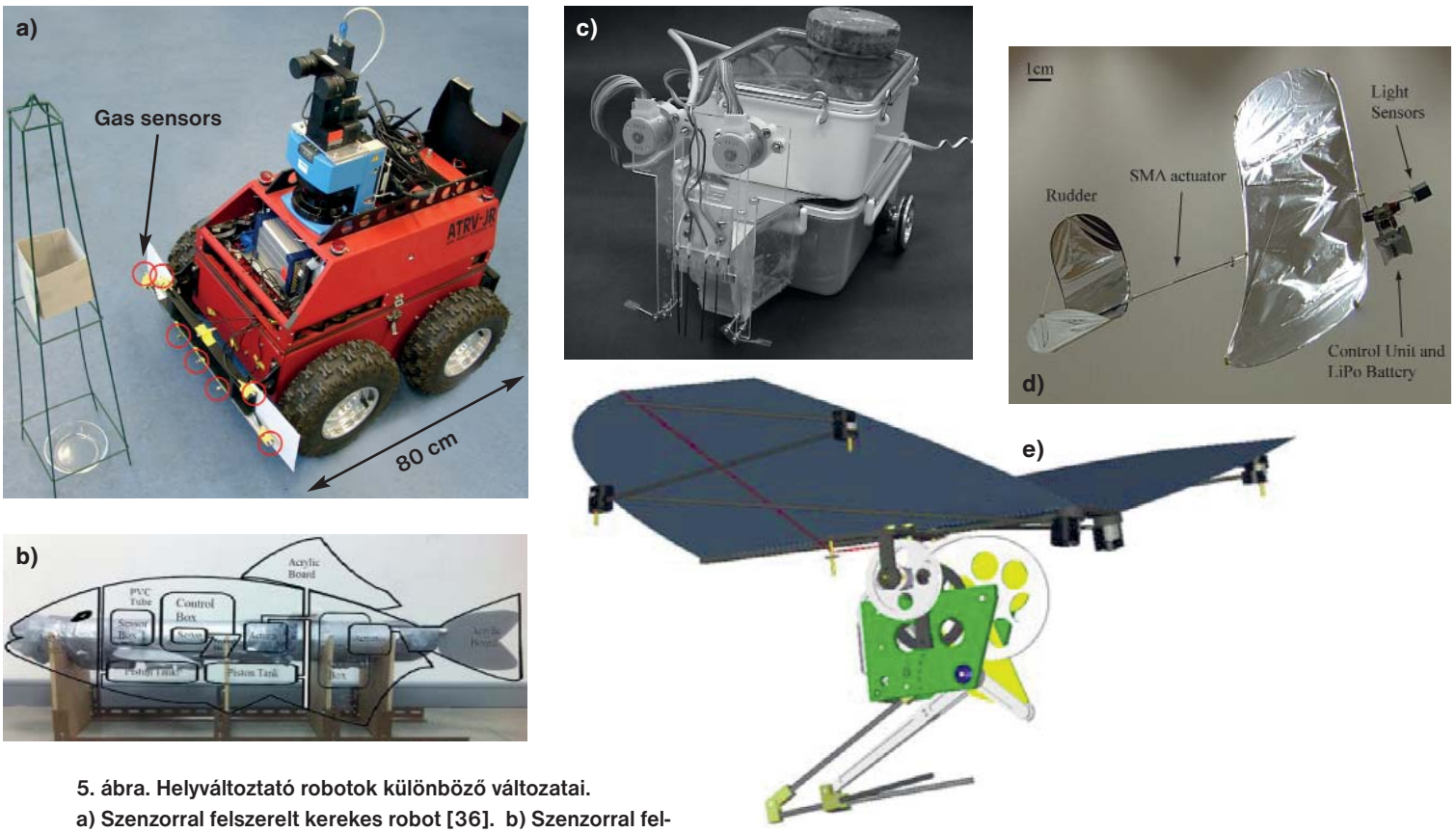
Vizes közegben hal formájú és úszó mozgásformát követő szenzorokkal ellátott robotokat, illetve a lassú mozgású vízi rákokra emlékeztető rákmobilitású berendezéseket alakítottak ki **(5.b–c ábra)** [37]. Hasonló módon és elképzelés alapján születtek különböző méretű és kialakítású repülő robotok, amelyeket kémiai szenzorokkal láttak el **(5.d–e ábra)**. A legutóbbinál külön érdekesség, hogy – szintén állatvilági sugallatra – a repülő robot indítására a robotikus szöcskeugrást vették alapul a szenzorral ellátott apró légi jármű levegőbe emelkedéséhez.

A fent említett robotok által főleg vízben és/vagy levegőben eredményesen keresett, szennyező és más káros anyagokból kialakuló szennyező csóvák detektálására [38], illetve lokalizálására fluidmechanikai tényezőket is messzemenően tekintetbe kellett venni. Ez irányban megoldást ígér és ígért megfelelő guruló, úszó, repülő *robotrajok* bevetése. [37]

Pneumatikus működtetésű, lágy karú robotok

A fentebb leírt robotok elektromos működtetésű kemény robotkarokkal látták el feladatukat. Külön említést érdemelnek azok a szerkezetek, amelyek a biomimetikát vagy mimikrit [42] veszik igénybe a robotok mozgatásához. Biomimetikának tekintik a természet modelljeinek, elemeinek és rendszerének utánzását komplex emberi problémák megoldására. Ezeknek a modelleknek az eredete elsősorban az állatvilágban lelhető fel, például az állatok szárnyai, lábai és más mozgási tulajdonságai (például kúszás) lágy vagy merevített helyzetben. De tipikus karszerű aktuátornak tekinthetők az evolúció során kialakított izmok is. Jelenleg nincsenek még olyan szerkezetek, amelyek teljesen utánozni tudnák az izmok funkcióit és mozgatási teljesítményét.

Pneumatikusan működtetett lágy (rugalmas) robotok alkalmasnak mutatkoztak különböző geometriai formájú tárgyak markolására és mozgatására makro-, mikro- vagy nanoskálán [41]. Különböző rugalmasságú anyagokból (például polimerek) álló szerkezetek alkalmasak számos érintésre kényes vagy törékeny tárgy, például élelmiszerek (tojás, gyümölcsök) simulékony, lágy markolására. Említésre érdemes egy elasztomerek pneumatikus csatornáiból kialakított konstrukció használata aktuálásra (mozgatásra) gömbszerűen vagy hurkaszerűen felfújható formában.

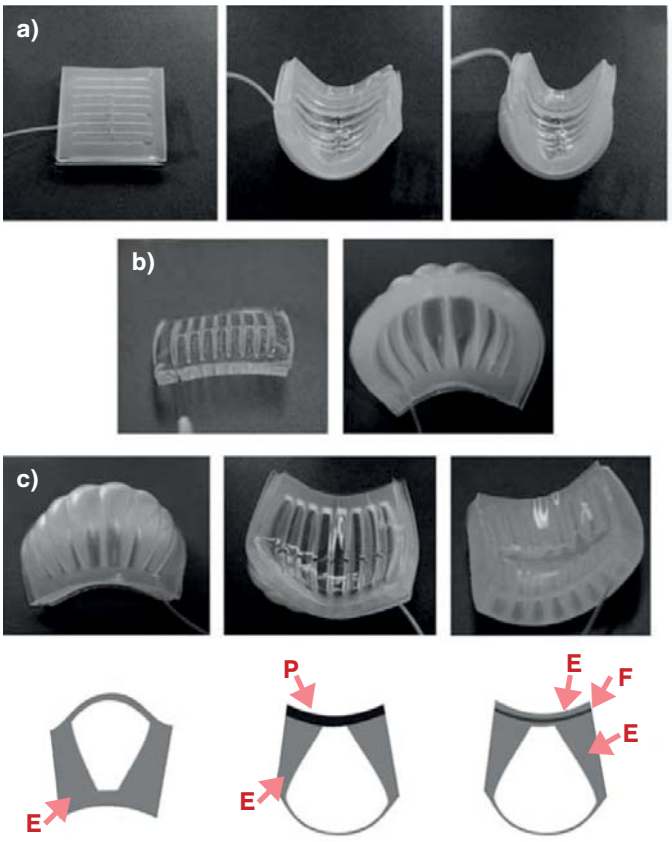


5. ábra. Helyváltoztató robotok különböző változatai. a) Szenzorral felszerelt kerekes robot [36]. b) Szenzorral felszerelt, vízben halszerűen úszó robot [39]. c) Szenzorral felszerelt, vízben rákszerűen mozgó robot [37]. d) Szenzorral felszerelt siklórepülő robot [40]. e) Szenzorral felszerelt, szöcskeugrással felszálló siklórepülő robot [40]

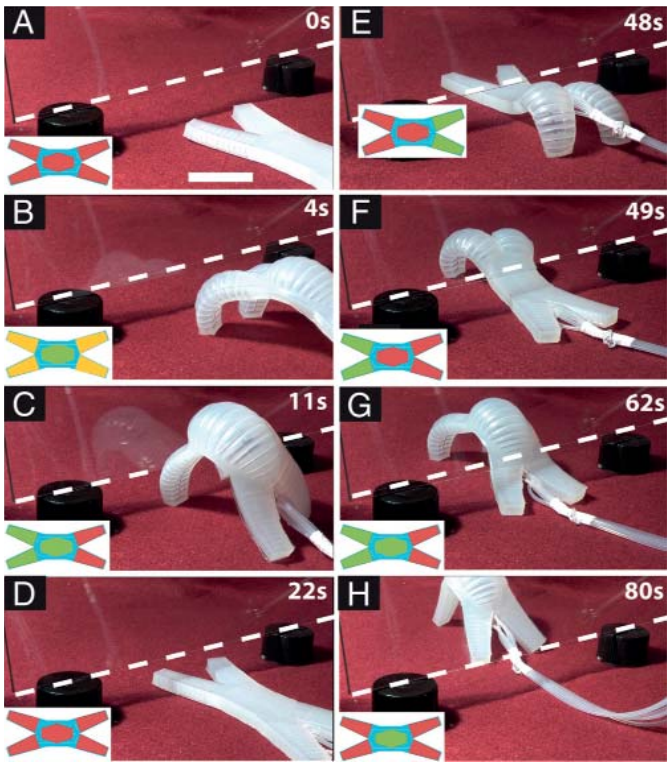
Az elasztomer anyagok összetétele, valamint a csatornák formája meghatározhatja, sőt szabályozhatja a robotszerkezet válaszát az alkalmazott pneumatikai nyomásra. Bizonyos mozgatási amplitúdó kialakíthatóságát, illetve skálázhatóságát az alkalmazott anyagok merevsége vagy rugalmassága határozza meg.

A **6. ábra** két elasztomerből, azaz szilozánból (Corning) és polidimetil-szilozánból (PDMS, Sylgard 184) megfelelő CAD (Computer Aided Design) szoftver alkalmazásával, illetve 3D nyomtatással kialakított pneumatikai robotikai mozgatóelemet mutat be. Megfelelő nyomás alá helyezve (14 kPa) a merevebb anyag derékszögűen kialakított szelvényei körülbelül 15 cm-es görbülést tudtak elérni. Lágyabb, rugalmasabb elasztomerből kialakított hasonló idom körülbelül 1,5 cm görbülésre képes [41]. A fentebb ismertetett elasztomerekből kialakított pneumatikus kúszó-mászó lágy robot hullámzó mozdulatokkal akadály alatt is át tud kúszni, ahogy a **7. ábrán** látható. [42] A leírt elasztomerekből megépíthető például egy pneumatikus csillag alakú robottenyér is törékeny tárgyak (például tojás) mozgatására (markolására) **(8. ábra)**.

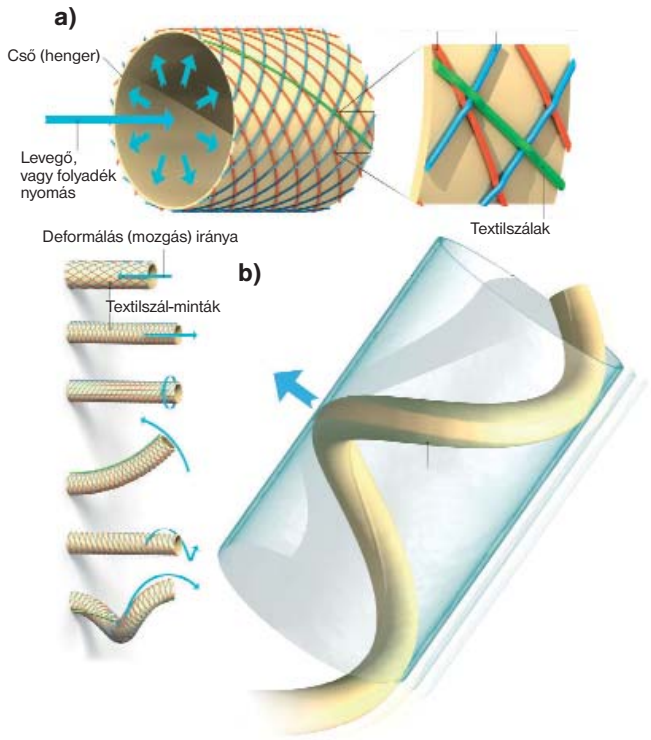
Ugyancsak a biomimetikából [43], illetve hernyók, vagy más lágy testű állatok példájából kiindulva, amelyek mozgatását a testüket körülölelő izomcsatornákban áramló elasztofluidomok látják el, merült fel a speciális textilszálakkal borított elasztomer csövek robotkarokként való alkalmazásának gondolata [44]. A két vagy három textilszállal körülvett elasztomer csövek mozgását robotkarként a bennük áramló fluidumokkal (gáz vagy folyadék) lehet szabályozni **(9. ábra)**. Mint az ábrán látható, egy ilyen robotkar különböző irányú mozgásokra képes, belülről



6. ábra. Pneumatikus lágy elasztomer robotikus elem (kar) mozgása nyomás alatt [41]. E: Ecoflex (sziloxán); P: polimetil-sziloxán (PDMS); F: poliészter szövedék. a) rugalmas elasztomer robotelem mozgása nyomás hatására; b) balra: PDMS-ből kialakított robotelem teljes nyomás alatt; jobbra: ugyanaz Ecoflexből (sziloxán); c) különböző rétegvastagságú elasztomerekből kialakított csatornák nyomás alatt



7. ábra. Elasztomerből kialakított pneumatikus lágy robot átkúszása a fehér vonallal jelzett akadály alatt [42]



9. ábra. Fluidum- (gáz, folyadék) mozgatású cső alakú robotkarok [44]

markolva például kis- és nagyméretű csővezetékek mozgatására, emelésére nyújt lehetőséget.

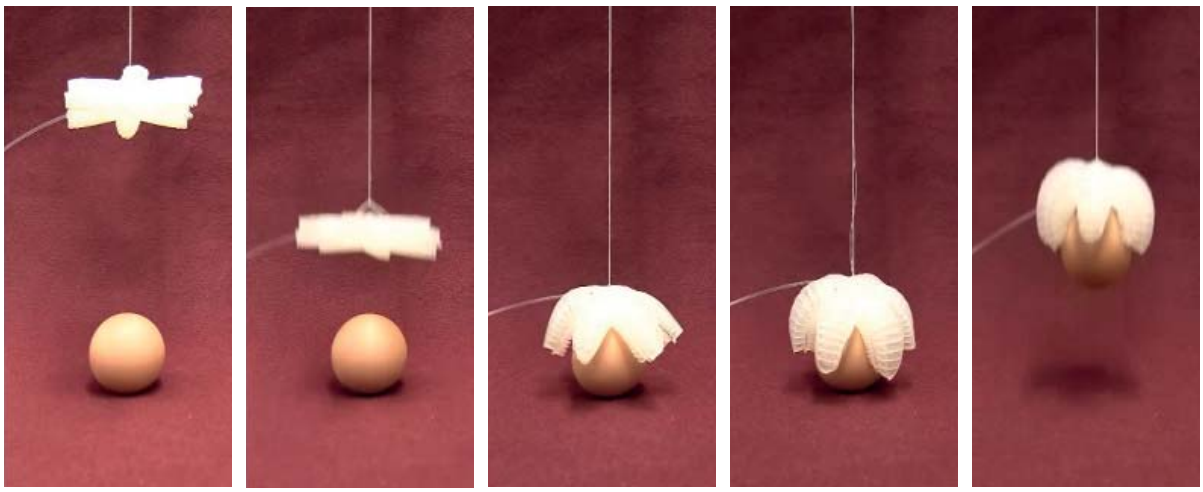
A pneumatikus mozgatású lágy robotszerkezetek „függetlenítése" érdekében újabban palackból származó sűrített gázok helyett már egybeépítésre alkalmas gázgenerátorból, például a hidrogén-peroxid elektrolízises bomlásából származó oxigént is igénybe vették [45].

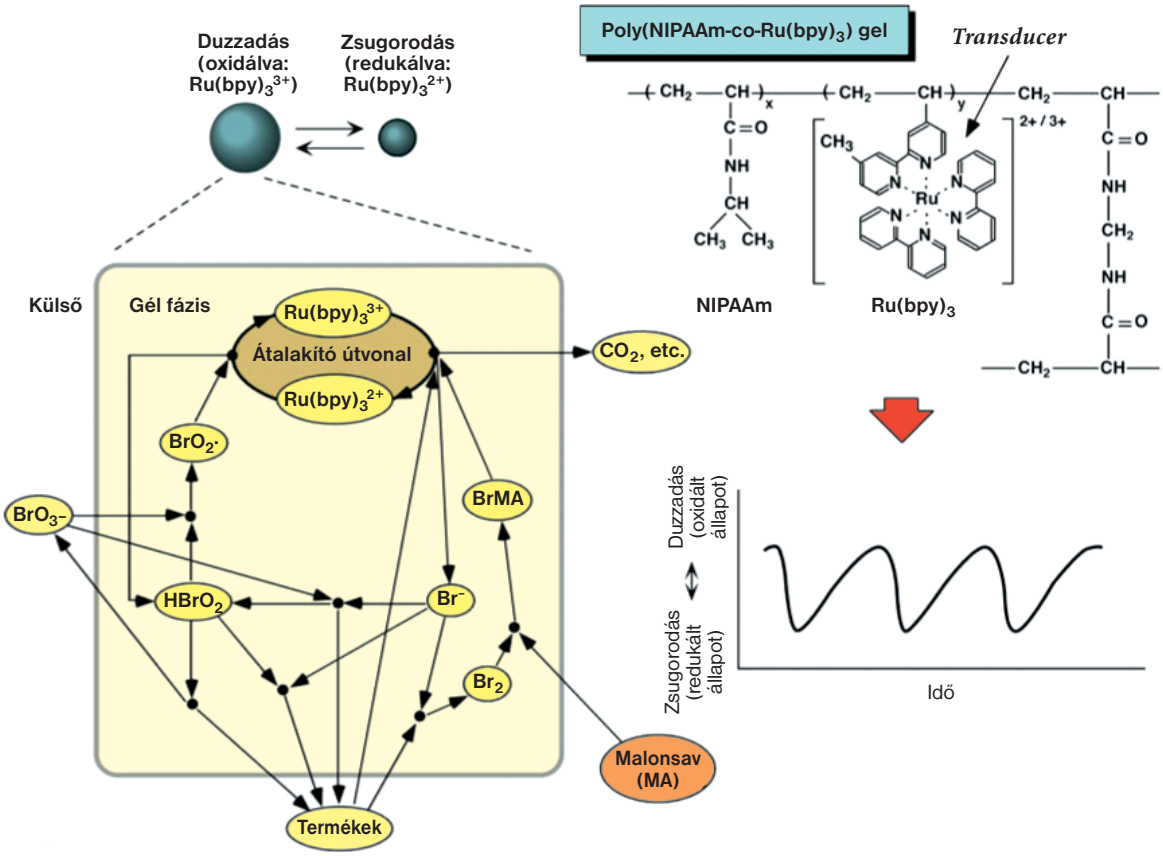
Kémiai energiát mechanikai energiává alakító polimer gélszerkezetek robotikai reményei

Már a múlt század közepén ismertté váltak olyan vizsgálatok, amelyek során bizonyos polimer szerkezetek úgynevezett „kémiai izom"-szerűen kémiai környezetüktől függően voltak képesek méretváltozásra [47–50]. Egyetlen tipikus példaként említjük a polivinil-alkoholt (PVA) és a poliakrilsavat (PAS), amely ozmotikusan a polimer belsejében lévő ionkoncentrációtól függően duzzad, illetve zsugorodik. Ezt elsősorban a gyenge karboxilcsoportok ionizálása okozza. Amikor a körülvevő oldat savas, akkor a disszociáció foka alacsony, és a polimer zsugorodik. Lúgos oldatban a polimer duzzad. Ezt annak idején „pH-izomnak" is nevezték.

A különböző próbálkozások közül, jelen szerzőnek, a *Belouszov* és *Zsabotyinszkij (BZ)* által felfedezett oszcillációs reakció tűnik a legeredményesebbnek a polimer gélek mozgatására. Annál is inkább, mert a reakció FKN akronimmal *(Field, Kőrös, Noyes)* elhíresült kémiai mechanizmusának kidolgozásában a magyar *Kőrös Endre* is jelentős szerepet játszott [51]. A BZ-reakció általános folyamata egy szerves vegyület (szubsztrátum), például malon- vagy citromsav oxidálószerrel (bromiáción) való oxi-

8. ábra. Csillag alakú pneumatikus robottenyér például tojás gyengéd markolására [46]





10. ábra. A poli(NIPAAm-co-Ru(dpi)$_3^{2+}$) gél BZ-reakcióhoz csatolt működési mechanizmusa [52]

dálása erős sav és fémkatalizátor jelenlétében. Amikor az oldatot homogén módon keverik, színe – például neoncsőhöz hasonlóan – periodikusan változik a katalizátor redoxváltozásainak hatására. Amikor az oldat stacioner állapotban vékony rétegként helyezkedik el, koncentrikus spirális hullámszerkezet alakul ki benne. Az oxidált állapotban állandó sebességgel terjedő hullámot kémiai hullámnak is nevezik.

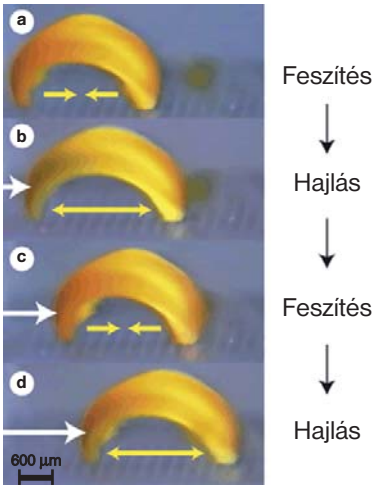
A BZ-reakció kémiai oszcillációját kísérelték meg gélek mechanikai mozgásra változtatni, illetve felhasználni, külső, nem oszcillációs feltételek közötti autonóm dagadási-zsugorodási oszcilláció létrehozásával. A kopolimer gél NIPAAm-ból (N-izopropil-akrilamid) és ruténium-trisz-2, 2'-dipividil-Ru-(dpi)$_3^{2+}$-ből készült. A BZ-reakcióban katalizátorként ható Ru(dpi)$_3^{2+}$ a NIPAAm-láncokhoz kötődik **(10. ábra)**. A poli(NIPAAm-co-Ru(bpi)$_3^{2+}$) gél a NIPAAm hőérzékenysége folytán bizonyos hőmérsékleten fázisátalakulást mutat. A Ru(dpi)$_3^{2+}$ rész nemcsak a gél duzzadási fokának növekedését okozta, hanem a fázisátalakulás hőmérsékletét is növelte. A jelenséget a polimer láncok hidrofilicitás-növekedésével magyarázzák, amit a Ru(dpi)$_3^{2+}$ részben a Ru(II) Ru(III)-má alakulása okoz. Ennek megfelelően a gél ciklikus duzzadást-zsugorodást szenved, amikor a Ru(dpi)$_3^{2+}$ rész állandó hőmérsékleten periodikusan oxidálódik és redukálódik.

Amikor a gél a BZ-reakció összetevőit (malonsav, bromát, oxidálószer), de katalizátort nem tartalmazó oldatba merül, az összetevők behatolnak a polimer hálózatába, és a katalizátor hozzáadásakor a BZ-reakció beindul a gélben. Ennek következtében a BZ-reakció által okozott periodikus redoxváltozások (oszcillációk) a gélben is periodikus duzzadási-zsugorodási változásokat okoznak [52, 53]. Az így kialakult gél-aktuátor hernyószerű mozgást tud végezni minden külső stimulus vagy energiaforrás nélkül. Az autonóm mozgást az oszcillációs reakció kémiai energiája hozza létre a gél belsejében. Kapcsolási mechanizmus által vezérelve a gél például lépegetni is tud a folyamatos duzzadás-zsugorodás, illetve feszítés-hajlás következtében **(11. ábra)**.

Utószó

Szót kell ejtenünk végül a nanorobotikáról [54], amely érinti a dolgozat témáját. Úgy véljük azonban, hogy ez a nanoméretek miatt sem tartozna szervesen a fentiekben ismertetettekhez, másrészt bár a nanorobotika vitathatatlanul megjelenik a kémiában is, a nanorobotok működési területe inkább az emberi szervezet, és a nanorobotika főként a nanomedicinához tartozik.

11. ábra. BZ-reakció alapján lépegető kémiai aktuátor gél (robot) [55]



Legvégül fel kell vetnünk természetesen azt a kérdést is, hogy beszélhetünk-e egyáltalán „kémiai robotikáról”, vagy kémiai robotokról, mint a kémia többé-kevésbé külön szakterületéről. Válaszként valószínűleg az igen és a nem is egyaránt megadható. A „kémiai robotika” az aránylag közeli jövőben is jelentős fejlődésre számíthat. Nem feltétlenül a laboratóriumi robotok és robotika fejlesztései jelennek majd meg az ipari robotika területén, hanem inkább fordítva. A kémiában hasznosítható robotok gyorsasága, megbízhatósága és pontossága így minden bizonnyal növekedni fog. Jelentős fejlődés várható a szoftverek és szoftvermodulok terén is. Mint láthattuk, a pneumatika és a kémiai energia igénybevétele az elektromos energia pótlására, illetve helyettesítésére, robotkarok, robotelemek működtetésére is érdekes kezdeti eredményeket tud felmutatni, de feltétlenül megjegyzendő, hogy e területek még fejlődésük elején járnak.

IRODALOM

[1] http://hu.wikipedia.org/wiki/Robot
[2] http://es.wikipedia.org/wiki/Aut%C3%B3mata_(mec%C3%A1nico)
[3] http://en.wikipedia.org/wiki/Automation
[4] E. L. Safford, Handbook of advanced robotics, Blue Ridge Summit, PA: Tab. Books, 1982.
[5] http://en.wikipedia.org/wiki/Robotics
[6] Braun Tibor, *Miniatürizálás és automatizálás az analitikai kémiában,* Magy. Kém. Lapja (2012) 67, 330.
[7] G. C. Devol jr., U.S.Patent 2.988.237 (1961)
[8] J. C. Boyd, Robotic laboratory automation, Science (2002) 295, 517.
[9] R. A. Felder, J. C. Boyd, K. Margrey, W. Holmen, J. Savory, *Robotics in the medical laboratory,* Clin.Chem. (1990) 36, 1534.
[10] G. D. Owens, R. J. Eckstein, T. P. Franz, *Laboratory robotics, past, present, and future*, Microchim. Acta (1986) II, 15.
[11] J. C. Boyd, R. A. Felder, J .Savory, *Robotics and the changing face of the clinical laboratory*, Clin. Chem. (1996) 42, 1901.
[12] T. Chapman, *Lab automation and robotics: Automation ont he move,* Nature (2003) 421, 661.
[13] *SINS integration software for laboratory automation*, Beckman Coulter, Fullerton, US, 1998.
[14] C. Szyperski, D. Grunz, S. Maurer, *Component software*, Addison-Wesley, New York, 2002.
[15] T. Batterman, *Anwendung von Microsoft Softwarestandards in der Automatisierungstechnik*, Expert-Verlag, Renningen, 2002.
[16] R. L. Deming, L. A.Young, *Laboratory computer networking*, Sci. Comput. Autom. (1989) 5, 21.
[17] American Society for Testing and Materials. Specifications for transferring of information between clinical instruments and computer systems, E1394-91, ASTM, Philadelphia, 1988.
[18] http://en.wikipedia.org/wiki/Liquid_handling_robot
[19] Braun Tibor, *Egy itthon méltatlanul kezelt magyar találmány: A Takátsy-mikrotitrátor és laboratóriumi mikrolap világsikere*, Magyar Tudomány, megjelenés alatt.
[20] Gy. Takátsy, *Die Verwendung des Mikrotitrator-Gerätes zu serologischen Untersuchungen* (1964) 10, 293.
[21] http://www.ddw-online.com/enabling-technologies/p92824-the-microplate-market-pastpresent-and-futurespring-09.html
[22] S. Decker, *Necessity is the mother of invention*, Labor-Fachzeitschrift (2004) 12, 1120.
[23] J. N. Little, A.Proulx, J. Counelly, *Recent advances in robotic automation of microplate assays*, Lab. Inf. Manag. (1994) 26, 89.
[24] http://en.wikipedia.org/wiki/Microtiter_plate
[25] http://en.wikipedia.org/wiki/Laboratory_robotics
[26] http://www.hgpauction.com/used-laboratory-equipment/
[27] http://www.robotics.org/content-detail.cfm/Industrial-Robotics-Featured-Articles/Robots-for-Life-Laboratory-Medical-and-Life-Science-Applications/content_id/605
[28] http://msuweb.montclair.edu/~olsenk/robot.htm
[29] http://www.metal-supply.com/announcement/view/7193/kuka_roboter_is_presenting_a_new_robot_generation_at_automatica_2010#.U4RYmnJ_tLA
[30] http://msuweb.montclair.edu/~olsenk/robot.htm
[31] Tömösközi Sándor, *Élelmiszeranalitika gyors és automatizált módszerei, BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar, Digitális tankönyv*, Budapest, 2011.
[32] www.medicalexpo.com642x472,
[33] Lab automation and proteomics, Nature Biotechnology (2004) 22, 119.
[34] http://www.als-jena.de/liquidhandling.html
[35] A.Hulanicki, S.Glab, F.Ingman, *Chemical sensors, definition and classification,* Pure Appl. Chem. (1991) 63, 1247.
[36] A. J. Lilienthal, A. Loutfi, T. Duckett, *Airborne chemical sensing with mobile robots*, Sensors (2006) 6, 1616.
[37] M. Ohashi, Y. Kagawa, T. Nakatsuka, H. Ishida, *Crayfish Robot That Generates Flow Field to Enhance Chemical Reception,* J. Sensor Technol. (2012) 2,185.
[38] D. F. Spean, D. R.Thayer, D. V. Zarzhinski, *Foundations of swarm robotic chemical plume tracing from a fluid dynamics perspective,* J. Intell.Com.Cyber. (2008) 2, 745.
[39] http://cdn.phys.org/newman/gfx/news/2013/1-teamcreatesr.jpg
[40] http://lis2.epfl.ch/CompletedResearchProjects/SelfDeployingMicroglider/
[41] F. Ilevski, A. D. Mazzeo, R. F. Shepherd, XinChen, G.M. Whitesides, *Soft robotics for chemists,* Angew. Chem. Int. Ed. (2011) 50, 1890.
[42] R. F. Shepherd, F. Ilievski, W. Choi, S. A. Morin, A. A. Stokes, A. D. Mazzeo, X. Chen, M. Wang, G. Whitesides, *Multigait soft robot,* PNAS, http://www.pnas.org/content/early/2011/11/21/1116564108.full.pdf+html
[43] http://en.wikipedia.org/wiki/Biomimetics
[44] S. Kota, *Shape-shifting things to come,* Scientific American (2014) May, 46.
[45] http://groups.csail.mit.edu/drl/wiki/images/8/81/Onal-ISRR-2011.pdf
[46] http://gmwgroup.harvard.edu/research/index.php?page=23
[47] W. Kuhn, B. Hargitay, A. Katchalsky, H. Eisenberg, *Reversible Dilation and Contraction by Changing the State of Ionization of High-Polymer Acid,* Nature 165, 514–516, http://www.nature.com/nature/journal/v165/n4196/pdf/165514a0.pdf
[48] R. P. Hamlen, C. E. Kent, S. N. Shafer, *Electrolytically Activated Contractile Polymer,* Nature (1965) 206, 1141.
[49] Z. Hu, X. Zhang, T. Li, *Synthesis and applicatioon of modulated polimer gels,* Science (1995) 269, 525.
[50] A. Sidorenko, T. Krupetkin, A. Taylor, P. Fratzl, J. Aizenberg, *Reversible switching of hydrogel-actuated nanostructures into complex micropatterns,* Science (2007) 315, 487.
[51] R. M. Noyes, R. Field, E. Kőrös, *Oscillations in chemical systems*, J. Am. Chem. Soc. (1972) 94 (4), 1394–1395.
[52] R.Yoshida, *Design of self-oscillating gels and application to biomimetic actuators,* Sensors (2010) 10, 1810.
[53] S. Mazda, Y. Hara, S. Nakamaru, *Chemical Robots in Biomimetics*, L. Pramatarova (Ed.) InTech Publ., Shanghai, 2011.
[54] http://en.wikipedia.org/wiki/Nanorobotics
[55] http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.200700625/abstract

Elárverezték Watson Nobel-díját

James Watson Nobel-díja 4,76 millió dollárért kelt el a Christie’s árverésén New Yorkban december 4-én. A 23 karátos érmét James Watson 1962-ben Francis Crickkel és Maurice Wilkinssel megosztva vehette át VI. Gustav Adolf svéd királytól. A 86 éves tudós feleségével és egyik fiával volt jelen az aukción. Watson esete egyedülálló abban, hogy még élő tudós árverezte el Nobel-díját.

Watson a Nature-nek adott nyilatkozatában azt mondta, hogy az árveréssel megtépázott hírnevét szeretné visszaállítani – egy 2007-ben tett szerencsétlen nyilatkozata szerint a fekete emberek intelligenciája kisebb, mint a fehér embereké.

Az aukción kapott pénz nagy részét tudományos jótékonyságra szeretné fordítani, többek között a Chicagói Egyetem és Cold Spring Harbor-i Laboratórium részesülne belőle, ahol Nobel-díja után dolgozott és ahonnan 2007-es kijelentése után állásából felfüggesztették, majd a tudományos közvélemény kiközösítette.

Csak az érdekesség kedvéért említjük meg, hogy Francis Crick Nobel-díja is gazdát cserélt már. Az ő díját tavaly posztumusz adták el 2,27 millió dollárért Jack Wangnak, egy kínai biotech társaság főnökének. *(A Google híradásai nyomán)*

KT

Próder István
Várpalota

Felújított kiállítások az ötvenéves Vegyészeti Múzeumban (Harmadik rész)

A várpalotai Vegyészeti Múzeum új kiállításait bemutató első cikkünkben [1] a kémiatörténeti terem, a „Nagyterem” falai mentén elhelyezett tablók anyagát és a hozzájuk kapcsolódó tárgyakat ismertettük.

A terem középső részét a robbanószeripar, a mindennapok kémiája, a gumi- és műanyagipar, a magyar festékipar, a gázgyártás, a magyar kőolaj-finomítók, a petrolkémia, a mezőgazdasági kémia és a szódavíz mint hungarikum történetéből vett írások és válogatott tárgyak foglalják el. A második [1] és ebben a harmadik részben ezeket mutatjuk be.

Magyar kőolaj-finomítók

A kőolaj-feldolgozó ipar kialakulását és fejlődését a petróleum mint világítóanyag elterjedése, majd a gépkocsi megjelenésével a rohamos motorizáció okozta. A 19. század végén Magyarországon 13 finomító működött, amelyek nem hazai termelésű kőolajat dolgoztak fel.

A 13 finomítóból három, ipari méretű gyárat emel ki a kiállítás: az 1882-ben alapított Fiumei Kőolajfinomítót, az 1895-ben Pozsony mellett létesített Apolló Kőolajfinomítót és a Csepeli Finomítót.

Fiumei Kőolajfinomító

Mária Terézia 1776-ban Fiume szabad kikötővárost és környékét a Magyar Korona fennhatósága alá helyezte. 1848-ban Horvátországhoz csatolták, majd 1867-ben ismét Magyarországhoz került. A kiegyezés után meginduló gazdasági fejlődés hatására jött létre a Fiumei Kőolajfinomító Rt. is. A finomító 1883-ban kezdte meg a termelést. Évente mintegy 30 ezer tonna kőolajat dolgozott fel, kezdetben főként petróleumra. A kőolaj-feldolgozással foglalkozó tabló előtt, üvegfedél alatt a finomító termékmintái láthatók. Az első világháború után a finomító korszerűsítését már nem Magyarország végezhette – olasz tőkével valósult meg a fejlesztése.

A fiumei finomító termékmintái

Apolló Kőolajfinomító

Pozsony legjelentősebb iparvállalatai közé tartozott az Apolló Kőolajfinomító, amelyet 1895-ben alapítottak. A Duna mellé telepített gyár kezdetben orosz és galíciai kőolajat dolgozott fel. Az I. világháború ezt a nyersanyagforrást megszüntette Magyarország számára, így az Apolló Kőolajfinomítót az 1914-ben feltárt egbelli nyersolajmező látta el nyersanyaggal (Egbell ma: Gbely, Szlovákia). Üzemei a II. világháborúban, az 1944. június 16-án végrehajtott angol-amerikai légitámadás következtében megsemmisültek. Az 1957-ben alapított és 1960-ban működésbe lépett Slovnaft Kőolajfinomító tekinti magát jogutódjának.

Csepeli Kőolaj-finomító

A Royal Dutch-Shell angol-holland konszern alapította a magyarországi Shell Kőolaj Rt.-t, amely 1925-ben kezdte meg működését. Kezdetben kőolajtermékeket importált, majd 1929–30-ban a csepeli szabadkikötőben felépítette a kor színvonalán álló, folytonos üzemű ásványolaj-feldolgozó gyárát.

Kőolajkutatás és -feldolgozás az 1930-as évektől

A trianoni békeszerződés után a kőolaj- és földgáz-lelőhelyek az elvesztett területekkel az ország határain kívülre estek. Az 1930-as években az angol és amerikai tulajdonú European Gas and Electric Company (Eurogasco) Közép-Európa országaiban kőolaj-kutatási engedélyt kapott. A vállalat későbbi tulajdonosának, a Standard Oil Co.-nak Zala megyében végzett eredményes kutatásai után (Budafapuszta, 1937. február–december) alapították meg a Magyar Amerikai Olajipari Részvénytársaságot (MAORT), 1938-ban. 1940-ben a termelt kőolaj mennyisége az ország teljes szükségletét fedezte. A II. világháború alatt új kőolaj-feldolgozók léptek üzembe (pl. Magyar Olajművek Rt., Szőny), de a háború utolsó időszakában a finomítók súlyos károkat szenvedtek.

A háború után a zalai olajmezők túltermeltetése hozamcsökkenéshez vezetett. 1948–1949-ben államosították a MAORT-ot, a vezetők ellen alaptalan pert indítottak.

Az olajiparban végrehajtott átszervezések után a kutatómunka és a vállalatalapítások folytatódtak, feltárták a nagylengyeli olajmezőt (1951), felépült a Zalai Kőolajipari Vállalat (1952), létrehozták a Nagyalföldi Kőolajtermelő Vállalatot (1954). Egységes szervezet kialakításával létrejött az

DKV: atmoszferikus és vákuumdesztilláló

Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt (1957–1960). 1962-ben létrehozták a Komáromi Kőolajipari Vállalatot. 1965-ben üzembe helyezték a Dunai Kőolajipari Vállalat első üzemét, az 1 millió tonna/év kapacitású AV üzemet. Az 1970-es években épült fel a Tiszai Kőolajipari Vállalat.

A rendszerváltozás után, 1991 októberében megalakult a Mol Rt.

Petrolkémia

A petrolkémia fejlődésének szemléltetéséhez a kiállítás a Tiszai Vegyi Kombináttól vesz példákat. A cikk összeállítója azonban nem hagyhatja említés nélkül – amire több szakmabeli látogató is utalt –, hogy a többi hazai vállalat (BorsodChem, Zoltek, Északmagyarországi Vegyiművek, Dunastyr, Nitrokémia) és számos külföldi cég ugyanígy hozzájárult az iparág fejlődéséhez. Hivatkoznia kell Olvasó Árpád: „A magyar vegyipar 100 éve, az olajipar és petrolkémiai ipar fejlődése" előadására [2] és a Vegyészeti Múzeum 35 éve folyamatosan megjelenő évfordulónaptáraira [3].

A petrolkémiai termékek mellett a TVK nitrogén műtrágyákat és festékeket is gyártott. A műtrágyagyártást 1995-ben beszüntették.

Tiszai Vegyi Kombinát

A vállalatnál 1970-ben megkezdte a termelést az I.C.I. nagynyomású technológián alapuló, első, kis sűrűségű terméket gyártó polietiléngyár (LDPE–1) vásárolt etilén felhasználásával. 1970-ben kötötték meg a Magyar–Szovjet Olefinkémiai Egyezményt. Ennek alapján Magyarország évi 250 kt etilént gyártó üzemet épített, amelynek termeléséből tíz éven át évi 130 kt etilént és 80 kt propilént szállított a szovjet félnek. Ezek ellenében feldolgozott petrolkémiai termékeket kapott a partnertől.

1975-ben üzembe helyezték a vegyipari benzin hőbontásán alapuló LINDE technológiájú olefingyárat. Az olefinmű építésével párhuzamosan az ukrajnai Kalusban vinil-klorid gyár épült. Az olefingyárban az etilén és propilén monomerek gyártása teremti meg az alapját a polimer alapanyagok – a polietilén (LDPE, HDPE) és a polipropilén (PP) – gyártásának.

Polipropilén, polietilén

A termelt propilén felhasználásával működött a Hercules tankreaktoros technológiával üzemelő, évi 40 kt kapacitású polipropiléngyár (PP–1). Az üzem 1978-ban kezdett termelni. Az előállított anyag alkalmas volt fröccsöntési célra, kisebb edények, flakonok fújására, illetve pántoló szalagok és fóliák gyártására.

1981 januárjában a TVK és a japán Sumitomo cég szerződést kötött egy évi 40 kt kapacitású polipropilénüzem szállítására. A sorrendben második (PP–2) üzem 1983-ban kezdte meg a termelést, az akkor egyik legkorszerűbb technológiát, a Sumitomo tömbpolimerizációs eljárását alkalmazva. A PP–2 gyárban Magyarországon először működött teljes körű mikroprocesszoros irányítás.

1986. augusztus 21-én lépett termelésbe a TVK új műanyaggyára, a lineáris polietilént gyártó, második PE üzem. A Phillips Petroleum Co. szuszpenziós eljárásával gyártott termék nagymértékben nyújtható (pl. fóliagyártásnál), nagy a mechanikai szilárdsága, jó a hő- és vegyszerállósága.

1989-ben megkezdte a termelést a harmadik polipropiléngyár, HIMONT technológia alapján, 60 kt/év kapacitással (PP–3).

1991–2000: PRIVATIZÁCIÓ

1991 őszén adták át BASF-technológiát alkalmazó üzemet, amely kis sűrűségű polietilén granulátumot állít elő.

A vállalat 1992. január 1-jétől részvénytársasági formában működik, privatizációjára 1996-ban került sor.

2000-ben adták át az új, korszerű polipropiléngyárát (PP–4).

Polipropilén–4 üzem

PETROLKÉMIAI FEJLESZTÉSI PROJEKT

Közel 120 milliárd forintos befektetéssel 2005-ben egy új olefingyár és egy új polietiléngyár kezdhette meg a termelést. A projekt magában foglalta a cég 2000-ben üzembe helyezett polipropiléngyárának intenzifikálását is

A mezőgazdasági kémia történetéből

A 18. század végén a növények alapvető tápanyagforrásának még a humuszt tekintették, de a 19. század első felében N. Th. de Saussure (1767–1845), J. B. Boussingault (1802–1887) és Justus Liebig (1803–1873) munkái eredményeképpen az a nézet vált elfogadottá, hogy a növények karbontartalma a levegő szén-dioxidjából, nitrogéntartalma az ammóniából, káliumés foszfortartalma a talajból származik.

1837-ben J. B. Lawes felismerte a cukorfinomításnál használt csontszén kalciumfoszfát-tartalmának fontosságát, és a hulladék csontszén kénsavas kezelése után előállította az első szuperfoszfátot.

Az 1850-es és 1860-as években megbizonyosodtak a nitrogén műtrágyák fontosságáról és az időszak végére azt a Liebig-féle állítást, hogy az ammónia a fő nitrogén tápanyag, felváltotta az a nézet, hogy a nitrátok jelentik a fő nitrogénforrást.

1877 és 1890 között T. Schloesing és A. Müntz, valamint Warington és S. Winogradszky munkássága nyomán tisztázódott a hüvelyes növények gyökércsomócskáin élő baktériumok (bacterium radicicola) nitrogénmegkötő képessége.

A kálium mesterséges pótlására 1861-ig a fahamut használták, de az ekkor felfedezett stassfurti kálisó-előfordulás felhasználásával ennek a tápanyagnak az utánpótlását is sikerült megoldani. Új foszfátforrást találtak, amikor az acélgyártásnál az eredeti Bessemer-eljárást a Thomas-módszerrel egészítették ki. A visszamaradó bázikus salak fontos foszfátforrás lett.

A nitrogén-utánpótlást a perui és chilei salétrom biztosította hosszú időn keresztül. Nagyobb mennyiségben az 1830-as évektől kezdve szállították Európába kettős célból, egyrészt a robbanóanyag-gyártás nyersanyagaként, másrészt nitrogén műtrágyaként.

A talaj tápanyag-utánpótlásának kutatásában, az ismeretek közreadásában kezdetektől fogva magyar kutatók és tudósok is részt vettek.

1805-ben Sopronban jelent meg Pethe Ferenc (1762–1832) gazdasági szakírónak,

a keszthelyi Georgikon tanárának „Pallérozott mezei gazdaság I. Föld és palántamívelés” című könyve. Bécsben jelent meg 1815-ben ugyancsak Pethe Ferenc gondozásában „A földmívelési kémia gyökere” című könyv, amely H. Davy: „Elements of Agricultural Chemistry” mezőgazdasági kémia könyvének fordítása.

1818-ban Albert Kázmér herceg, Mária Terézia egyik veje megalapított Magyaróváron egy gazdasági magántanintézetet az uradalmi gazdatisztek képzésére. Az intézet 1850-től „Cs. k. felsőbb tanintézet” nevet viselte, majd 1874-ben „M. kir. gazdasági akadémia” rangra emelték. Az akadémia tanszékei mellett alakultak meg a mezőgazdasági kísérleti állomások. Híres tanárai, Cserháti Sándor (1852–1909) és Kosutány Tamás (1848–1915) műve, az 1887-ben megjelent „A trágyázás alapelvei” című munka a magyar mezőgazdaság egyik alapvető könyve lett.

Liebig szemléletét adták közre a Nagykanizsán 1863-ban kiadott füzetek, melyek „A földművelés vegyészete, vagy Liebig Justus vegyészeti levelei” címmel jelentek meg.

Az 1880-as években Pozsonyban, Kassán, Szegeden vegykísérleti állomások létesültek, amelyek elsősorban a mezőgazdasági termeléssel kapcsolatos ellenőrző vizsgálatokat, kémiai elemzéseket végezték.

Európai méretű kénsav- és műtrágyagyártás 1890-ben kezdődött Magyarországon, amikor üzembe helyezték a „Magyar Általános Kénsav-, Műtrágya és Vegyipar Rt.” ólomkamrás kénsavgyárát a pesti Kén utcában. Az üzem elnevezése 1892-ben „Hungária Műtrágya, Kénsav és Vegyipar Rt.”-re változott. Működésével kezdődött el hazánkban a kénsav és szuperfoszfát nagyipari termelése. Az üzem évtizedeken át meghatározó jelentőségű volt vegyiparunkban.

1908-ban a Műegyetemen megalakult a Mezőgazdasági Kémia Technológia Tanszék.

A 19. század végére a chilei salétrom a mezőgazdaság egyre fontosabb nitrogén műtrágyájává vált. A készletek azonban nem voltak kimeríthetetlenek, és nyilvánvaló lett, hogy nem fogják tudni hosszú távon át ellátni a mezőgazdaság igényeit. Annál is inkább, mert azon kívül, hogy a chilei salétromot használták a fő nitrogén műtrágyaként, egyetlen fontos forrását jelentette a salétromsavgyártásnak, amelyre pedig a robbanóanyagok készítésénél volt égető szükség. Ezért a nagy ipari államok mindent megtettek a szintetikus ammónia előállításának kidolgozása és az ammónia oxidációjával való salétromsavgyártás megoldása érdekében.

A Haber–Bosch-féle szintetikus ammóniagyártás, a hidrogén és nitrogén nagynyomású katalitikus reakciójának megvalósítása mérföldkövet jelentett a kémiai nagyipar történetében. Az elméleti alapokat W. Nernst fektette le, a módszer gyakorlati megvalósítása pedig Fritz Haber és Carl Bosch nevéhez fűződik. Az eljárást 1905-re dolgozták ki, majd a Badische Anilin und Soda Fabrik támogatásával gyorsan tökéletesítették. 1917-ben termelésbe lépett a Leuna művek is, és 1918-tól egyedül Németországban évente több mint 200 000 tonna ammóniát állítottak elő.

A Haber–Bosch-féle ammóniagyártást 1932-ben a pétfürdői műtrágyagyárban valósították meg Magyarországon.

Ammónia I üzem

A Hungária Műtrágya, Kénsav és Vegyipar Rt.-n kívül a 20. században a Péti Nitrogénművek, a Peremartoni Vegyipari Vállalat, a Borsodi Vegyi Kombinát, a Tiszai Vegyi Kombinát, a Tiszamenti Vegyiművek gyártott nagyipari méretben műtrágyákat.

A kiállítás a történeti áttekintés mellett néhány eszközt mutat be, melyek a növény- és gyümölcstermesztésben használatosak: csávázóhordót (a vetőmagok vetés előtti vegyszeres kezeléséhez), permetezőkészülékeket és a filoxéra elleni védekezéshez használt injektálókészüléket, amellyel a szénkéneget juttatták a talajba.

Csávázóhordó

Szódavíz

Az erjesztett alkoholos italok élvezete egy idős az emberiséggel. A szőlőtermesztést, borkészítést az ókorban is művelték, a rómaiak a bort alkalmanként vízzel hígították. A 17. században a Dom Perignon készítette pezsgőben természetes úton képződött a szénsav. Mesterséges szénsavas italt, szódavizet Magyarországon egy bencés szerzetes természettudós, a budapesti tudományegyetem fizikaprofesszora, Jedlik Ányos készített először. 1830-ban számolt be készítményéről, majd a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók Vándorgyűlésén mutatta be 1841-ben. Azóta a szódavízkészítés, és a bor-szóda-víz arányok tucatnyi hangulatos elnevezése hungarikummá vált.

A kiállítás felsorolja az európai szódavízgyártás történetének jelesebb eseményeit Johann Baptista van Helmonttól (1616) Jedlik Ányos ipari berendezéséig (1841), ismerteti a magyarországi cégeket, amelyek szikvízgyártó gépeket készítettek, valamint közzétesz egy részletet a fröccslexikonból. A lexikon egyik figyelemre méltó ajánlása az ún. Krúdy-fröccs, amely 9 dl borhoz 1 dl szódavizet ad. A tabló elé helyezett tárgyak között szépen formázott szódásüvegek és egy szikvíztöltő készülék látható.

Szódavízkészítés

A nagyterem után a további három kisebb kiállítótér látnivalóit a következő cikkben szeretnénk ismertetni.

IRODALOM

[1] Próder István: Felújított kiállítások az ötvenéves Vegyészeti Múzeumban, Magy. Kémikusok Lapja (2014) 69, 279–283. és 383–386. Simongáti R., Simongáti Gy.: A magyar lakk- és festékgyártás rövid története, Magy. Kémikusok Lapja, (2008) 63, 67–70.

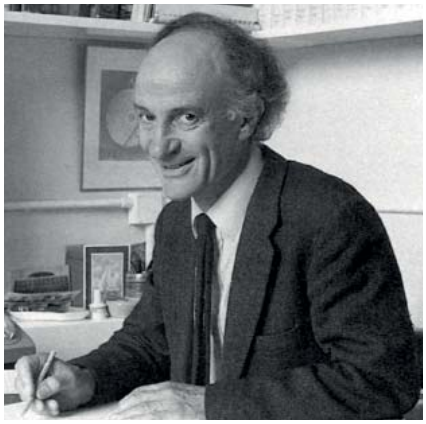
[2] Olvasó Árpád: „A magyar vegyipar 100 éve, az olajipar és petrolkémiai ipar fejlődése” Sopron, 2007. Jubileumi Vegyészkonferencia

[3] Vegyészeti Múzeum: Évfordulónaptárak, Magy. Kémikusok Lapja (Költő László,1979–1983, Próder István 1984–2014) évfolyamok januári számai.

Vegyészkalendárium

Pap József Sándor rovata

DENIS ARTHUR HAYDON (1930. FEBRUÁR 21.) – FELÜLETES MEGÉRZÉSEK? Egy wilmingtoni udvarban antennákkal tűzdelt kis műhely árulkodik a tulaj rádiózás iránti rajongásáról. Denis, a tulaj fia, a házban felhalmozott szakkönyvek és enciklopédiák bűvöletében cseperedik kísérletező kedvű iskolássá. Ennek tetejébe a dartfordi gimnáziumban Mr. Price, a kiváló kémiatanár és hírhedten vagány rögbijátékos veszi szárnyai alá, s innentől nincs menekvés, Denist magába szippantja a kémia.



Iskolai eredményei révén bejut a King's College-ba, ahonnan 1951-ben távozik, immár diplomával a zsebében. Az egyetemi kurzusok azonban meglehetősen egyhangúak Mr. Price izgalmas órái után. Az egyetlen kivétel Sir Eric Rideal, aki ugyan kínosan ügyel, hogy minél kevesebb hasznos információt adjon át – ennek megfelelően teleírja a táblát befejezetlen egyenletekkel –, de legalább otthonra is jut a megfejtenivalókból. Így indul el Haydon a fizikai kémia és a felületkémia rögös emelkedőjén, melyeket valahogy kombinálni szeretne a biológiával, a számára izgalmakkal teli *„terra incognitá"*-val. Megkéri Sir Ridealt, hogy vállalja PhD-témavezetését. Tanára nem túl lelkes, de ha egyszer ez a fiatalember vágya, hát miért nem vizsgál, mondjuk baktériumokat – teszi a mondat végére a pontot –, végtére is, azoknak van felületük.

Öt évig dolgozik Rideal csoportjában, majd az Imperial College-ba helyezik. Témája továbbra is a baktériumsejtek felületkémiája és a víz-olaj határfelületeken megkötődő molekulák vizsgálata. Holland kutatók eredményei szerint a sejtek elektroforetikus mozgékonysága összefügg felületi potenciáljukkal. Haydonék specifikus titrálószerek alkalmazásával keresik, hogy milyen csoport felelős a felületi töltésért. *Escheria coli*-t tenyésztenek, melynek szisztematikus elektroforézise során kiderül, hogy a felületi ionos csoportok zömmel glikoproteid eredetű karboxilátok, és a rétegződésük sokkal mélyebb, mint azt korábban gondolták.

1959-ben a cambridge-i kolloidtudományi tanszék kutatási igazgatóhelyettesévé nevezik ki. Szerencséjére Roughton, az akkori igazgató épp a biológiai membránok irányába szeretne terjeszkedni. Mesterséges foszfolipid kettős rétegek tulajdonságait kezdik vizsgálni. Hladkyval közlik a membránokban gramicidin (egy antibiotikus tulajdonságú peptidkeverék) beépülésével fellépő ionvezetésbeli változásokat. Ez a mű, és az ezt követő továbbiak, nagymértékben hozzájárulnak az ioncsatornák működésének megértéséhez.

A '60-as években, bár elektronmikroszkópos vizsgálati eredmények rendelkezésre állnak, még kétséges, hogy a lipid membránok kettős rétegű felépítése alapvetően fontos szerkezeti tulajdonsága-e a sejtfalnak. Haydon és kollégái (Müller és Rudin után nem sokkal, de jóval részletesebb vizsgálatokkal) megerősítik, hogy a lipid kettős rétegek elenyésző belső tenziójuknak köszönhetően önállóan létezhetnek. Első lépésben lapszerű membránokat készítenek. Az ötletet Overbeek szappanfilmjeiből merítik, ennek inverz megvalósítása vezet a foszfolipid kettős rétegek szintéziséhez. A módszer (vagyis, hogy szerves oldószerben felvett foszfolipidet vízréteg alatt terjesztenek ki) jól működik, lehetővé válik a membránok elektromos kapacitásának és ellenállásának mérésén keresztül azok vastagságának és szerkezetének meghatározása. Haydon a lipid kettős rétegek viselkedését szénhidrogénnel töltött síkkondenzátorhoz hasonlítja. A vastagság pontos meghatározása utat nyit további, szisztematikus kísérleteknek. Ezek során megmutatják, hogy éles mérethatár definiálható, ameddig egy membrán képes befogadni szerves molekulákat. E sorozat részeként olaj-víz rendszerekben fellépő van der Waals-erőhatásokat mérnek membránok jelenlétében.

Roughton pozícióját 1970-ben a Nobel-díjas Alan Hodgkin veszi át, Haydont áthelyezik a biofizika csoporthoz. 1980-tól membrán-biofizika tanárként vegyészeknek felületkémiát, biokémikusoknak membránok biofizikáját tanítja. A Trinity Hall College-ban Hodgkin mellett igazgatóhelyettes lesz.

Van abban valami, hogy a laikusok a vegyészet izgalmait gyakran a piromániáéval azonosítják. A jelek szerint Haydon indulása beleillett ebbe a sztereotíp képbe. A délkelet-angliai Kentben, gyerekkora tájain, a II. világháború után rengeteg fel nem robbant gyújtóbomba maradt szétszórva. Az ifjú Denis kedvenc időtöltése volt, hogy kora reggelente ilyeneket gyűjtött: a bombák magnéziumtartalma szolgáltatta az alapanyagot pirotechnikai kísérleteihez. Szülei, a szomszédság határozott fellépésének is köszönhetően, akkor vetettek véget ténykedésének, amikor sikerült tökélyre fejlesztenie egy fél mérföldes hatótávú, robbanófejjel ellátott rakétát.

Haydon a laborban szereti a csapatmunkát, sohasem dolgozik egyedül. A projekteket alaposan, több szemszögből átbeszéli munkatársaival. Karrierje utolsó tíz évében érzéstelenítőket vizsgálnak a tintahal óriás axonján, amelynek kapcsán gyakori vendég tintahalban gazdag halászhelyeken, például Caracasban. (Ez a különleges, 0,5 mm átmérőjű axon három Nobel-díjas munka sikeréhez is hozzájárult: 1963-ban Hodgkin és Huxley az idegsejt elektromos működésének, 1967-ben Wald a látás fiziológiájának, 1970-ben pedig Katz a kémiai ingerületátvitel alapvető kérdéseinek tisztázásáért kapta meg a kitüntetést.) Ki gondolná, hogy a sikeres halászat ilyen mértékben összefügg a biofizika fejlődésével? Haydon az axonnal végzett kísérletek során arra jut, hogy a membránba épülő szénhidrogének neurológiai hatása a membrán megváltozott vastagságával függ össze, míg alkoholok esetében a felületi megkötődés a felelős.

És mit is csinálhat egy felületkémikus szabadidejében? A krikett és a zongorázás mellett lelkes sziklamászó, a hallgatókkal gyakran eljár hétvégi túrákra. A nyápicnak tűnő professzor meglepően szívós a falakon és ügyesen választ útvonalat. Lelkesedése mindhárom gyermekére átragad.

Utolsó betegsége derült égből villámcsapásként éri. Egyre többet nyomja az ágyat, erős végtagfájdalmai vannak. Csontrákkal diagnosztizálják, a kezdeti kemoterápia ugyan használ, de egy év elteltével újra súlyosbodik állapota. Amíg tud, bejár a laborba, otthon cikkszövegeket ír, egy tudományos önéletrajzot és egy összefoglalót az érzéstelenítők általános leírásáról. Mindössze 58 évet él. (Forrás: R.D. Keynes, *Biogr. Mems Fell. R. Soc. 36 (1990) 200–216.*)

A nemesgázok

Az elsőként felfedezett nemesgáznak, a héliumnak a története különleges, mivel nem a Földön, hanem a Napon fedezték fel az 1868. augusztus 18-i napfogyatkozás alkalmából, Indiában. *Pierre J. C. Janssen* (1824–1907) francia csillagász nagyszámú fényes spektrumvonalat figyelt meg a kromoszférában, amelyek közül egy sárga vonalat nem tudott azonosítani

Az év októberében *J. Norman Lockyer* (1836–1920) angol asztrofizikus is megfigyelte ezt a sárga vonalat. *Angelo Secchhi* (1818–1920) olasz jezsuita szerzetes és csillagász egy hónappal később szintén kimutatta ezt a spektrumvonalat, amelyet D_2-nek jelölt meg.

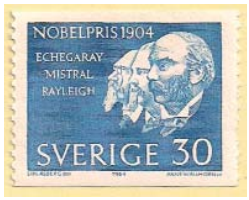
Lockyer az anyagot a görög napistenre, Hélioszra utalva *héliumnak* nevezte el.

Földi körülmények között a hélium spektrumvonalát *William F. Hillebrand* (1853–1925) már 1891-ben „látta”. Az uránszurokérc hevítésekor egy közömbös gázra lett figyelmes, de nitrogénnek vélte.

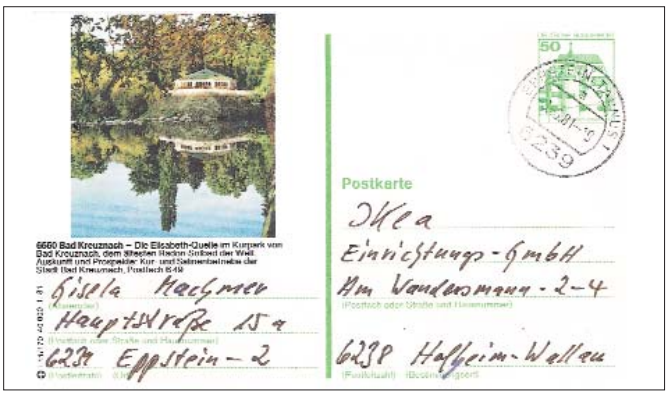
1895-ben *William Ramsay* (1852–1916), az argon egyik felfedezője, megismételte a kísérletet, s a nitrogén és az *argon* vonalain kívül új vonalakat is megfigyelt. Amikor az argon és az „új gáz” spektrumát is felvette, éles „sárga” vonalat látott. *Sir William Crookes* (1832–1919) fejtette meg a rejtélyt: a vonal a hélium 587,49 nm-es vonala.

Főként Ramsay és *Lord Rayleigh* (John W. Strutt: 1842–1919) együttműködésének további nemesgázok felfedezését köszönhetjük.

Mindketten 1904-ben kaptak Nobel-díjat. Rayleigh gázsűrűségmérésekért és az argon felfedezéséért a fizikait, Ramsay a nemesgázok felfedezésért és a periódusos rendszerbe való besorolásukért a kémiait.



A *neont*, a *kriptont* és a *xenont* 1898-ban Ramsay közreműködésével folyékony levegőből izolálták. Az utolsó természetes nemesgázt, a *radon*t 1900-ban *F. E. Dorn* fedezte fel Németországban, és 1908-ban Ramsay izolálta. A radon a rádium bomlásterméke, maga is radioaktív. A radontartalmú gyógyvizeket számos betegség kezelésére ajánlották.



A nemesgázok a periódusos rendszer VIII. főcsoportjában találhatók, valószínűleg közéjük tartozik a Dubnában 2006-ban mesterségesen előállított *ununoktium* is. A nemesgázok az újabb beosztás szerint a táblázat jobb szélen, a 18. csoportba tartoznak.

A nemesgázok normál körülmények között egyatomosak. Külső elektronhéjuk teljesen be van töltve, vagy üres. Csak ritka esetben vesznek részt kémiai reakciókban. Ezért izzólámpákban és hegesztésnél védőgázként használhatók.

Közismert alkalmazásuk terepe a gázkisülési cső: mindegyikük karakterisztikus fényt bocsát ki.

A héliumot a levegőnél kisebb sűrűsége miatt és azért, mert nem tűzveszélyes, gázballonok és léghajók töltésére használják.

A héliummal, alacsony olvadáspontja miatt, szupravezető mágneseket hűtenek, például az MRI-berendezésekben.

Az Általános Súly- és Mértékügyi Értekezlet (*Conférence Générale des Poids et Mesures*) a hosszúság egységének alapjául választotta a kripton–86 narancssárga vonalának hullámhosszát, amelynek 1 650 763,73-szorese a standard méter. Ez volt a méter meghatározása 1960 és 1983 között.

Boros László

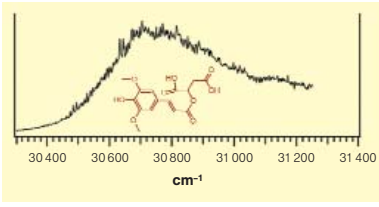
TÚL A KÉMIÁN

Súlytalan álom

Az űrhajósok korántsem alszanak annyit, mint amennyit az orvosaik szeretnék. Ez az egyik fő következtetése annak a tanulmánynak, amely 2001 és 2011 között 85, az űrrepülőgépeken, illetve a Nemzetközi Űrállomásokon szolgálatot teljesítő asztronauta szokásait elemezte. Az időrendjük napi 7 óra 20 perc pihenést irányoz elő; ezt a csuklójukon viselt elemző műszerek (aktigráfok) szerint az űrhajósok ugyan próbálják betartani, de valójában még 6 óránál is kevesebb időt töltenek alvással. A relatív alváshiány nemcsak az űrrepülés időtartama alatt, hanem az azt megelőző mintegy két hétben is nagyon hasonló mértékben volt tapasztalható. A pihenéssel töltött idő annak ellenére volt rövidebb a kívánatosnál, hogy az asztronauták túlnyomó többsége bevett valamilyen altatót; ez a vizsgálatban feldolgozott éjszakák mintegy felénél előfordult. A küldetés vége utáni periódus valamelyest enyhülést hozott: ekkor közel 7 órára emelkedett az átlagos alvási idő. A tanulmány szerzői szerint további orvosi erőfeszítésekre van szükség a probléma kezelésére.

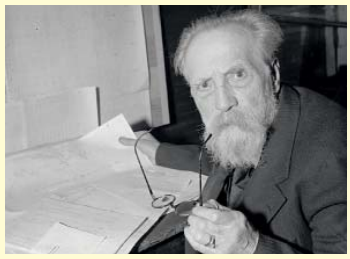
Lancet Neurol. 13, 904. (2014)

A növények napteje



A szinapilsav almasavval képzett észtere (szinapoil-malát) az egyik legfontosabb anyag, mely a zöld növényeket védi az UV–B-sugárzástól. A vegyület különlegesnek számító fényelnyelő sajátságainak részletes kísérleti és elméleti elemzését csak a közelmúltban végezték el. A méréseket speciális, szuperszonikus expanziós módszerrel hajtották végre, hogy a molekulák közötti kölcsönhatások szerepét minimálisra csökkentsék. A különleges, nagyon széles sávokkal járó fényelnyelési sajátságok ennek ellenére is megmaradtak, így ezek oka a gerjesztett állapotok szerkezetével van kapcsolatban. A molekula kisebb részegységeinek vizsgálata azt bizonyította, hogy a sávszélesedési sajátságok éppen a szinapoil-malát esetében a legnagyobbak, így az evolúció pont a megfelelő vegyületet választotta napfényvédelem céljára.

J. Am. Chem. Soc. 136, 14780. (2014)

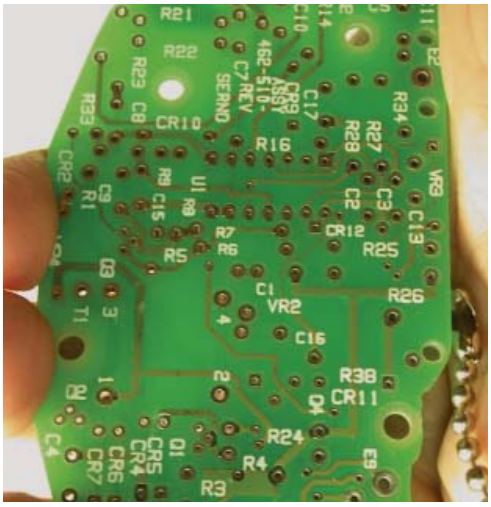


CENTENÁRIUM

Henryk Arctowski: A Study of the Influence of Volcanic Dust Veils on Climatic Variations *Science*, Volume 41, pp. 252–255. (1915. február 12.)

Henryk Arctowski (1871–1958) lengyel tudós, felfedező, neves meteorológus volt. Az elsők között töltött el egy teljes telet az Antarktiszon. Nevét egy antarktiszi kutatóállomás, valamint az Amerikai Tudományos Akadémia által napfizikai eredményekért adományozott Arctowski-díj őrzi.

Zöld áramkörök



A számítógépek és mobiltelefonok rohamos elterjedésével a világon keletkező e-hulladék mennyisége is nagyságrendekkel megnövekedett, manapság akár az évi 25 millió tonnát is elérheti. Ezért van nagy jelentősége annak, hogy a közelmúltban sikerült a természetben lebomló nyomtatott áramköröket készíteni. Ezekben magnéziumot, cinket vagy volfrámot használnak nanorészecskék formájában, a hordozó pedig nátrium-karboximetil-cellulóz. Egy ilyen eszköz vízbe merítve nagyjából tíz perc alatt szétesik, ami búvárok számára nem vonzó tulajdonság, de szemétlerakókban hasznos lehet. A gyártók üzleti érdekei szempontjából valószínűleg az sem másodlagos, hogy így a manapság sem éppen az örökkévalóságnak tervezett elektronikai eszközöknek akár hivatalos lejárati ideje is lehet.

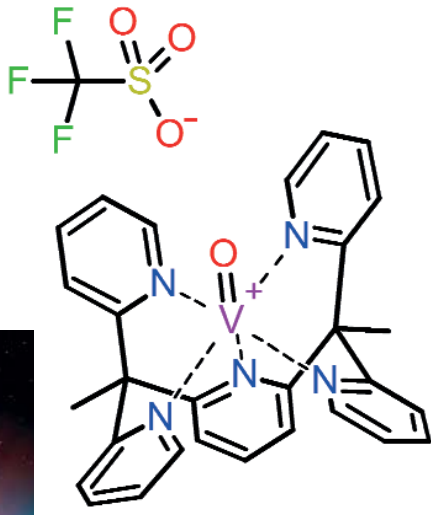
Adv. Mater. 26, 7371. (2014)

APRÓSÁG

A nagy múltú Varian céget 2010-ben megvásárló Agilent bejelentette, hogy megszünteti NMR-készülékeket gyártó részlegét.

Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: lenteg.mkl@science.unideb.hu.

A HÓNAP MOLEKULÁJA



Az ábrán látható, pentapiridil ligandumot tartalmazó vegyület ($C_{30}H_{25}F_3N_5OS_4V$) a vanádium(III)-oxo-vegyületek családjának első, izolált és részletesen is tanulmányozott tagja. Színe sötétkék, benne a röntgenkrisztallográfiával meghatározott V=O kötéstávolság 162,1 pm, amely a szokásos vanádium(IV)-oxo-kötésekhez képest meglehetősen hosszú. A vegyület előállításához az analóg vanádium(IV)komplexet redukálták $Co(C_5H_5)_2$-vel.

Inorg. Chem. 53, 11388. (2014)

Süssünk olívaolajban!

A szakácsok jól tudják, hogy a sütéshez használt olaj élettartama nagyon is véges. Egy kutatócsoport tudományos alapokon közelítette meg ugyanezt a kérdést, s az olívaolaj, a kukoricaolaj, a szójaolaj és a napraforgóolaj hőstabilitási tulajdonságait vizsgálta meg részletesen. A kísérleteket három hőmérsékleten (160, 180 és 190 °C) végezték a szokásos konyhai körülmények között, minden esetben sült krumpli készítése közben. Az olívaolaj bizonyult a legstabilabbnak: használat után ebben volt a legkisebb a transz-zsírsavak, illetve a poláris vegyületek mennyisége. Az elemzések szerint a napraforgóolaj volt a legrosszabb: különösen ismételt felhasználásánál tapasztaltak nagymértékű bomlást.

J. Agric. Food Chem. 62, 10357. (2014)

Vérvétel helyett tapasz

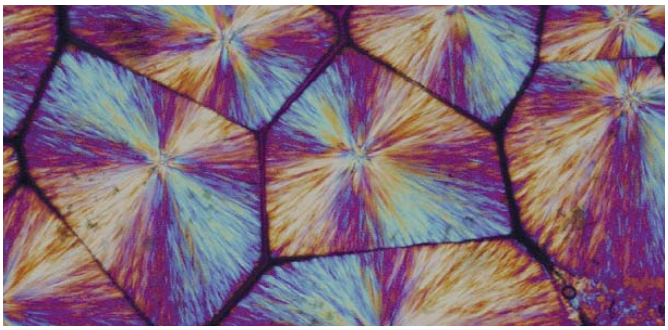
A közelmúltban végzett egérkísérletek tanúsága szerint egyes orvosi vizsgálatok elvégzéséhez vérvétel helyett akár egy tapasz viselése is elég lehet. A publikált munkában két, fehérje típusú biomarker – a maláriával kapcsolatos rekombináns *Plasmodium falciparum* rPfHRP2 és a teljes Immunglobulin G – analízisét sikerült megvalósítani ilyen mintavétel segítségével a bőrben lévő folyadékból, amely nagyjából 8 ml vérplazmával volt ekvivalens. A detektálási lépés külön, *in vitro* módon történt megfelelő antitestek segítségével. A módszer összességében jóval érzékenyebbnek bizonyult, mint az összehasonlításra használt, szokásos eljárás.

Anal. Chem. 86, 10474. (2014)

Passzív épülethűtés

Melegebb vidékeken a légkondicionálók üzemeltetése akár a teljes áramfogyasztás felét is kiteheti. Ezért nagy jelentősége lehet a hősugárzás révén működő passzív hűtésnek, amely lényegében az űrbe juttatja ki a felesleges hőt a légkörben átlátszósági ablaknak számító 8 és 13 mm közötti hullámhossztartományban. Egy újonnan kifejlesztett, hét HfO_2 és SiO_2 rétegből álló bevonat segítségével ezt a kisugárzásos hűtést tűző napsütésben is sikerült hatékonyan megvalósítani, s így az épületben a környezeti levegőnél 5 °C-kal alacsonyabb hőmérsékletet lehetett fenntartani energiafelhasználás nélkül.

Nature 515, 540. (2014)



Soha nem látott polipropilénkristályok

Az izotaktikus polipropilén a világ második legnagyobb mennyiségben előállított műanyaga. Eddig négy kristályos formája volt ismert (α, β, γ, δ), s néhány hónapja egy újabbat fedeztek fel, amely természetesen az ε jelölést kapta. A minta, amelyben felfedezték, sztereokémiai hibákat tartalmazott, vagyis nem minden királis szénatom konfigurációja felelt meg az izotaktikus szerkezetnek. Az ε-polipropilén érdekes tulajdonsága, hogy sűrűsége 10%-kal kisebb más kristályos módosulatokénál, és még az amorf polipropilénét sem éri el. Ezért a felfedezésnek akár ipari jelentősége is lehet.

Macromol. 47, 7612. (2014)

TUDOMÁNYOS ÉLET

Elektrokémikusok Szegeden

2014. december 16-án tartotta előadóülését az MTA Elektrokémiai Munkabizottsága az MTA Szegedi Akadémiai Bizottság Székházában.

Az analitikai kémia és a fizika ősi kapcsolatából először az önálló fizikai kémia, a műszeres analitika, majd a mérnöki tudományok bekapcsolódásával a szenzorika született. Az elektrokémia az önálló fizikai kémia azon ága, amely az elektromosság és a kémiai reakciók közötti kapcsolatot tárgyalja. Hazánkban elektrokémiai alapkutatás jelenleg három egyetemen és néhány akadémiai intézetben folyik. Az eredményekről a kutatók rendszeresen beszámolnak az MTA munkabizottságai által szervezett előadóüléseken.

A mostani előadóülést *Pajkossy Tamás*, az MTA doktora (MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézet), az MTA Elektokémiai Munkabizottsága elnöke szervezte, házigazdája pedig *Visy Csaba*, a Szegedi Tudományegyetem Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszékének professzor emeritusa volt.

Az előadóülés meghatározó egyénisége, kétségkívül, a szintén vendéglátóként bemutatkozó szegedi *Janáky Csaba* volt. Janáky Csabát, mint a Magyar Kémikusok Lapja szerkesztőbizottságának tagját, néhány évvel ezelőtt már megismerhették olvasóink. Az ifjú kolléga szervezőképessége elmélyült szakmai tudással párosul, aminek eredménye az az örvendetes hír, hogy az MTA Lendület pályázatán önálló kutatócsoport szervezésére kapott (úgy anyagi, mint személyi) lehetőséget.

Az MTA–SZTE Lendület Fotoelektrokémiai Kutatócsoport laboratóriuma

Nagy ívű előadásában – ami egyben programtervezet is volt – Janáky Csaba a fotoelektrokémiai cellák kutatási terveiről is beszélt, melyek eredménye az *Oláh György* féle Metanolgazdaság[1] folytatása lehet. Kutatócsoportjának tagja, *Endrődi Balázs* doktoráns a termoelektromos körbe iktatott vezető polimerek szerkezettől függő tulajdonságait kutatja.

A mérnöki tudományok és az elektrokémia kapcsolatát mutatta be *Bokányi Ljudmilla*, a Miskolci Egyetem tanára. Az intézetében végzett zéta-potenciál-mérések (melyek a klasszikus fizikokémia tárgykörébe tartoznak) rendkívül hasznos információt szolgáltatnak a fémkohászatban lényegi szerepet betöltő flokullálási technológiákban.

[1] Oláh György, Alain Goeppert, G. K. Surya Prakash: Kőolaj és földgáz után. A metanolgazdaság. Better Kiadó, Budapest, 2007.

Az elektrokémia pécsi iskolája *Nagy Géza* professzor nevéhez köthető, aki Pungor-tanítványként Pécsen, a Tudományegyetem Fizikai Kémiai Tanszékén alapított új iskolát. Nagy Géza munkássága a biológiai közegekben történő voltammetriás mérések körébe tartozik: módosított felületű amperometriás szenzorokkal végzett aszkorbinsav-meghatározásokról tanítványa, *Őri Zsuzsanna* doktoranda tartott előadást. *Nagy Géza* tanszékének egyik munkatársa, *Kiss László* a módosított felületű voltammetriás méréseket nem oldat-, hanem gázfázisban végezte, ami a hétköznapi életben is közismert gázérzékelők fejlesztésében játszik fontos szerepet. *Kiss András*, a tanszék másik kiválósága az elektrokémiai mikroszondás felületi képalkotás körében végez izgalmas kísérleteket, talán *Tóth Klára* közelmúltban elhunyt akadémikus asszony emlékét is idézve.

Az előadóülés rendkívüli sikerét és az érdeklődés hőfokát az jellemezte a legjobban, hogy az utolsó előadás megtartására, valamint a munkabizottsági vezetőségválasztására már nem maradt idő, így Pajkossy elnök úr mindenkit meghívott a Pécsi Tudományegyetemen 2015 februárjára tervezett szenzorikai konferenciára: a folytatásra.

Tömpe Péter
A Szerves- és Gyógyszeranalitikai Szakcsoport elnöke

Megalakult a MTA Vegyipari Műveleti és Gépészeti Munkabizottsága

Az MTA Kémiai Osztályán működő két tudományos munkabizottság, Vegyipari Gépészeti Munkabizottság (VGM) és Vegyipari Műveleti Munkabizottság (VMM) 2014. december 10-én egyesült, és a jövőben közös munkabizottságként, Vegyipari Műveleti és Gépészeti Munkabizottság (VMGM) név alatt folytatja munkáját. Ennek oka az, hogy a VGM elnöke, Németh Jenő bejelentette elnöki teendőitől történő visszavonulási szándékát. Közölte, hogy nem lévén más jelölt megüresedő elnöki posztjára, javasolja a VGM összevonását a Vegyipari Műveleti Munkabizottsággal. Ez a közös munka és elnevezés nem teljesen új, hiszen a régmúltban ilyen név alatt dolgozott együtt a két terület. Az egyesülést a Műszaki Kémiai Tudományos Bizottság 2014. november 20-i ülésén, valamint az MTA Kémiai Osztály december 9-i ülésén is jóváhagyta.

A „régi-új" Vegyipari Műveleti és Gépészeti Munkabizottság elnöki posztjára az alakuló ülés egyhangúan Mizsey Pétert választotta meg.

Az alakuló ülésen a résztvevők megköszönték Németh Jenő munkáját, és egyetértettek abban, hogy áldozatos munkája mindenképp elismerést érdemel.

Ujhidy Aurél
VMGM titkár

Víz- és szennyvízkezelés az iparban '14

Konferencia Nagykanizsán

A 2014-ben alakult Soós Ernő Víztechnológiai Kutatóközpont (mely alapítói a Pannon Egyetem Mérnöki Kara, a Hidrofilt Vízkezelést Tervező és Kivitelező Kft. és Nagykanizsa Megyei Jogú

Város) 2014. december 3-án szervezte meg első tudományos konferenciáját *Víz- és szennyvízkezelés az iparban* címmel Nagykanizsán, a Pannon Egyetem Nagykanizsai Kampuszán.

Friedler Ferenc, a Pannon Egyetem rektora, Cseresnyés Péter Nagykanizsa és térsége országgyűlési képviselője, valamint Borsos Ferenc, a Hidrofilt Kft. ügyvezető igazgatója ünnepélyes keretek közt aláírták az együttműködési megállapodást a Soós Ernő Víztechnológiai Kutatóközpont létrehozásáról és működtetéséről.

Az együttműködési megállapodás aláírása

Ezután a „Pannónia Felsőoktatásáért Díj"-at vehette át Cseresnyés Péter, a kutatóközpont egyik ötletadója, fő támogatója.

Az aláírást követően Borsos Ferenc, a Hidrofilt Kft. ügyvezető igazgatója bejelentette a Soós Ernő Ifjú Kutatói Díj megalapítását, melyre víz- és szennyvízkezeléssel foglalkozó MSc- és PhD-dolgozatokkal lehet pályázni 2015 tavaszi szemeszterétől.

A konferencia fő célkitűzése, hogy a víz- és szennyvízkezeléssel foglalkozók bemutathassák a legújabb kutatási eredményeiket, és egy napra a rendezvény teret adjon a víz- és szennyvízkezeléssel foglalkozó szakemberek, kutatók és ipari partnerek kapcsolatteremtéséhez is.

Először Fülöp Júlia (Kiemelt Közszolgáltatások Főosztály főosztályvezető, NFM) adott tájékoztatást előadásában a KEHOP-on belüli vízipari fejlesztési források lehetőségeiről, majd a konferencián neves előadók mutatták be legújabb tapasztalataikat mind a tudomány, mind az ipar területéről.

A plenáris ülés első előadásaként Bélafiné Bakó Katalin (Pannon Egyetem Mérnöki Kar) a membránszeparációs műveletek legújabb kutatásairól, majd Laky Dóra (Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem) a mélységi vizek kezelésére alkalmas technológiai megoldásokról beszélt.

Ezt követően Anda Angéla (Pannon Egyetem Georgikon Kar) a Kis-Balaton területi párolgásának meghatározásáról, valamint Galambos Ildikó (Soós Ernő Víztechnológiai Kutatóközpont – Soós WRC) a membrántechnika alkalmazása a víz- és szennyvízkezelés aktuális kérdései témában tartott előadást.

A délután folyamán a konferencia két-két ipari és tudományos szekcióban folytatódott, ahol változatos, szerteágazó témájú előadások hangzottak el.

Az ipari szekcióban a következő cégek vezető szakemberei tartottak előadást, mutatták be legújabb fejlesztéseiket és azok használata során szerzett tapasztalataikat: Alföldvíz, Coca-Cola HBC, DOW, GE Waters & Process, Gránit Gyógyfürdő, Grundfos, Hach-Lange, Hidrofilt Kft., Körte Környezettechnika Zrt., LANXESS, LIGNIMIX, MOL, Multichem, Pureco, Szabadics Zrt., Toray, Zalavíz.

A tudomány területéről a BAY–BIO, a BioModel Bt., a Budapesti Corvinus Egyetem, a Debreceni Egyetem – ENQUA Kft., az ELTE Környezettudományi Kooperációs Kutatóközpont, az Óbudai Egyetem, a Pannon Egyetem (Veszprém), a Szegedi Tudományegyetem és a Soós Ernő Víztechnológiai Kutatóközpont kutatói számoltak be eredményeikről.

A konferencia a szekcióelnökök összefoglalásával és a résztvevők pozitív, építő jellegű hozzászólásaival, javaslataival zárult.

A jó hangulatú konferencia nagy sikert aratott szakmai körökben, amit a 170 fős résztvevői megjelenés is jól illusztrál.

A kutatóközpont a konferenciát hagyományteremtő szándékkal szervezte. Az egyöntetű elismerésekre alapozva a jövő évtől nemzetközivé kívánja fejleszteni, kiterjeszteni – angol szekciókkal. Az ipar és a tudományos élet szereplőin kívül a szolgáltatásban tevékenykedő vállalatok meghívásával szeretné szélesíteni a palettát.

A konferencián elhangzott előadások anyagaiból CD jelenik meg (2015 márciusában).

Szemmelveisz Ildikó
Soós Ernő Víztechnológiai Kutatóközpont, Nagykanizsa

KITÜNTETÉSEK

Gábor Dénes-díj, 2014

2014 decemberében újra átadták a rangos Gábor Dénes-díjakat a Parlamentben. Alább annak a beszédnek az írott változatát olvashatják, amelyet Gyulai József, a Novofer Alapítvány kuratóriumának elnöke mondott az ünnepségen.

Tisztelt Házelnök Úr, érintett követségek képviselői, Államtitkár Urak, a Magyar Tudományos Akadémia, valamint a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala Elnöke, Rektor Úr!
Tisztelt Díjazottak! Tisztelt Jelenlévők! Hölgyeim és Uraim!

Immáron negyedszázadon át valósulhatott meg az Alapító álma, amely Gábor Dénes napjainkig élő hagyományának őrzésére vállalkozott, és amelynek csúcspontja a kiemelkedő mérnöki teljesítmények évenkénti elismerése a Gábor Dénes-díjjal. Ez a díj, a díjazottak kiválósága révén, mára beépült a hazai, sőt a nemzetközi tudatba. De hadd szóljon majd erről itt és ma az Alapító maga. Azt tenném mindössze hozzá, hogy ezzel lett a díjkiosztás a magyar mérnöki munka ünnepe. A legtöbb díjazott későbbi teljesítménye is bizonyítja az előterjesztések meggondoltságát és a döntések helyességét, indokoltságát.

A jelen kuratórium negyedszerre élt azzal a lehetőséggel – vállalva a felelősséget –, hogy odaítélje a díjat néhánynak a „mindenképpen érdemes javasoltak" közül, illetve eldöntse, hogy a fiatalok köréből kiket érjen a Gábor Dénes nevét viselő ösztöndíjak valamelyik formájának megtiszteltetése.

Az idei előterjesztések, amelyekből válogathatott, majd dönthetett a kuratórium, ismét nehéz feladat elé állítottak bennünket. Igyekeztünk azonban az előterjesztésekből a mérnöki és a már alkalmazásig, pláne a piacig is eljutott mérnöki teljesítményt díjazni.

Két eredményes kutatót díjaztunk a külhoni javasoltak közül, hetet hazai kiválóságaink köréből.

In Memoriam Gábor Dénes-, illetve Külhoni Gábor Dénes-díjat kapott az Erdélyi Múzeumegyesület egyik meghatározó személyisége és egy kiemelkedő szlovákiai anyagtudós, az MTA külső tagja.

Hazai, de nemzetközi hatásúként, díjazott lett űrelektronikai mérnök; szenzorfejlesztő orvos-biológiai mérnök; a hazai papíripar nemzetközileg ismert szellemi vezére; unikális molekulár-biológiai analitika kifejlesztője; a reciklizálásra is receptet adó polimer-kompozit vegyész; különleges csendeket alkotó akusztikus mérnök; unikális biológiai vizsgálatokat lehetővé tevő, új mikroszkópi rendszer kifejlesztője.

Gondolataink hátterében ott lebegett, ceterum censeo*-ként, hogy a tudománynak a 21. században nem lehet fontosabb feladata, mint kutatni, kikutatni, hogy élhet-e és, ha igen, miként, 7–10 milliárd ember a Földön úgy, hogy a fajok egymásba fonódó, egymást éltető láncolata se szakadjon meg végzetesen.*

A megoldás lépései ugyan kézenfekvőek, de csak lassan épülnek be a műszaki életbe, különösen a gazdaságba. Fontos, hogy az emberiség felelősségérzettel gondolja át teljes termelőtevékenységét – az energiagazdaságosság és a reciklizáció céljával. A kutatói tudat ehhez azonban hozzáteszi, hogy a cél elérését alapvetően korlátozná, ha csak a mai tudástárral vágnánk neki a feladatnak. Kell a holnap tudása is, amit a kutatás, az alapkutatást is beleértve, képes szolgáltatni. Kellenek új és új eszközök, törvények, új tudományos modellek, amelyek segítségével azután a holnap mérnöki gondolkodása *már megfelelő termékeket fejleszthet ki. Így látszik esély arra – az építész Buckminster Fullerrel szólva –, hogy a* „Föld űrhajó”*-nak, ennek a Napmotornak a már szinte ember vezérelte életét közelítsük ahhoz az életformához, amelyet újabban az Európai Unió tervei „Circular economy”-nak neveznek, amely hulladékmentes világot vizionál – megoldást, amelyet Drozdy Győző kurátorunk még ifjan, de csak egy magánbeszélgetésünkben megfogalmazott. Ez az economy, sajnos, még a H2020-ban sem eléggé explicit. Ha azonban az önkörébe zárt termelés-fogyasztás egyre fejlettebb tudományos fegyvertárra alapozva valósul meg, akkor remélhetjük, hogy a jövő kellemesebb is legyen, mint Madách falansztere.*

Hogy ebben az átalakuló világban hazánk továbbra is jelentős szerepet játszhasson, és a későbbi Gábor Dénes-kuratóriumok számára is minőségi választék álljon rendelkezésre, annak „alfá”-ja is egy ceterum censeamus*: a stimuláló családi környezettel harmonizáló jó közoktatás. Ebben fő szerepnek kell jutnia az önálló gondolkodású, magas presztízsű és* felerészben férfi *tanároknak.*

Igaz, a mai ünnepség látszólag másról szól, de csak látszólag. Nemzeti érdek, de az emberiség összérdeke is az olyan közoktatás, ahol a bárhol született fiatal megkapja a kibontakozáshoz, netán a kiugráshoz szükséges esélyt. Az itthoni helyzet is sok-sok azonnali tennivalót igényel, főleg a tanárutánpótlás vonalán – magam is elgondolkodtam, hogy az én generációmnak is vállalnia kellene gimnáziumi tanítást.

A minőségi oktatásban felnevelkedő generációkat ugyanis ki lehet tenni a globális kihívásnak is. Nekik természetes lesz, hogy a világ legjobb helyeit a fecskéink, gólyáink módján *járják: azaz költeni hazajárva. Nekünk, itthoniaknak viszont elsőrendű feladatunk, hogy rakjunk a magasból felismerhető* fészkeket *a* méretes *póznákra feltett kocsikerekekre. Ennek sikeréhez azonban, adófizetői pénzen kívül, még nehezebbre is szükség van: a hivatás tiszteletének, a minőség elismerésének és az erkölcsi példamutatásnak az általánossá válására.*

Hisszük, hogy valamennyi múlt és jelen Gábor Dénes-díjazott, akik közül többen ez évi kiadványunkban kisebb esszéikkel is vallottak, példájuk felmutatásával hozzájárultak és hozzájárulnak a nemzet továbbemelkedéséhez, eljutva Gábor Dénes fogalmazásában: az „érett társadalom”-ig – igazolva az Alapító álmát is... Köszönöm, hogy mindezeket elmondhattam.

2014-ben két vegyészmérnök, *Guttman András* és *Karger-Kocsis József* lett Gábor Dénes-díjas. *Borbás Enikő*, a BME vegyészmérnök-hallgatója Gábor Dénes Tudományos Diákköri ösztöndíjat kapott.

Lovász László, az MTA elnöke, a kitüntetett Guttman András és Gyulai József, a Novofer Alapítvány kuratóriumának elnöke (balról jobbra)

Guttman András az indoklás szerint az ezredforduló kémiáját, biológiáját és orvostudományát új alapokra helyező genomika, proteomika és glikomika fejlődését megalapozó korszerű bioanalitikai kutatások, továbbá a bioszeparációs tudományok terén elért eredményeiért kapta az elismerést.

Karger-Kocsis József a polimerek és kompozitjaik tulajdonságainak javítása és alkalmazása; az anyagvizsgálati módszerek kidolgozása és továbbfejlesztése; a mátrix/erősítőanyag határfelületi kölcsönhatások tanulmányozása, műanyag- és gumihulladékok újrahasznosítása terén elért eredményeiért kapta meg a Gábor Dénes-díjat. (Interjúnkat egy későbbi számunkban olvashatják.)

Átadták a 2014 évi Rátz Tanár Úr Életműdíjakat

Az Ericsson Magyarországnak, a Graphisoftnak és a Richter Gedeon Nyrt.-nek nem titkolt érdeke, hogy a természettudományos oktatás magas színvonalon maradjon Magyarországon. Ezen társadalmi szerepvállalásukkal az oktatás területén olyan általános és középiskolai tanárokat jutalmaznak, akik pályájuk során különösen sokat tettek, tesznek a hazai reáloktatásért és a reálértelmiség következő generációiért.

A Rátz Tanár Úr Életműdíj mára a hazai természettudományos oktatás és egyben a közoktatás egyik legrangosabb elismerése lett. Az elmúlt tizennégy év során 104 pedagógus kapta meg e rangos kitüntetést.

A 2014. évi életműdíjakat matematikából *Békefi Zsuzsa* és *Kubatov Antal*, fizikából *Tóth Eszter* és *Zátonyi Sándor*, kémiából *Böddiné Schróth Ágnes* és *Endrész Gyöngyi*, biológiából *Szalainé Tóth Tünde* és *Kánitz József* középiskolai tanárok kapták.

Mindannyiuknak elismerés kiemelkedő pedagógusi munkásságukért, és gratulálunk kitüntetésükhöz! **KT**

ALKÍMIA MA – 100. alkalommal

Perczel András Bolyai-díjas professzor „A fehérjék Janus-arca: végzetes változások” címmel tart előadást.

2015. február 19. csütörtök, 17:00
ELTE TTK Kémiai Intézet (1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A) 083-as terem

HÍREK AZ IPARBÓL

A Magyar Nukleáris Társaság sajtóközleménye a Paksi Atomerőmű vezetésének tervezett lecseréléséről

Az MNT tiltakozik a paksi atomerőmű vezetésének lecserélése és az erőmű dolgozói létszámának csökkentése ellen. A társaság felhívja a figyelmet arra, hogy ezek az intézkedések a nukleáris biztonságot veszélyeztetik.

A Magyar Nukleáris Társaság (MNT) elnöksége aggodalommal követi a sajtóban megjelent híreket a paksi atomerőmű teljes vezetésének lecseréléséről és az erőmű dolgozói létszámának radikális csökkentéséről. Bízunk benne, hogy ezeket a híreket nem követik olyan kormányzati intézkedések, amelyek az erőmű biztonságos üzemeltetését veszélyeztetnék.

A paksi atomerőmű nemzetközi szinten is kiemelkedő biztonsággal, gazdaságosan üzemel. Az erőmű vezetése nagyon sok olyan fejlesztést hajtott végre az utóbbi években, amelyek a hosszú távú, megbízható üzemvitelt segítették elő.

A kilencvenes években, az AGNES projekt keretében a hazai szakemberek felmérték az erőmű biztonságát és számos biztonságnövelő intézkedést javasoltak. Ezeket végre is hajtották, ennek is köszönhető, hogy hazánk EU-csatlakozása során nem kérdőjeleződött meg a paksi atomerőmű biztonsága. Az erőmű két blokkjának élettartamát meghosszabbították 30 évről 50 évre, a másik két blokk üzemidejének meghosszabbítása is folyamatban van. Az eredetileg 440 MW-os reaktorok teljesítményét körültekintő műszaki megoldásokkal megemelték 500 MW-ra. Az erőműben számos biztonságnövelő intézkedést hoztak és új technológiák bevezetésével felkészültek a súlyos balesetek kezelésére is. A fukusimai balesetet követő európai „stressz teszt” vizsgálataiban a paksi atomerőmű kiemelkedően jól szerepelt, és a radioaktív hulladékok kezelésének magyar megoldásai is nemzetközileg elismertek. Mindez nagyon jól jelzi, hogy az atomerőmű vezetése mind a biztonságot, mind a hatékonyságot kiemelt figyelemmel kezeli, az erőmű jó kezekben van.

Magyarországon egyetlen atomerőmű üzemel, ezért a paksi szakembereknek sok olyan feladatot is el kell látniuk, amelyekért más – több atomerőművel rendelkező – országokban valamilyen központi szervezet (pl. az áramszolgáltató) felel. Pakson működik például szimulátoros oktatóközpont, ami csak néhány atomerőműben van és fenntartják a világon egyedülálló karbantartó gyakorló központot is. Az erőmű szakemberei foglalkoznak azzal is, hogy a gazdaságosabb üzemeltetés érdekében új típusú fűtőelemeket vezessenek be, ebben az évben tettek javaslatot a nukleáris üzemanyag használati idejének (szakkifejezéssel: kampányának) a növelésére 12 hónapról 15 hónapra. A nagymértékű létszámcsökkentés egyértelműen a biztonság rovására menne, ezért az erőmű felelős vezetése erre nem vállalkozhat. A nukleáris biztonság a legfontosabb, amit nem írhat felül semmilyen gazdasági érdek.

Számos nemzetközi szervezet rendszeresen vizsgálja a paksi atomerőmű működését. A WANO (World Association of Nuclear Operators), vagy a NAÜ (Nemzetközi Atomenergia Ügynökség) külföldi szakértőinek értékelése olyan visszajelzést jelent, ami a nemzetközi tapasztalatokat közvetlenül eljuttatja az erőműhöz.

A magyar vezetés lecserélése külföldi szakemberekre, illetve külföldi a szakértők bevonása az operatív vezetésbe egyértelműen hibás lépés lenne, ha egyáltalán megoldható: a paksi atomerőműhöz a paksi szakemberek értenek a legjobban!

Budapest, 2014. december 21.

A Magyar Nukleáris Társaság elnöksége

[Úgy látszik, a kormányzat, az érintettek véleményének figyelmen kívül hagyásával, erőből, mindenáron keresztül akarja vinni Paksszal kapcsolatos elképzeléseit. (A felelős szerk.)]

Nem hátrálhat a Richter Oroszországban

Vannak olyan vélemények, hogy lassacskán afféle Sztálingráddá válhat az orosz piac a Richter számára.

A 25 százalék körüli orosz kitettséggel olyan egyirányú utcába tévedt a magyar gyógyszercég, ahonnan nincs visszaút: immár az 50 rubeles dollár rémképe dereng a horizonton.

Komoly gondban van a Richter Oroszországban, hiszen a forinttal szembeni minden 1 százalékos rubelgyengülés éves szinten 500 millió forinttal csökkenti az operatív eredményt – mondta Vágó Attila, a Concorde vezető elemzője. Ráadásul az árak 2011 óta rubelben rögzítettek, vagyis nem tud változtatni a gyógyszercég a kinti marginokon. Kihátrálni sem tud az orosz piacról. Jobb híján a cég racionalizál a leányvállalatnál és próbálja megfogni a bevételeket.

Nincs is értelme kihátrálni az orosz piacról – vélekedett Kuti Ákos, az Equilor vezető elemzője. A mostani árakon hiba lenne elengedni az orosz leány kezét. Ehelyett ki kell bírni, amíg konszolidálódik a helyzet.

Vajon meddig bírja a Richter, hogy negyedévről negyedévre 10–15 százalékkal esik az oroszországi értékesítés a rubel árfolyamának gyengülése miatt? Észre kell venni, hogy az értékesítés volumene nem apad, továbbra is veszik a Richter termékeit az orosz piacon. A cég pénzügyi helyzete stabil, s egyelőre szó sincs arról, hogy csoportszinten veszteségbe fordulna az eredmény az orosz kitettség miatt. Bőven belefér a cég tűrőképességébe még néhány gyenge negyedév az orosz piacon.

A rubel visszaerősödése esetén pedig újra visszatérhetnek a befektetők a Richterhez. Ami nem elképzelhetetlen, annak ellenére sem, hogy a moszkvai jegybank intervencióit sorra letörte a piac, mert még az újabb kamatemelés is ott lehet a jegybankárok tarsolyában. *(A Tőzsdefórum.hu nyomán)*

Zékány András

Vegyipari mozaik

A Nitrogénművek Zrt. a régió legnagyobb műtrágyagyárát hozza létre Pétfürdőn. A vállalatcsoport eközben saját integrációs hálózat kiépítésén dolgozik, a terv a 20–30 százalékos piaci részesedés elérése 4–5 éves távlatban a hazai piacon. Az *agrárszektor.hu* Bige Lászlóval, a Nitrogénművek Zrt. tulajdonosával beszélgetett.

agrárszektor.hu: *A Nitrogénművek Zrt. 350 millió eurós beruházást valósít meg Pétfürdőn. Mi a céljuk ezzel a hatalmas beruházással, hogyan járul ez hozzá a cégcsoport terjeszkedéséhez?*

Bige László: Először is szeretném leszögezni, hogy az elmúlt 25 évben 350 millió eurós beruházást nem nagyon valósítottak meg még a privát szférában Magyarországon. A nagy léptékű beruházás célja egyrészről a kapacitásbővítés, másrészről az energiahatékonyság növelése. A beruházás megvalósításával mintegy 10 százalékos energiacsökkentést érünk el, termelési ka-

pacitásunk pedig 65 százalékkal nő. 2016 végétől 1 650 000 tonna műtrágya gyártását tervezzük évente. A régióban nincsen ilyen nagyságrendű műtrágyagyár, és főként nem ennyire korszerű. Efelett gyakorlatilag már nincs minőségi kategória. A fejlesztések közül folyamatban van egy új, 1500 tonna/nap kapacitású salétromsavüzem építése, amelyhez egy új tartálypark telepítése is kapcsolódik. Már folyik az ammóniaüzem kapacitásbővítése is, amely napi 1200 tonnáról 1650 tonnára növeli az ammóniatermelési kapacitást. Sor kerül a Pétisó-üzem teljes rekonstrukciójára és kapacitásának bővítésére, és egy új, 2000 tonna/nap kapacitású granulálóüzem is belép majd a termelésbe. Terveink szerint 2015-ben megépül egy nagy kapacitású csomagolóüzem, illetve egy 50 000 tonnás, síkraktárral ellátott logisztikai központ. Ezenfelül granulálóüzemet, semlegesítőüzemet, malmot, raktárakat, hűtőrendszert építünk. Egy 24 megawattos erőmű megépítésével villamos energiából teljesen önellátóak leszünk, a Siemensszel írtunk alá egy szerződést. A beruházás befejezését 2017 februárjára tervezzük. Mindezek eredményeképpen mintegy 215 új munkahely jön létre. A célunk az, hogy a magyar piacon megtartsuk vagy növeljük a részesedésünket. A jelenleginél még lényegesen jobb szervizt akarunk nyújtani a magyar végfelhasználóknak, nagyon jó minőséget, nagyon jó csomagolást és nagyon jó szakmai hátteret. A Nitrogénművek legfontosabb szerepe, hogy a magyar mezőgazdaság számára biztosítsa a megfelelő tápanyag-utánpótlást. Természetesen az exportpiacainkat is bővíteni szeretnénk, de ezzel nagyon könnyű dolgunk van: az a 10 piac, ahol jelen vagyunk, olyan nagy mennyiségű műtrágyát vesz fel, hogy nem tudjuk kielégíteni. Kétszer annyit el tudnánk adni, mint amennyit termelünk.

agrárszektor.hu: *Milyen árbevételt és nyereséget céloztak meg az idei évre?*

B. L.: A számaink a tervek szerint alakulnak. A Nitrogénműveknek ebben az évben mintegy 12 milliárdos nyeresége lesz, cégcsoport szinten pedig 17–18 milliárdos adózott nyereségre számítunk.

agrárszektor.hu: *A magyar termelők műtrágya-felhasználása jóval elmarad a nyugat-európai átlagtól. Növekedhet-e a hazai felhasználás, és lát-e lehetőséget a magyar piac jelentős bővülésére?*

B. L.: Az éves szinten 59 kg/ha nitrogén-hatóanyag átlagfelhasználás valóban messze elmarad a nyugat-európaitól, illetve az amerikaitól, ugyanakkor a szakmailag magasan kvalifikált, hozzáértő módon dolgozó vállalatok, gazdálkodók már ott vannak azon a hatóanyag/hektár szinten, ahol kell. Ugyanakkor a hazai termőföld nagy részén a felhasználás messze elmarad ettől, ami lerontja az átlagot, így nem érjük el a nyugat-európai felét sem. Ennek ellenére nem számolunk többel, mint évi 5 százalékos piacbővüléssel Magyarországon.

Az 500-ak Klubja program keretein belül nagyon sokat költünk arra, hogy a termelők a saját bőrükön tapasztalhassák meg, hogy megéri nekik a magasabb minőségű, illetve mennyiségű műtrágya-felhasználás. Nyilván ez nemcsak a tápanyagon múlik, hanem a jó minőségű vetőmagon és növényvédő szeren is. A talajműveléstől a tápanyag-utánpótlásig egy egész technológiai folyamatot kell betartani ahhoz, hogy a megfelelő eredményeket érjük el. Ha egy maratoni futónak nem adunk enni, akkor igen nehezen fogja lefutni a távot. Lehet, hogy szép a ruhája, de nem fogja kibírni. Képzett szaktanácsadóink abban nyújtanak segítséget, hogy ezt a távot ne csupán lefussák, hanem elsőként teljesítsék a termelők, ezzel jelentős pluszbevételhez juttatva őket. Az 500-ak Klubja eddigi három éve (2012–2014) során történt 1500 egyéni betakarítás 87 százalékában tudtunk nagyobb termést elérni, az általunk készített szaktanácsoknak köszönhetően.

agrárszektor.hu: *Az elmúlt időszakban az az érdekes helyzet alakult ki, hogy Ukrajna – szemben a sokáig fennálló helyzettel – már nem műtrágya-exportőrként, hanem importőrként szerepel majd a régiós piacon. A Nitrogénművek Zrt. a közelmúltban regisztrációs kérelmet nyújtott be az ukrán hatóságokhoz. Mit várnak ettől a lépéstől?*

B. L.: Ukrajnában van néhány műtrágyagyár, amely egészen addig exportált, ameddig nagyon olcsón kapta a gázt. Most, hogy esetlegesen piaci áron kapják a gázt, vagy egyáltalán nem kapnak, megállt az export. Sőt a hazai piacot sem tudják ellátni, így komoly vákuum keletkezett. Ukrajnában vannak olyan vállalatok, amelyeknek akár 400 ezer hektáros földterületük van, ezért óriási mennyiségeket kérnének. Nálunk pillanatnyilag kicsit több, mint 200 ezer tonna igény van Ukrajna irányába. Ezért beregisztráltattuk Ukrajnában a termékeinket, és majd meglátjuk, hogy mi történik. Bár hozzá kell tenni, hogy számunkra nem olyan lényeges kérdés ez. Ez egy olyan piac, amelyet már mi sem tudunk kiszolgálni. Abban a 10 országban, ahol jelen vagyunk, mindenünket el tudjuk adni, és ezek között is vannak olyan országok, ahol akár a Nitrogénművek teljes termelését el tudnánk adni.

agrárszektor.hu: *A Nitrogénművek Zrt. az idén saját agrárintegrációs hálózat kiépítését kezdte meg. Hogyan kívánják fel-*

építeni a hálózatot? Miben tud többet nyújtani a Nitrogénművek más, már a piacon lévő integrátorcégeknél?

B. L.: Óriási különbség van köztük és köztünk. Az egyik lényeges különbség, hogy az inputok egyharmadát mi gyártjuk. Látni kell, hogy az a kereskedő, amely mögött nincsen gyártási kapacitás, hosszú távon nem lehet a legsikeresebb. A gyárak ma már mindenütt a világban az önálló értékesítés irányába haladnak, vagy nagyon bekorlátozzák a kereskedőket. A Nitrogénművek hatalmas előnye az, hogy van mögötte saját termék az integrációban.

Azt szeretnénk elérni, hogy a magyar piacon integrátorként növényvédő szert, vetőmagot, műtrágyát kínáljunk, és – ha azt a termelő igényli – terménykereskedelmet is végezzünk. A káposztarepce volt az első vetőmag, amellyel elindultunk, a tavaszi szezonban következik a kukorica, a napraforgó és a szója. Úgy számolunk, hogy 4–5 év múlva elérjük azt a célt, amelyet szeretnénk, ami nem más, mint 20–30 százalékos piaci részesedés a magyar piacon. Biztos vagyok abban, hogy ezt el fogjuk érni. Az eddig csak szaktanácsadóként működő 60 főből álló Genezis Partnerhálózatunk már üzletkötői hálózatként is működik, és fokozatosan 100 főre bővítjük ki. Néhány gyártóval szerződünk csak, miközben a lehető legjobb szervizt, a lehető legjobb minőséget és árat adjuk a termelőknek, és rájuk bízzuk, hogy akarnak-e velünk dolgozni, illetve milyen nagyságrendben. Nekünk nem sürgős, nem akarunk erőszakosan a piacra vonulni, hanem kínálunk egy alternatívát, amelyben a műtrágya, vetőmag, növényvédő szer értékesítését, illetve a terménykereskedelmet összefogó Genezis márkanév egyet jelent a minőséggel, a megbízhatósággal, a kiszámíthatósággal, a kulturált szervizzel és kifogástalan szakmai ellátottsággal. Mindehhez nagyon pontos, pedáns informatikai hátteret építünk ki, bővítettük az SAP rendszerünket, ami szintén merőben megkülönböztet minket a ma Magyarországon működő integrátorcégektől és kereskedőktől. Emellett a flottánkat bővítettük 115 kamionnal, amelyek segítségével kiváló szervizt tudunk nyújtani a végfelhasználóknak. *(portfolio.hu)*

Az MTA kutatóközpontjaiban és kutatóintézeteiben 2014-ben is számos olyan felfedezés született, amely méltán keltett figyelmet a hazai és nemzetközi tudományos életben egyaránt.

Az *MTA Természettudományi Kutatóközpont* kutatói atomi pontosságú nanotechnológiás eljárást közöltek a *Nature* folyóiratban, amellyel előre meghatározott kristálytani irányok szerint munkálható meg az egyetlen atomnyi vastag grafénlemez. Az *MTA TTK* munkatársai olyan gyémántpolimorfok szerkezetét is leírták a *Nature Communications*ban, amelyek meteorbecsapódás jelzésére alkalmazhatók. Az egészségtudományi kutatások területén a *Plasmodium falciparum* parazita foszfolipid bioszintézis-enzimein azonosítottak egy új, általános kötőhelyet, amely ígéretes gyógyszercélpont lehet a malária elleni küzdelemben. Az *in vitro* epilepsziamodellben elért eredmény pedig az epilepszia kezelésében alkalmazható új típusú gyógyszerek kifejlesztését segítheti elő. A gyógyszerkutatás hatékonyságához járulhat hozzá a gyógyszerek azonosításához vezető optimálási folyamatot megújító koncepcióról szóló publikáció, amely a *Nature Reviews Drug Discovery*ben jelent meg. Új fluoreszcens reagens kifejlesztéséről is beszámoltak a *Nature Materials*ban. A kutatók célja a képalkotó eljárások, biológiai tesztek, valamint a korai rákdiagnosztika tökéletesítése. *(MTA)*

Banai Endre összeállítása

MKE-HÍREK

Konferenciák, rendezvények

17. Labortechnika kiállítás
Időpont: 2015. április 14–16.
SYMA Rendezvényközpont, C épület, Budapest,
Dózsa György út 1.

9. Kémikus Diákszimpózium
2015. április 10–12.
Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium és Kollégium,
Bonyhád, Kossuth L u. 4.
További információk: http://pseg.hu/html/kemia/index.htm

14. Magnézium Szimpózium
2015. április 16.
Magyar Kémikusok Egyesülete, Budapest, Hattyú u. 16.
II. emelet 8.
Online jelentkezés hamarosan a www.mke.org.hu honlapon keresztül.

Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny
2015. április 24. – április 26.
Szeged
Versenykiírás: www.irinyiverseny.mke.org.hu

16th Blue Danube Symposium on Heterocyclic Chemistry – 16BDSHC
2015. június 14–17.
Hotel Ramada, Balatonalmádi, Bajcsy Zsilinszky u. 14.
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.
Online jelentkezés:
https://www.mke.org.hu/conferences/16bdshc/registration/
További információk: Schenker Beatrix. info@16bdshc.hu

MKE 2. Nemzeti Konferencia
2015. augusztus 31. – szeptember 2.
Hotel Béke, Hajdúszoboszló
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk
Online jelentkezés hamarosan
a http://www.mkenk2015.mke.org.hu/ honlapon keresztül.
További információk: Kőrispataky Panna,
mkenk2015@mke.org.hu

Az MKE Intézőbizottság ülése

2014. december

Az MKE Intézőbizottság – folytatva a korábbi években kialakított gyakorlatát – decemberi „kihelyezett" ülésére 2014. december 5–6-án, Kazincbarcikán került sor. A vendéglátó partnerek az MKE BAZ Megyei Területi Szervezet és a BorsodChem Zrt. voltak.

1. Klement Tibor, a BorsodChem Zrt. EBK igazgatója előadásában áttekintő képet adott a világ vegyiparának néhány fontos jellemzőjéről, különös tekintettel az európai vegyipar pozíciójának alakulására, majd bemutatta a BorsodChem Zrt. jelenlegi tevékenységét hangsúlyosan kitérve a cég EBK feladataira és eredményeire.

2. Az MKE BAZ Megyei Területi Szervezet képviselői beszámoltak a megyei szervezésű, valamint a Munkahelyi Csoportok (BC, ME, TVK) éves egyesületi programjairól. Simonné Sarkadi Livia, az MKE elnöke további sikeres egyesületi tevékenységet kívánt a területi szervezetnek és a munkahelyi MKE-csoportoknak.
3. BorsodChem-gyárlátogatás Klement Tibor kalauzolásában.
4. A szokásos IB-napirendek keretében elhangzott, hogy az egyesületi taglétszám 2182 fő, és 168 fő 1 MFt nagyságú 2014-es tagdíjbefizetéssel még hátralékos. Az MKE Titkárság rendezvényszervezésében 2014. évre betervezett nyolc konferencia megvalósult.
5. Az MKE Facebook-oldal megújításával kapcsolatos aktuális kérdéseket és feladatokat az IB megvitatta. Kiss Tamás előterjesztése szerint sikerült egy néhány fős csapatot szervezni az MKE Facebook-oldal működtetésére.
6. Simonné Sarkadi Livia előterjesztése alapján az IB döntött arról, hogy az MKE 2. Nemzeti Konferencia időpontja 2015. augusztus 31. – szeptember 2., a helyszíne pedig Hajdúszoboszló lesz.
7. Simonné Sarkadi Livia az MKE Intézőbizottság nevében ezúton is megköszöni a BorsodChem Zrt.-nek, valamint az MKE BAZ Megyei Területi Szervezetnek, hogy a 2014. decemberi „kihelyezett" IB-ülés hasznos, eredményes és kellemes lebonyolításához hozzájárultak.

Az ülés emlékeztetője a www.mke.org.hu honlap „Az Egyesületről > Egyesületi élet > Jegyzőkönyvek" menüpontja alatt olvasható.

Kovács Attila

Tisztújítási útmutató

1. A négyévenként esedékes következő tisztújításokra 2015-ben kerül sor. A tisztújítások során megválasztásra kerülnek az Egyesület tisztségviselői és vezető tisztségviselői (kivéve ügyvezető igazgató).
2. A tisztújításban érintett vezető tisztségviselők: *az elnök; a két alelnök; a főtitkár; a két főtitkárhelyettes (egyik egyben a Műszaki–Tudományos Bizottság elnöke, a másik egyben a Gazdasági Bizottság elnöke); az Intézőbizottság 7 tagja; a Felügyelő Bizottság elnöke, 2 tagja és 2 póttagja; az Etikai Bizottság elnöke, 2 tagja és 2 póttagja*. Őket a tisztújító Küldöttközgyűlés választja meg 4 évi időtartamra.
3. A tisztújításban érintett egyesületi tisztségviselők: *az állandó bizottságok elnökei; a szakosztályok (szakcsoportok), területi szervezetek elnökei és titkárai; a munkahelyi csoportok elnökei és/vagy titkárai*. Az állandó bizottságok elnökeit a tisztújító Küldöttközgyűlés, a többi egyesületi tisztségviselőt az adott egyesületi szervezet tisztújító taggyűlése választja meg 4 évi időtartamra.
4. Meghatározott tisztségre egy személy legfeljebb háromszor 4 évi időtartamra választható. A lelépő tisztségviselő más funkcióba teljes jogú hatáskörrel választható.
5. ***Egyesületi tisztségre csak MKE-tag választható meg! Egyesületi tagnak tekinthető, aki a tárgyévi tagdíjat (új belépő), de legalább a tárgyévet megelőző évi tagdíjat már befizette. Az egyesületi tisztségre megválasztandó személytől elvárt, hogy a választás előtt a tárgyévi MKE-tagdíjat befizesse***.
6. Tisztújító taggyűlések a szakosztály/társaság és szakcsoport szervezeteknél, a területi szervezeteknél és a munkahelyi csoportoknál:

- ***A tisztújító taggyűlésekre az MKE tisztújító Küldöttközgyűlését megelőző időszakban kerül sor, de legkésőbb 2015. április 30-ig lebonyolítandó***.
- A szakosztály/társaság, szakcsoport és a területi szervezet tisztújító taggyűlése titkosan (a munkahelyi szervezet tisztújító taggyűlése nem feltétlenül titkosan) választ vezetőséget.
- A szakosztály/társaság, szakcsoport, területi szervezet és munkahelyi csoport 4 évre elnököt, vezetőséget, valamint a Küldöttközgyűlésre küldöttet/küldötteket választ. A szakosztályhoz tartozó szakcsoport(ok) nem, csak a szakosztály választ küldöttet. Adott egyesületi szervezet küldötteinek számára vonatkozó szabály, hogy minden megkezdett 100 tag után 1 fő küldött választható.
- A szakosztály/társaság, szakcsoport, területi szervezet és munkahelyi csoport vezetősége a tagjai köréből titkárt és más tisztségviselőket választhat.
- A szakosztály/társaság, szakcsoport és területi szervezet tisztújító taggyűlésének helyét és időpontját az MKE-honlapon, www.mke.org.hu, meg kell jelentetni. A munkahelyi csoportok tisztújító taggyűléseire nézve ez nem kötelező.

7. Az MKE tisztújító Küldöttközgyűlésen a már előzetesen megválasztott új küldött/küldöttek képviselik az egyesületi szervezetet.

Budapest, 2014. október 31.

Kovács Attila főtitkár

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXX. No. 2. February 2015

CONTENTS

Nobel Prizes 2014
Chemistry **34**
MIKLÓS KELLERMAYER
Physiology or Medicine **35**
BOTOND PENKE
Physics **37**
PÉTER MARÓTI
Bruckner Room Lectures
Citrulline-containing peptides and their conjugates for early detection of rheumatoid arthritis **39**
FRUZSINA GÁL-BABOS
Preparation and characterization of opioid metabolites **40**
SÁNDOR HOSZTAFI
The rise and fall of quicksilver. Part II **43**
TIBOR FARAGÓ
Robots and robotic automation in and around chemistry **48**
TIBOR BRAUN
Renewed exhibitions in the 50 years old Chemistry Museum. Part III **55**
ISTVÁN PRÓDER
Chemistry calendar (Edited by **JÓZSEF SÁNDOR PAP***)* **58**
Science on stamps. Noble gases **59**
LÁSZLÓ BOROS
Chembits (Edited by **GÁBOR LENTE***)* **60**
News of the Month **62**

Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy a

személyi jövedelemadójuk 1 százalékának felajánlásából idén 715 052 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 XV. Országos Diákvegyész Napok, valamint a 2014-ben hatodszor 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 2014. 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 2015-ben az így befolyt 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 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.

VARÁZSLATOS KÉMIATÁBOR, 2014

MKE egyéni tagdíj (2015)

Kérjük tisztelt tagtársainkat, hogy a **2015. évi tagdíj** befizetéséről szíveskedjenek gondoskodni annak érdekében, hogy a Magyar Kémikusok Lapját 2015 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

Tagdíj-befizetési lehetőségek:

- banki átutalással (az MKE CIB banki számlájára: 10700024-24764207-51100005),
- az MKE Titkárságától igényelt csekken (1015 Budapest, Hattyú u. 16. II/8., 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. **MKE Titkárság**

Előfizetés a Magyar Kémiai Folyóirat 2015. évi számaira

A Magyar Kémiai Folyóirat 2015. 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!

Köszönjük mindazoknak, akik 2014-ben kettős előfizetéssel hozzájárultak a határon túli magyar kémikusoknak küldött Folyóirat terjesztési költségeihez. Kérjük, aki teheti, 2015-ben is csatlakozzon a kettős előfizetés akcióhoz.

MKE Titkárság

elementar

vario TOC cube

110 év tapasztalat ereje a gyakorlatban !

automata mintaváltás folyadék és szilárd mintákhoz

0,003 – 60 000 mg/l TOC

0,020 – 50 000 mg/l TN

KIMAGASLÓ TELJESÍTMÉNY

szelektív só és hamu leválasztó

zajmentes digitális detektálás

égetés 900 - 2 000 °C

lépcsőzetes kiépíthetőség

internetes távfelügyelet

automata kalibráció

10 év kemence-garancia

AKTIVIT Kft.
1145 Budapest, Pétervárad u. 14.
Tel: +36-(1)-470-0125, 221-7865.
Levél: 1581 Budapest 146, PF.: 104.
Fax: 252-9940, Mail: info@aktivit.hu, web:www.aktivit.hu
Környezetvédelmi műszerek, analitikai eszközök