A TARTALOMBÓL:

- Arzén – újratöltve
- Bruckner-termi előadások
- Veszély és kockázat
- A gyógyszerkutatás műszeres módszerei
- Vegyészleteket

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

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

Cserenkov-sugárzás

A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap támogatja

Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült

AKTIVIT Kft.
Környezetvédelmi műszerek, analitikai eszközök
1145 Budapest, Pétervárad u. 14.
Tel: (1)-470-0125, (1)-221-7865.
Fax: 252-9940 info@aktivit.hu www.aktivit.hu

TÁMOGATOTT ALKALMAZÁS

MACHEREY-NAGEL

NANOCOLOR® VIS II és *NANOCOLOR® UV/VIS* II

Intelligens fotometria

Automata védelem zavaros minták hibás mérése ellen

- spektrofotométer
- zavarosságmérő és
- színmérő egyben

***NANOCOLOR® UV/VIS* II**
spektrofotométer
most akciós áron:
1.200.000,- Ft+Áfa

***NANOCOLOR® VIS* II**
spektrofotométer
most akciós áron:
750.000,- Ft+Áfa

- Forradalmian új kezelői élmény
- 10 colos HD érintőképernyő
- Önmagyarázó és teljesen ikonalapú menürendszer
- Integrált rendszer monitoring és zavarosság kontroll (NTU-Check)
- Előhívható piktogramos ismertetők a mérési módszerekhez
- 6-féle automata készülékkontroll és 8-féle minőségbiztosítás
- 200 előkészített + 100 programozható automata módszer

MN Since 1911

KÉRJE Ön is a magyarnyelvű prospektusunkat !

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA
HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL
LXXI. évf., 3. szám, 2016. március

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!

Azért kaptam felkérést az üdvözlő sorok megírására, mert 2016. február elején, a téli hideg ellenére, újra felforrósodott a levegő a közoktatás körül. Az Emberi Erőforrások Minisztériuma Köznevelésért Felelős Államtitkársága ismét összeolvad a Felsőoktatásért Felelős Államtitkársággal, s egyúttal távozik a köznevelésért felelős államtitkár, Czunyiné dr. Bertalan Judit. Számunkra ez külön jelentőséggel bír, hiszen kémikuskörökben nagy felzúdulást keltett a 2014–2015-ös tanévet értékelő beszélgetés során a volt államtitkárasszony közoktatási kémia-tananyaggal kapcsolatban tett emlékezetes „ajánlása”. E sorok írásakor még nem tudható, mi lesz a Közoktatási Kerekasztal tárgyalásainak eredménye, és hová vezetnek majd a tüntetések. Egyelőre annyi látszik, hogy az oktatási kormányzat törekszik a felhalmozódott (és az iskolákban, tanárok körében élő vagy gyakran megforduló kollégák számára már jó ideje kitapintható) feszültségek csökkentésére. Ezért talán nem teljesen alaptalan azt remélni, hogy nyitott fülekre találnak azok a javaslataink is, amelyeket Balog Zoltán miniszternek küldött levelünkben fogalmaztunk meg – annak az online felmérésünknek a nyomán, amelyet tavaly év végén készítettünk a kémiatanárok körében az iskolai kísérletezés körülményeiről. (A felmérés legfontosabb eredményeit az online is elérhető Középiskolai Kémiai Lapok legutóbbi számába írt cikkemben foglaltam össze.)

Mindeközben lapunk jelen száma (most már hagyományosan) nemcsak a kémiát művelőknek, hanem a kémiát tanítók számára is rengeteg érdekes és hasznos olvasmánnyal szolgál. Ezek közül is kiemelkedik Kovács Lajosnak, a Száz kémiai mítosz. Tévhitek, félreértések, magyarázatok című, gyorsan népszerűvé vált – és külföldön is rangos elismerést nyert – ismeretterjesztő könyv egyik szerzőjének írása, amely az ivóvíz arzéntartalmának megengedett határértékéről folyó polémiát és annak tudományos hátterét ismerteti, igen alaposan. Az Ismeretterjesztés rovatban a közoktatásban is gyakran emlegetett radiokarbonos kormeghatározásról olvashatunk részleteket. Hasonlóképpen, nem csak a szűk szakterületek specialistái számára fontos Braun Tibor cikke a Cserenkov-sugárzás lehetséges jövőbeni felhasználásáról és a Gruiz Katalinnal készült, „Veszély és kockázat” című interjú. A magyar preparatív szerves kémia néhány újabb eredményét bemutató írásoknak is vannak minden kémikus számára érdekes vonatkozásai. A gyógyszerkutatás műszeres módszerei *című könyvről (szerkesztője Sohár Pál akadémikus) szóló recenzió címe is mutatja, hogy a Magyar Kémikusok Egyesülete által kiadott (impresszív szerzői gárdával büszkélkedő, és nyilvánvalóan hiánypótló) műről van szó. Lente Gábor* Vegyészleletek *című rovata pedig szerintem sokunk számára olyan, mint a hagyományos újságokban a férfiaknak a sportrovat volt: hátul van, de elsőként azt nézzük meg…*

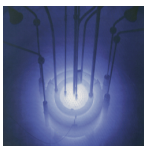
Ez a szám, sajnos, két nekrológot is tartalmaz. Barátok és pályatársak búcsúznak id. Szántay Csaba akadémikustól és Szekér Gyula vegyész iparpolitikustól. Véglegesen elköszönni mindig nagyon nehéz. Azonban a legszomorúbb az, ha valaki úgy távozik, hogy földi létezésének nincs maradandó nyoma. Márpedig e két, nemrégiben elhunyt nagyságról bizton állítható, hogy ők a magyar gyógyszer-, illetve vegyipart hatalmas mértékben (bár teljesen különböző módokon) befolyásoló kémikusokként éltek és alkottak közöttünk.

2016. február 7.

Szalay Luca
az MKE Kémiatanári Szakosztály elnöke

TARTALOM

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY
Kovács Lajos: Arzén – újratöltve 74
Bruckner-termi előadások
Nagy Veronika: Karotinoidok szénhidrátszármazékainak előállítása 81
Bagi Péter: P-Aszimmetriacentrumot tartalmazó vegyületek rezolválása és hasznosítása ligandumként 83
HAZAI KUTATÓMŰHELYEK BEMUTATKOZÁSA
Veszély és kockázat. Beszélgetés **Gruiz Katalinnal** 84
Bakó Péter, Rapi Zsolt, Keglevich György: Monoszacharid-alapú koronaéterek mint enantioszelektív katalizátorok 87
KÖNYVISMERTETÉS
Fülöp Ferenc: Megjelent *A gyógyszerkutatás műszeres módszerei* című, a Magyar Kémikusok Egyesülete által kiadott könyv (szerk. Sohár Pál) 89
KITEKINTÉS
Braun Tibor: Cserenkov-sugárzás. Egy nukleáris kémiai eponíma viszontagságos keletkezése és sokat ígérő jövője 90
Csupor Dezső: Egy balul végződött gyógyszerkipróbálás margójára 96
ISMERETTERJESZTÉS
Boros László: Filatéliai kalandozások. Radiokarbonos kormeghatározás 97
VEGYÉSZLELETEK
Lente Gábor rovata 98
MEGEMLÉKEZÉS
Keglevich György, Huszthy Péter, Tőke László: Búcsú Szántay Csabától 100
Rácz László: Szekér Gyula (1925–2015) 101
EGYESÜLETI ÉLET 102
A HÓNAP HÍREI 104



Címlap:
Cserenkov-sugárzás a Reed Kutató-reaktorban (Wikipédia, közkincs)

Kovács Lajos
SZTE Orvosi Vegytani Intézet

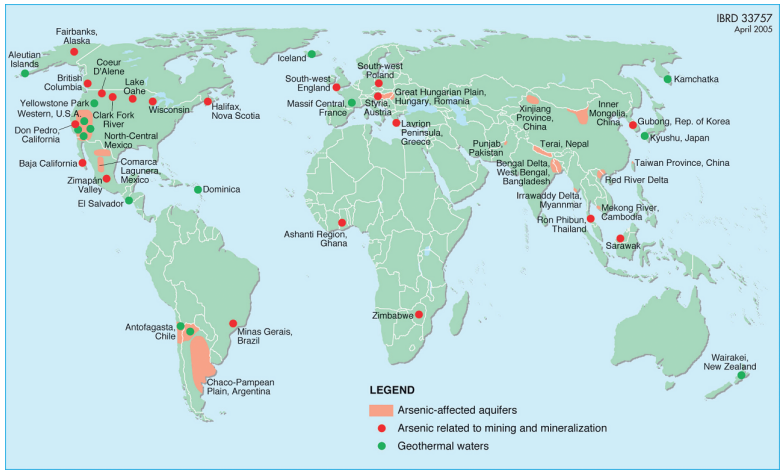
Arzén – újratöltve

2011-ben megjelent könyvünk egyik fejezetében az ivóvizek arzéntartalmával kapcsolatos problémákat elemeztem [1]. Az említett fejezet lényegi állítása az volt, hogy az Európai Unióban (és számos országban) megállapított határérték (10 μg/dm^3 = 10 μg/L = 10 ppb) Magyarország vonatkozásában valószínűleg szükségtelenül alacsony, és elegendő lenne egy reálisabb, kb. 30 μg/L érték is. A könyv nemrég megjelent angol nyelvű adaptációjában az említett fejezetet átdolgoztam, a magyar vonatkozásokból csak a legfontosabb megállapításokat hagytam meg és kiegészítettem az arzénszennyezés nemzetközileg nagyobb horderejű (elsősorban délkelet-ázsiai) problémáinak és a megoldási javaslatoknak az ismertetésével [2]. Ugyanakkor az ivóvízbeli határérték vonatkozásában a fenti megállapítást nem módosítottam az angol kiadásban.

2014 novemberében levelet kaptam Turányi Tamástól (ELTE), amelyben felhívta a figyelmemet Mihucz Viktor Gábor (ELTE) habilitációs pályázatára [3], akinek egyik kutatási területe az arzénspeciáció és -expozíció vizsgálata különböző forrásokban, elsősorban élelmiszerekben. A szerző habilitációs pályázatának az arzénre vonatkozó részében az ivóvízben az Európai Unió által javasolt 10 μg/L-es határértéket helytállónak tekinti, figyelembe véve az arzén rákkeltő hatását.

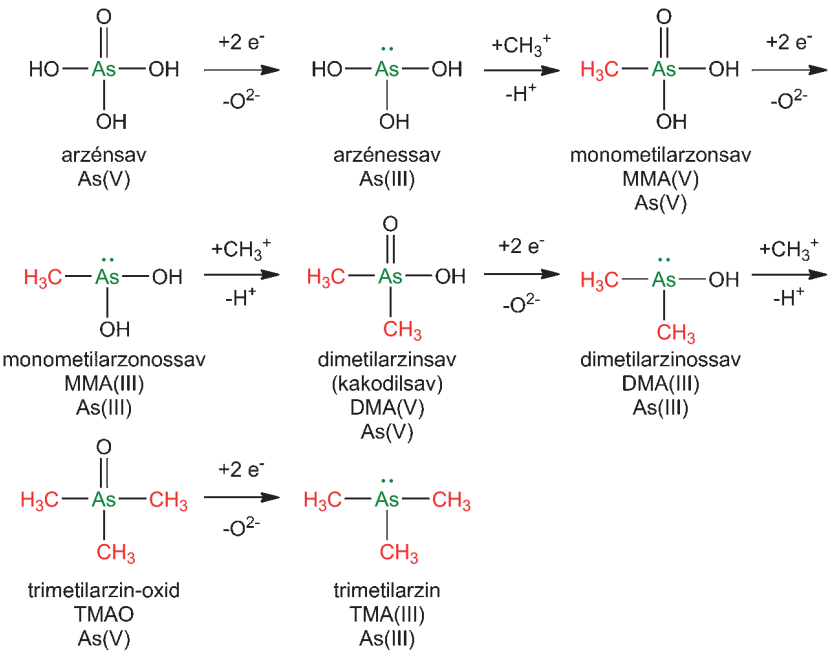
A határértékre vonatkozó javaslat forrása Bartha Andrásnak, a Magyar Állami Földtani Intézet (2012. április óta Magyar Földtani és Geofizikai Intézet) egykori osztályvezetőjének egy rádióriportja [4]. Nevezetesen: az EU-szabvány bevezetésénél a nyugat-európai élelmiszer-fogyasztói szokásokat vették figyelembe. Nyugat-Európában a tengerihal-fogyasztásból becslések szerint mintegy napi 80 mikrogramm arzén származik, ugyanakkor napi 100 mikrogramm arzén bevitele még nem okoz problémát egy egészséges ember esetében. A két érték közötti 20 mikrogramm különbség pedig, napi 2 liter ivóvíz fogyasztását feltételezve, éppen 10 mikrogramm literenkénti határértéket ad, innen ered ez a mágikus szám. Mármost Magyarországon a tömeges tengerihal-fogyasztás nem jellemző, különösen Észak-Magyarországon és a Dél-Alföldön nem, így a feltételezett, ivóvízen kívüli 80 mikrogrammos terhelés irreálisnak tűnik. Szerencsésebb lenne egy 30 μg/L körüli határérték az ivóvízre [1].

Az arzén mérgező hatásával kapcsolatos irodalom elképesztően terjedelmes[1], em-



1. ábra. A jelentősebb arzénszennyezések előfordulása a Földön

2. ábra. Az arzénvegyületek metabolizmusa (a szerves arzénvegyületek nevezéktanát l. itt: [20])



[1] A Web of Science (WoS) adatbázisban az „arsenic and toxic*” kulcsszavakkal folytatott keresés 6762 találatot ad az 1975 és 2015 közötti időszakra (egyedül 2014-ben 630 közlemény jelent meg), ezekből a dokumentumokból 570 az összefoglaló mű (2015. április 8-i állapot). Ezek csupán folyóiratcikkek, a WoS adatbázis könyveket ritkán dolgoz fel. Az internetes forrásokban való eligazodást egy 80-oldalas dokumentum segíti [5].

ber legyen a talpán, aki biztosan eligazodik ebben az információtengerben. Ezen irdatlan mennyiségű információ keletkezésének az oka az, hogy a probléma számos szakterületet érint (analitikai, szervetlen, szerves és geokémia, toxikológia, onkológia, foglalkozás-egészségügy, környezetvédelmi szabályozás, közgazdaságtan, szociológia stb.); társadalmi kihatása becslések szerint 200 millió ember egészségi állapotát befolyásolhatja [6], így érthető módon komoly szakmai vitákat és heves érzelmi reakciókat vált ki mind a szakemberek, mind a laikusok között. Az óvatosság már csak azért is indokolt, mert a laikusok és a szakemberek egyaránt hajlanak arra, hogy csak a számukra szimpatikus tényeket hallgassák meg: Ben Goldacre szerint a tények közötti önkényes válogatás („mazsolázás", cherry-picking) a tudományos ismeretekkel szembeni „négy főbűn" egyike [7]. A következőkben az arzén egészségügyi hatásaival kapcsolatos legfontosabb ismereteket foglalom össze a legújabb kutatások fényében [8–13].

Az arzén a Föld 53. leggyakoribb eleme, a földkéregben az átlagos koncentrációja 1,5 ppm. A talajban ez az érték 1–10 ppm, a tengervízben 1,6 ppb, a levegőben – a szenet használó iparágak és erőművek kohói környékének kivételével – nyomnyi mennyiségben van jelen. Ez utóbbi szennyező forrásokból az alacsony koncentráció ellenére tetemes mennyiségű arzén származik, mintegy évi 80 000 tonna, míg mikroorganizmusok évi 20 000 tonnát bocsátanak ki metilarzinok formájában és vulkáni tevékenységből évi 3000 tonna arzén keletkezik, miközben az évi arzénszükséglet kb. 50 000 tonna. A Földön található arzéntartalmú ércek mennyiségét több mint 10 millió tonnára becsülik [14]. Az átlagos előfordulás mellett azonban vannak kiugróan alacsony és magas koncentrációk a Föld különböző területein (a talajban megfigyeltek 0,01 és 600 ppm közötti értékeket is), amelyek közül a magas értékek komoly közegészségügyi problémát jelentenek [15] **(1. ábra)**.

Anyag	Élőlény	Adagolás módja	LD_{Lo} (mg/test-tömeg-kg)	LD_{50} (mg/test-tömeg-kg)
As_2O_3	patkány	szájon át		20
Na_3AsO_3	patkány	szájon át		15–110
	egér	szájon át		25–45
	nyúl	intravénásan	4	
	ember	szájon át	0,6–3	
Na_3AsO_4	patkány	szájon át		110–120
	egér	szájon át		55
MMA(V)	patkány	szájon át		700
	egér	szájon át		970
DMA(V)	patkány	szájon át		1600
	egér	szájon át		650
arzenobetain	patkány	szájon át		4500
arzenokolin	patkány	szájon át		6500

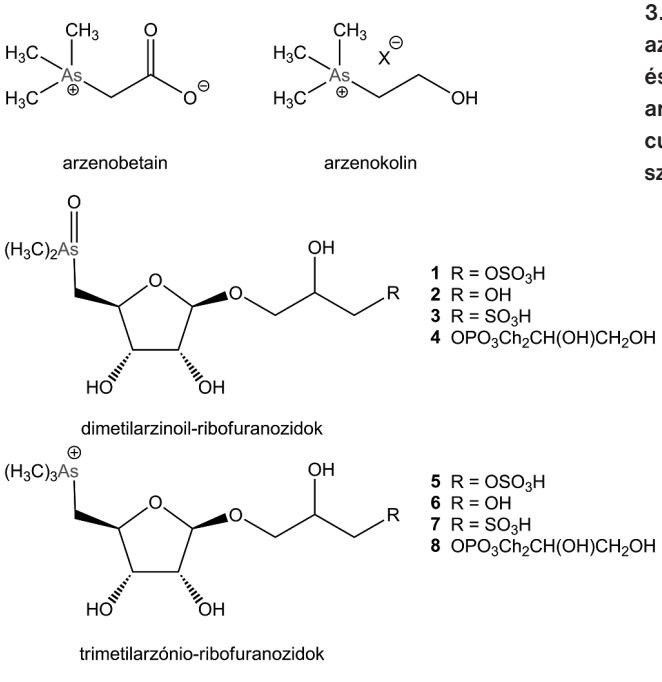
1. táblázat. Arzénvegyületek mérgező dózisa [3, 22].

LD_{Lo} = legkisebb ismert mérgező dózis; LD_{50} = közepes halálos dózis; MMA(V) = monometilarzonsav; DMA(V) = dimetilarzinsav

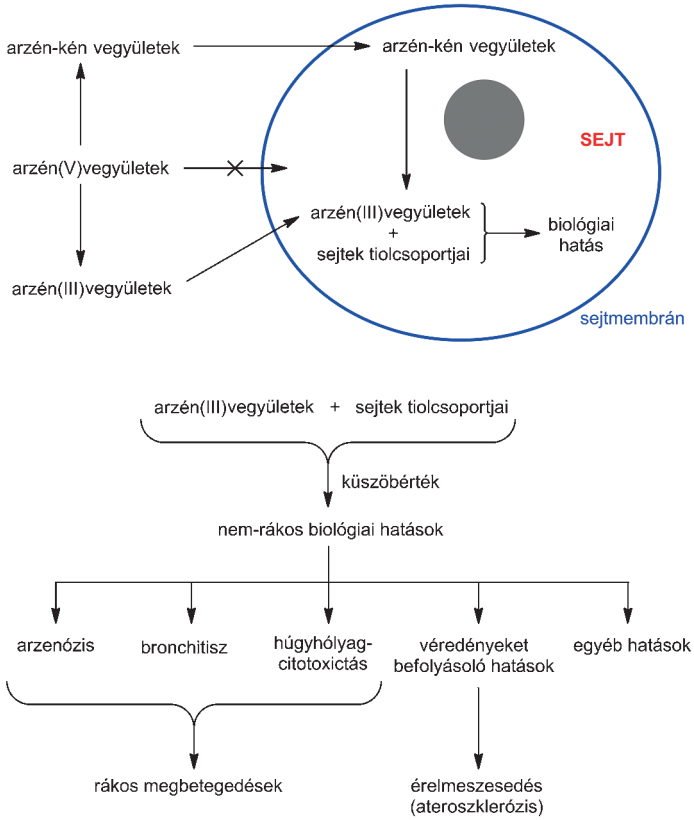
Az arzén az emberi testben is változatos mennyiségben fordul elő: egy felnőttben 0,5–15 milligram található, a vérben a koncentrációja 2–9 μg/L (ppb), a csontokban és a szövetekben 0,1–1,6 ppm, a hajban 1 ppm [14]. Bár az arzén esetében feltehetően azonnal a méreg szó jut eszünkbe, nyomnyi mennyiségre valószínűleg szükség van belőle az egyes élőlényeknek, például csirkék, patkányok és kecskék esetében az arzénmentes diéta törpenövést okoz [14, 16]. Ember esetében a napi szükséglet kb. 10–25 μg lehet [14, 16].

Mint annyi más elem esetében, az arzénnél sem felejtkezhetünk el arról, hogy az élettani hatás jelentős mértékben függ az arzén oxidációs állapotától [As(III), As(V)], és attól is, hogy szervetlen vagy szerves vegyület formájában van-e jelen, ezt nevezzük speciációnak [11, 17] **(2. ábra)**. A szervetlen arzénvegyületek mérgezőek, ezen belül is az arzén(III)vegyületek mérgezőbbek, mint az arzén(V)vegyületek **(1. táblázat)**. Számos szerves arzénvegyület (arzenobetain, arzenokolin, **3. ábra**) azonban változatlanul kiürül és gyakorlatilag nem tekinthető mérgezőnek [11, 17]. A nemrég azonosított arzenocukrok (*3. ábra,* **1–8**) [18, 19] jobban metabolizálódnak és a keletkező kéntartalmú DMA(V) vegyületek potenciálisan citotoxikusak, de erről még kevés adatunk van [17]. A háromértékű arzénvegyületek (szervetlen és szerves) a legreaktívabbak és a legmérgezőbbek, az egyes arzénvegyületek egymásba átalakulhatnak *(2. ábra).*

Az arzénvegyületek speciációján túl a bejutás módja is fontos az arzénkitettség szempontjából. Légzés útján (leszámítva a magas expozíciójú szennyezett munkahelyeket) az arzénbejutás elhanyagolható mértékű. A talajból az arzén 3–50%-a, míg ivóvízből a teljes mennyiség felszívódik. Az átlagpopuláció számára az arzénexpozíció legjelentősebb formája az élelmiszerfogyasztás, a napi arzénbevitel kb. 70%-a ebből származik. A szervetlen arzénvegyületek bevitele 1–30 μg/nap magvak, gyümölcsök, rizs, hal és zöldségek formájában [15, 16]. A tengeri halakból származó tel-



3. ábra. Az arzenobetain, az arzenokolin és a leggyakoribb arzéntartalmú cukorszármazékok szerkezete



4. ábra. Az arzénvegyületek mérgező hatásának mechanizmusa

jes, az ártalmatlan arzenobetaint is magában foglaló arzénbevitel a 92 μg/nap értéket is elérheti [15, 21].

A szervezetben a szervetlen arzénvegyületek redukciók és metilezések sorozatán keresztül alakulnak át, mielőtt eltávoznának a szervezetből *(2. ábra)*. A metilezést javarészt az arzén(III)-metiltranszferáz (As3mt), kisebb részben az N^6-adeninspecifikus DNS-metiltranszferáz (N6AMT1) enzim végzi [11]. Az elfogyasztott rizs arzéntartalma 90%-ban dimetilarzinsavvá metabolizálódik és 40%-ban a vizelettel távozik [23]. Egy alternatív metabolitikus útvonal az emésztőrendszerben kénhidrogénnel, enzimek nélkül lejátszódó reakciók sorozata, amelyben különböző kéntartalmú MMA(V)-, DMA(V)-származékok és szervetlen kéntartalmú arzénvegyületek képződnek, de ez az útvonal alárendelt jelentőségű (emberben az arzénvegyületek mintegy 5%-ban metabolizálódnak így). Az arzénmetabolizmus terméke nagyrészt a dimetilarzinsav [DMA(V)] és dimetilarzinossav [DMA(III)] és kisebb mértékben a monometilarzonsav (MMA(V)].

Hogyan fejtik ki mérgező hatásukat az arzénvegyületek? A hatás többrétű [24, 25]. Az arzénvegyületek az ATP-termelést befolyásolják a liponsav gátlásával, illetve a foszfátcsoportokat képesek helyettesíteni az oxidatív foszforilezésben. A hidrogénperoxid-termelést és a reaktív oxigén-specieszek (ROS) képződését és így az oxidatív stresszet is növelik. Molekuláris szinten ez a reaktív arzén(III)vegyületek fehérjék, aminosavak, liponsav tiolcsoportjaival való reakcióját jelenti. Ezek a reakciók a borostyánkősav-dehidrogenáz enzim hatását és az acetil-koenzim A képződését is gátolják. Az arzenitionok gátolják a szteroidok kötődését a glükokortikoid receptorhoz, de más receptorhoz nem. Az arzén(V)vegyületek toxicitása csak arzén(III)vegyületté alakulásuk után következik be. Az öt vegyértékű arzént tartalmazó kénvegyületek a megfelelő oxigéntartalmú arzénvegyületeknél gyorsabban jutnak át a sejtmembránon és a sejtben oxigéntartalmú arzén(III)vegyületekké alakulnak. A különféle mérgező hatások összefoglaló mechanizmusát a **4. ábra** mutatja be [11]. Az arzénvegyületek tiolokkal végbemenő reakciója az alapja az arzénmérgezés kezelésének is: dimerkaprolt (2,3-dimerkaptopropanol, British anti-Lewisite) vagy penicillamint használnak erre a célra (előbbit 5–300 μg/testtömeg-kg adagban 10 napon keresztül napi 3–6 alkalommal, csökkenő gyakorisággal) [25].

Az arzénvegyületek okozta károsító hatások heveny (akut) és idült (krónikus) jellegűek lehetnek, amelyek leggyakrabban szervetlen arzénvegyületeknek tulajdoníthatók. Az arzén mérgező hatásának megítélésében fontos hangsúlyozni, hogy ritkán van megbízható állatmodell [15, 26], így gyakran epidemiológiai adatokra kell támaszkodnunk, amelyeket viszont nagyon alapos kritikával szabad csak felhasználni. A továbbiakban a szervetlen arzénvegyületekkel foglalkozom, hacsak nem említem külön, hogy szerves arzénvegyületről van szó.

Az akut hatások közé tartoznak a történelem különböző korszakaiban tapasztalt szándékos vagy véletlen mérgezési esetek [1]. Utóbbira példa annak a manchesteri sörözőnek az esete, ahol 1900-ban 6000 ember szenvedett arzénmérgezést, akik közül 70 meg is halt. A sör átlagos arzéntartalma 15 ppm volt, ami 6 pint (3,4 liter) sör fogyasztása esetén már 45 milligram arzén fogyasztásának felelt meg. Az arzén forrása a sörkészítéshez használt invertcukor volt, amelyhez pirit (FeS_2) pörköléséből származó kénsavat alkalmaztak, a pirit pedig arzenopirititet (FeAsS) is tartalmazott szennyezőként [14]. Az akut arzénmérgezés során jelentkező tünetek a következők: emésztőrendszeri (hányinger, hányás, hasmenés), légzési, központi idegrendszeri (hallucináció) problémák, csontvelőkárosodás, hemolízis, májnagyobbodás (hepatomegália), melanózis, polineuropátia, enkefalopátia, több szerv leállása, végül halál [15, 25].

Az idült arzénmérgezés, amely nem-rákos és rákos betegségekkel hozható összefüggésbe, ennél jóval gyakoribb és sokkal több embert érint [6, 15, 25]. A krónikus arzénmérgezések 10 μg/testtömeg-kg/nap expozíció alatt gyakorlatilag nem észlelhetők. Az idült arzénmérgezés nem-rákos tünetei közül elsőként a bőrelváltozások (hiperkeratózis, hiperpigmentáció) jelentkeznek, amelyeket 40 000 tajvani lakos vizsgálata esetében az ivóvízben 170 μg/L arzénkoncentrációnál észleltek először [15]. Egy másik jellemző nem-rákos, érrendszeri betegség az ún. feketeláb-betegség (blackfoot disease), amely kizárólag Tajvan délnyugati részén fordul elő, ahol az ivóvízben 170–800 μg/L koncentrációban található az arzén [27]. Neurológiai rendellenességeket (perifériás neuropátia, lábujjremegés) is észleltek Bangladesben, ahol az ivóvíz 115 μg/L koncentrációban tartalmazott arzént. Emésztőrendszeri problémákról szintén beszámoltak 40 μg/testtömeg-kg/nap arzénexpozíció fölött [15].

Az idült arzénmérgezések közül kétségtelenül a rákos megbetegedések vannak a figyelem középpontjában, hiszen az Egészségügyi Világszervezet (WHO) Nemzetközi Rákkutató Ügynöksége (IARC) és az Amerikai Egyesült Államok Környezetvédelmi

Hivatala (US EPA) az arzént humán karcinogénként tartja nyilván [28–31]. A húgyhólyag, a tüdő és a bőr arzén okozta rákos megbetegedéseiről nagyszámú adat áll a rendelkezésünkre, míg más rákos betegségeknél (prosztata-, vastagbél-, gyomor-, orr-, vese-, máj-, nyelőcsőrák, leukémia) ezt az összefüggést nem sikerült igazolni [6, 11, 15, 25]. Az első, nagy alanyszámú vizsgálatban a tajvani lakosságnak a húgyhólyag-rákkal és arzénnel kapcsolatos összefüggését tanulmányozták, és hosszú ideig ezek az adatok szolgáltak alapul az egészségügyi határértékek megállapításához más országokban, például az USA-ban is. A különböző országok adatait azonban nehéz közvetlenül összehasonlítani, mert az egyes országok eltérő földrajzi, táplálkozási, egészségügyi, kulturális, társadalmi háttere befolyásolja az adatok használhatóságát. Az 1950-es években kezdett tajvani vizsgálatot azóta számtalan esetben újraelemezték, rámutattak az eredeti vizsgálat módszertani hiányosságaira és újabb adatokkal egészítették azt ki [32]. Jelenlegi ismereteink alapján kijelenthetjük, hogy ivóvízben 100 μg/L koncentráció alatt az arzén nem okoz húgyhólyag-rákot. Hasonló adatokat találtak a tüdő- és a bőrrák esetében is: 100–150 μg/L arzénkoncentráció alatt az ivóvíz nem okoz megbetegedést (tüdőrák esetében nemdohányosoknál egyes kutatók a 300 μg/L arzénkoncentrációt sem tartják veszélyesnek az ivóvízben). Leonardi és munkacsoportja beszámolt arról, hogy Magyarországon, Romániában és Szlovákiában végzett vizsgálataik alapján 50 μg/L arzénkoncentrációnál a bőrrák kockázata megnő [33], azonban eredményeik elszigetelten állnak a szakirodalomban és számos kutató bírálta az általuk használt módszertant [11]. Ahogyan az arzénre vonatkozó egészségügyi határérték hatósági szabályozásának történetét összegző közleményben szerepel: „rendkívül nehéz lenne bebizonyítani, hogy az arzént 50 μg/L koncentrációban tartalmazó ivóvíz fogyasztása száz egyénből egynek a rákos halálát okozná” [26]. A rákos betegségek szempontjából az ivóvíz 100–150 ppb (μg/L) arzénkoncentrációjának küszöbértéke jó összhangban van a rágcsálókon mért 1–2 ppm NOEL-értékekkel (az a küszöbérték, amelynél még *nem* mérhető semmilyen fiziológiai hatás) [11]. Alacsonyabb koncentrációkban a szervezet válasza adaptív és a normál homeosztázis (a belső környezet dinamikus állandósága) segítségével kompenzálni tudja az arzén hatását [11]. A lineáris dózis-hatáson alapuló kockázatbecslés túlzó voltát egy másik karcinogén, a dibenzo[a,l]pirén több mint 40 000 pisztrángot magában foglaló vizsgálatánál is bebizonyították [34].

Természetesen más krónikus hatásokat is vizsgáltak [25]. A szív- és érrendszeri vizsgálatokban megállapították, hogy az ivóvízben 100 μg/L arzénkoncentrációnál található meg nem figyelhető károsító hatás szintje (NOAEL-érték), ami 9 μg/testtömeg-kg/nap expozíciónak felel meg [35]. A cukorbetegség és a szervetlen arzénvegyületek expozíciója közötti összefüggést eddig nem sikerült alátámasztani, és további kutatásokra van szükség [36]. Az immunotoxicitás igazolására nincs közvetlen bizonyítékunk, foglalkozás-egészségügyi adatok azt sugallják, hogy az arzén érzékenyíthet, de az ehhez kapcsolódó adatok nagyon hiányosak. A reprodukciós toxicitást ivóvízben előforduló arzén esetében vizsgálták és azt találták, hogy a spontán abortuszok aránya megnőtt 8 μg/testtömeg-kg/nap arzén 5–10 éven keresztül történő fogyasztása esetén (egy 60 kg-os nőnél ez napi 480 μg arzén tartós fogyasztását jelenti!). Ha terhes nők magas arzéntartalmú ivóvizet fogyasztottak, a csecsemők születési tömege alacsonyabb volt a szokásosnál. A genotoxicitást humán fibroblaszton, limfocitákban, leukocitákban, egérlimfómában, kínai hörcsögök petefészeksejtjében, szíriai hörcsögök embriósejtjében vizsgálták és valóban találtak kromoszómaváltozásokat. MMA esetében nem volt lényeges kromoszóma-aberráció, a DMA 1500 μg/testtömeg-kg adagban okozott DNS-szálszakadást egerekben és patkányokban.

Van-e jótékony hatása az arzénnek? Az arzénvegyületek kis mennyiségben roboráló (erősítő) hatásúak [1]. Megfelelő adagban az arzén(III)-oxid promielocitikus leukémia gyógyítására alkalmazható [24, 25], a szifilisz és álomkór kezelésére használt szerves arzénvegyület a Hata és Ehrlich által készített Salvarsan. Ugyancsak szerves arzénvegyület a melarsoprol, amely hosszú ideig az előrehaladott álomkor (tripanoszomiázis) egyetlen ellenszere volt, csak pár éve találtak megfelelőbbet egy aminosavszármazék formájában (Eflornithine) [37]. A baromfi- és sertéstenyésztésben takarmánykiegészítőként egy fenilarzonsavszármazékot, a Roxarsone-t 14 országban engedélyeztek (az Európai Unióban nem), ám az USA-ban 2013-ben felfüggesztették a használatát. Az USA Élelmiszer- és Gyógyszerhatósága (FDA) szerint a Roxarsonenal nevelt állatok fogyasztása nem veszélyes, ám a Roxarsone felhasználása szükségtelen kockázatot jelent [38, 39].

Ennyi részlet után vissza kell térnünk ahhoz a kérdéshez, hogy az ivóvízben megadott 10 μg/L határérték sok vagy kevés? Erre az egyszerű kérdésre csak akkor tudunk válaszolni, ha tisztázzuk, hogy 1) mennyi az arzénexpozíció és 2) milyen összefüggéssel írható le a dózis-hatás görbe?

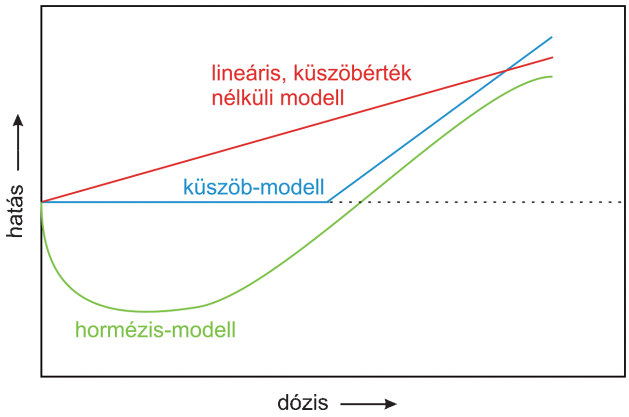
A kockázatelemzés nem tekinthető egzakt tudománynak [40], az egyes mérgező anyagok esetében éppen az expozíció a kockázatelemzés egyik legnagyobb bizonytalansággal megállapítható értéke [41]. Ez az oka annak, hogy a számos epidemiológiai tanulmány *alulbecsüli* az arzénexpozíció értékét, következésképpen a kockázat mértékét *túlbecsüli*. Számos mérést végeztek és statisztikai adatot elemeztek a pontos arzénexpozíció megállapítására, de ez a terület jelenleg is sok bizonytalanságot tartalmaz [3, 17, 42, 43].

Korábban már volt szó arról, hogy az arzénbevitel legnagyobb része az élelemből, azon belül is az ivóvízből származik. A WHO és az US EPA rendszerint napi 2 liter víz fogyasztását feltételezi ivóvíz, más italok és szilárd élelmiszerek formájában [29, 41], ugyanakkor ez az érték rendkívül nagy szórást mutat a földrajzi környezettől, életmódtól függően, pl. Délkelet-Ázsiában elérheti az 5 litert [44], míg hazánkban a Dél-Alföldön (1,2 ± 0,5) liter/nap [42], ez utóbbi jó egyezésben van más források adataival [45].

Más élelmiszerekben a szervetlen arzén mennyisége típustól és mintától függően rendkívül széles tartományban változik a kimutathatatlantól (pl. a tejben) a 11 000 μg/kg értékig (ez utóbbit tengeri hínárban és algákban mérték). Élelmiszerekben eddig 20 arzénvegyületet azonosítottak [17]. A számos élelmiszer közül kiemelkedik az évente 700 millió tonnás nagyságrendben termelt rizs, mert jelentős részét Délkelet-Ázsiában állítják elő, ahol a talajból kioldódó arzén nagy mennyiségben megtalálható és az arzénfelvételnek kedvez a rizstermelésben használt árasztásos technológia [3, 23, 46, 47]. A rizs átlagosan tízszer több szervetlen arzént tartalmaz, mint a legtöbb élelmiszer [48], fogyasztása széles tartományban változik a különböző országokban (0,9–650 g/fő/nap) és szerencsétlen módon éppen azokban az országokban a legnagyobb, ahol az arzénszennyezés is számottevő [46, 47]. A rizs hagyományos feldolgozása során az öblítés, főzés, a főzővíz elöntése, az oxidáció hatására bekövetkező arzén(III) → arzén(V) átalakulás a legjelentősebb tényezők, amelyek befolyásolják a rizs arzéntartalmát és az arzénspecieszek jelenlétét [3, 23, 47]. A

főtt rizs arzéntartalma az említett műveletek közben akár 50%-kal is csökkenhet [47], a főtt rizsben a kevésbé mérgező arzén(V)vegyületek dominálnak [3]. A rizsben jelen levő szervetlen arzénsók 60–100%-ban hozzáférhetők a szervezet számára [23, 47]. A rizs arzéntartalmára hatóságilag előírt határérték az Európai Unióban 0,2 μg/g (fehér rizs) és 0,4 μg/g (barna rizs), hazákban 0,3 μg/g, Kínában 0,7 μg/g [3], furcsa módon Nagy-Britanniában jelenleg épp nincs határérték megállapítva, az Európai Unióval való egyeztetés eredményére várnak [48, 49]. Magyar rizsmintákban határérték alatti (0,116–0,139 μg/g) arzénkoncentrációkat mértek [3].

Az arzén esetében a dózis-hatás görbe lefutása szintén nem egyszerű kérdés. A toxikológia alapvető problémái közé tartozik, hogy hiányos adatokból kell következtetéseket levonni, mert az adott fajra (tipikusan az emberre), mennyiségre, koncentrációra, hatásmechanizmusra stb. vonatkozóan nincs mindig megbízható adatunk. A mennyiséget/koncentrációt illetően általában *a toxikus, nagyobb értékek által kiváltott hatásokról vannak adataink és ebből próbálunk a fiziológiás körülményekre jellemző kisebb értékekre becsléseket adni*. Az egészségügyi határértékek megállapítása során a WHO, az US EPA, az Amerikai Egyesült Államok Tudományos Akadémiája (US NAS) és az Európai Unió *lineáris extrapolációt* használ, és azt feltételezi, hogy a hatásnak *nincs küszöbértéke* [6, 11, 15, 26, 30, 44]. Ugyanakkor a szakirodalom már jó ideje megerősítette, hogy az arzén esetében *a dózis-hatás görbe nem lineáris, a hatásnak küszöbértéke van* [11, 15]. A különböző országokban, illetve nemzetközi testületekben érvényben levő, az arzénre vonatkozó egészségügyi határértékeket a **2. táblázat** tünteti fel [44, 50].



5. ábra. A különböző dózis-hatás görbék lefutása

A *2. táblázatból* látható, hogy az alacsonyabb (≤10 μg/L) egészségügyi határértéket elsősorban a világ fejlettebb részén alkalmazzák, az arzénszennyezés által leginkább sújtott országokban a WHO korábbi 50 μg/L határértékét fogadták el, de Kanadában és Svájcban [52] is magasabb a határérték. Nyilvánvaló, hogy a határértékek betartása a szegényebb és arzénnel nagyobb mértékben szennyezett országokban komoly gazdasági terhet jelent, ugyanakkor a kanadai és svájci törvényalkotókat valószínűleg nem anyagi megfontolások tartják távol az alacsonyabb határérték elfogadásától.

Az egészségügyi határértékek megállapításánál a hagyományos megközelítés szerint a NOAEL- vagy NOEL-értéket (a kettőt néha nehéz megkülönböztetni) egy ún. biztonsági faktorral elosztják (tipikusan 10–100, ritka esetben 1000) [45]. Ha a toxikológiai adatok alapján a NO(A)EL = 100 μg/L értéket tekintjük kiindulási pontnak, akkor a fenti megfontolások alapján az arzén ivóvízbeli egészségügyi határértékére 0,1–10 μg/L értéket kapunk. Ezen lineáris, küszöb nélküli (linear no-threshold, LNT) modellen alapuló becslések alsó értékének a megvalósíthatósága óriási anyagi áldozatokkal jár és még a legfejletteb országok sem engedhetik meg maguknak. Mindez a gyakorlati okokon túl elméletileg sincs megfelelően alátámasztva, mert rengeteg bizonytalansági tényezőt rejt.

Az arzén alacsony koncentrációnál megfigyelhető hatását azonban a küszöbértéken alapuló modell sem írja le pontosan. Az arzén korábban említett roboráló hatása, illetve nyomelemként való azonosítása a hormézis jelenségével is értelmezhető, amely szerint egy anyag nagy koncentrációban gátló, kicsiben serkentő hatással rendelkezik, és az ennek megfelelő dózis-hatás görbék J vagy U betű alakúak (vagy ezek fordítottjai), attól függően, milyen tartományban rendelkezünk megbízható adatokkal és pontosan hogyan ábrázoljuk az összefüggéseket **(5. ábra)**. A hormézis jelensége széles körben ismert, de hosszú ideig teljesen háttérbe szorult a toxikológia klaszszikus, küszöbértéken alapuló dózis-hatás görbéi mellett, részben azért, mert Hugo Schulz (1853–1932), akinek a nevéhez leginkább köthető a hormézis megfogalmazása, tévesen a homepátia magyarázatát vélte felfedezni ebben az elvben [53, 54]. A mérési adatok növekvő számával ma már egyértelművé vált, hogy számos anyag esetében számolnunk kell ezzel a hatással [55]. Jelenleg több mint 9000 dózis-hatás összefüggés és 100 anyag esetében igazolták a hormézist [56, 57]. Calabrese szerint az alacsony dózisban megfigyelhető serkentő hatást meg kell különböztetnünk a nagy dózisban megfigyelhető gátló hatástól. Az előbbi a külső ingerre adott válasz, a biológiai teljesítőképesség mértéke és nem a toxicitásé: a hozzáférhető adatokból a teljes dózis-hatás kontinuumot figyelembe kell venni a kockázatelemzésben [58].

2. táblázat. Az egyes országokban az ivóvíz arzéntartalmára megállapított egészségügyi határértékek

Ország/szervezet (bevezetés éve)	Egészségügyi határérték (μg/L)
Ausztrália (1997)	7
Amerikai Egyesült Államok (2002)	10
Európai Unió (1998)	10
Japán (1993)	10
Vietnam	10
WHO	10
Kanada	25
Banglades (1997)	50
India	50
Kambodzsa	50
Kína	50
Laosz (1999)	50
Mianmar	50
Nepál	50
Pakisztán	50
Svájc	50

Témánk szempontjából fontos, hogy az arzén esetében is bebizonyosodott a hormézis jelensége [59, 60]. Liu és munkatársai igazolták, hogy az arzén(III)-oxid a nemdaganatkeltő MCF10A emlő epitél sejtek szaporodását 0,1–1 µmol/L (= 19,8–198 µg/L) koncentrációtartományban 30–40%-kal serkentette, míg 10 µmol/L (= 1980 µg/L) koncentrációnál és afölött citotoxikusnak bizonyult [59].

Természetesen a hormézis elfogadása a toxikológia korábbi elveinek átértékelését jelenti és egy új paradigma elfogadása mindig hosszú ideig tart. A hormézisnek nagy irodalma van[2] és számosan kritizálják is [61–64]. Valószínűleg hosszabb ideig tart, amíg kiderül, hogy melyik tudományos iskola nézetei írják le pontosabban a valóságot és ez milyen következményekkel jár az egyes anyagok, így az arzén egészségügyi határértékére nézve. Élelmiszerek vonatkozásában Palou és munkatársai a különböző megközelítéseket integrálva egy alsó és egy felső határértéket, egy koncentrációablakot („window of benefit") javasolnak egy-egy anyag jótékony hatásának leírására [65].

Mindez meglehetősen bonyolultan hangzik, de az élet már csak ilyen: a leegyszerűsített magyarázatok gyakran gellert kapnak a valóság talaján. A lényegi kérdésre visszatérve, az expozíciós és egészségügyi adatok fényében úgy vélem, könyvünk korábbi állítása védhető, azaz a lineáris becslést alkalmazó, küszöbértéket nélkülöző modell alapján megadott 10 µg/L koncentráció az ivóvizek arzéntartalmára túlzott óvatossággal lett megadva és jelenlegi ismereteink szerint ez nem indokolt, különösen az újabb kutatások fényében. Tanulságos, hogy az *Élelmiszervizsgálati közlemények* c. folyóirat egy 2014-es közleményében (amelynek Mihucz Viktor Gábor is társszerzője) azt vizsgálták, hogy az EU által előírt, az egykori magyar szabályozásnál jóval szigorúbb ivóvizes arzén-határérték indokolt-e a hazai ivóvíz- és élelmiszerfogyasztás adatainak ismeretében. Ebből a célból Bács-Kiskun, Békés, Csongrád és Pest megyéből származó ivóvízminták arzéntartalmát elemezték, amelyet kilenc, fontosabb élelmiszercsoport arzénkoncentrációjának mérésével egészítettek ki oly módon, hogy az élelmiszerek előállításához használt ivóvíz arzéntartalmát is meghatározták. Ezenfelül két olyan, jellemzően magyar menüt állítottak össze, amely az ajánlott napi 2000 kcal energia bevitelét biztosítja. Az idézett műben szerepel az alábbi megállapítás: „*... a magyarországi táplálkozási szokásokat figyelembe véve és napi 2 liter ivóvíz elfogyasztásával számolva a magyarországi arzénterhelés nem éri el a WHO által meghatározott $BMDL_{0,5}$ szintet azokon a területeken sem, ahol az ivóvíz arzénkoncentrációja meghaladta a 10 µg/literes európai uniós határértéket*" [66, 67].[3]

A hazai ivóvizek arzénmentesítési fejlesztései meglehetősen vontatottan haladnak: 2015. június 30-ig be kell fejezni az arzénmentesítési programot, de 2013 végén az erre a célra rendelkezésre álló 127 milliárd forint európai uniós forrásnak csupán 5%-át használták fel. A megvalósítást nehezíti, hogy az önkormányzatoknak önrészt kell biztosítani és csak a fejlesztéshez van forrás, de a fenntartáshoz nincs [50, 51]. Az arzénmentesítést segíti Schremmer László és munkatársai találmánya, amely egy malomipari hulladék, a törek felhasználásával készült vastartalmú szorbens segítségével távolítja el az arzént [68–70]. Az eljárást egy hordozható kísérleti berendezésben alkalmazzák **(6. ábra)**. Az ivóvíz arzéntartalmának csökkentése házilag is megoldható a gyógyszertárakban kapható magnézium-oxid segítségével, de ennek csak az erősen szennyezett területeken van értelme [71].

Az egyes anyagokra vonatkozó egészségügyi határértékek időnkénti változtatása (a kisebb és nagyobb értékek irányába egyaránt) gyakori jelenség, elég a nátrium-benzoát, a dioxinok vagy a biszfenol A esetére gondolni [1, 72].

A kockázatok, költségek és az ezzel járó társadalmi haszon elemzése rendkívül összetett feladat [45, 73–78]. A döntések nyomán meghatározott egészségügyi határértékek hatása gyakran kiszámíthatatlan, például 1999-ben Belgiumban egy dioxinszennyezés következtében élelmiszerválság alakult ki és a belga kormány emiatt megbukott [1]. Mindez óvatosságra int az adatok értékelésében. A tudomány társadalmi haszna éppen abban mérhető, hogy felelős döntéseket hozva, minden szempontot figyelembe véve, a társadalom javát szolgálja és hajlandó rendszeresen felülvizsgálni korábbi álláspontját az új ismeretek fényében. Mindez nagyon emelkedetten hangzik és mindenki tudja, hogy a valóságban ez a törekvés gyakran torzul, de a célkitűzés érvényes és követendő.

6. ábra. Az AsR–10 hordozható kísérleti arzénmentesítő berendezés egy konténerben

[2] A WoS adatbázisban a „hormesis or hormetic" kifejezésre 2122 találatot kapunk az 1975–2015 közötti időszakban, ebből 277 közlemény összefoglaló jellegű (2015. április 8-i állapot).

[3] A $BMDL_{0,5}$ (benchmark dose limit) az a dózis, amely 0,5%-kal növeli meg a tüdőrák előfordulásának kockázatát; arzén esetében ez 3,0 µg/testtömeg-kg/nap [31, 66].

IRODALOM

[1] Kovács L., Csupor D., Lente G., Gunda T.: Száz kémiai mítosz. Tévhitek, félreértések, magyarázatok. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2011.
[2] L. Kovács, D. Csupor, G. Lente, T. Gunda: 100 chemical myths. Misconceptions, misunderstandings, explanations. Springer, Cham, Heidelberg, New York, 2014.
[3] Mihucz V. G.: Habilitációs pályázat. ELTE TTK, Kémiai Intézet, Budapest, 2014.
[4] Bartha A.: MR1 Kossuth Rádió, 180 perc, 2007. augusztus 17; az interjúrészlet innen tölthető le: http://www.mdche.u-szeged.hu/~kovacs/2007-08-17-k08_Arzen.rm.
[5] J. N. Parker, P. M. Parker (eds.): Arsenic poisoning. A medical dictionary, bibliography, and annotated research guide to internet references. ICON Health Publications, San Diego, 2004.
[6] M. F. Naujokas, B. Anderson, H. Ahsan, H. V. Aposhian, J. H. Graziano, C. Thompson, W. A. Suk: The broad scope of health effects from chronic arsenic exposure: update on a worldwide public health problem. Environ. Health Perspect. (2013), 121, 295–302.
[7] B. Goldacre: Bad science. Harper Perennial, London, 2009, 97. Magyar kiadás: B. Goldacre: Rossz tudomány. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2012.
[8] D. M. Whitacre (ed.): Arsenic pollution and remediation: an international perspective. Reviews of environmental contamination and toxicology. Vol. 197. Springer, New York, 2008.
[9] P. Ravenscroft, H. Brammer, K. Richards: Arsenic pollution. A global synthesis. Wiley-Blackwell, Chichester, 2009.
[10] C.-J. Chen, H.-Y. Chiou (eds.): Health hazards of environmental arsenic poisoning: from epidemic to pandemic. World Scientific, 2011. https://books.google.hu/books?id=7Mn49iRoW_AC&dq=TOXICOLOGICAL%20REVIEW%20OF%20INORGANIC%20ARSENIC%20epa&hl=hu&source=gbs_similarbooks 9 (utolsó hozzáférés: 2015. április 8.)
[11] S. M. Cohen, L. L. Arnold, B. D. Beck, A. S. Lewis, M. Eldan: Evaluation of the carcinogenicity of inorganic arsenic. Crit. Rev. Toxicol. (2013) 43, 711–752.
[12] B. A. Fowler: Biological and environmental effects of arsenic. Elsevier, 2013 (eredeti kiadás:1983). https://books.google.hu/books?id=zyQlBQAAQBAJ&dq=TOXICOLOGICAL%20REVIEW%20OF%20INORGANIC%20ARSENIC%20epa&hl=hu&source=gbs_similarbooks (utolsó hozzáférés: 2015. április 8.)
[13] S. J. S. Flora (ed.): Handbook of arsenic toxicology, Academic Press, 2015. http://store.elsevier.com/Handbook-of-Arsenic-Toxicology/Swaran-Jeet-Singh-Flora/isbn-9780124186880/ (utolsó hozzáférés: 2015. április 8.)
[14] J. Emsley: Nature's building blocks. An A-Z guide to the elements. Oxford University Press, Oxford, 2003. 40–46.
[15] T. M. Slayton, A. S. Lewis, B. D. Beck: Arsenic in E. L. Melnick, B. S. Everitt (eds.): Encyclopedia of quantitative risk analysis and assessment. John Wiley and Sons, Chichester, 2008, vol. 1, 28–37.

[16] H.-D. Belitz, W. Grosch, P. Schieberle: Food chemistry. 4th edn. Springer, Berlin, 2009, 428.
[17] H. N. Lynch, G. I. Greenberg, M. C. Pollock, A. S. Lewis: A comprehensive evaluation of inorganic arsenic in food and considerations for dietary intake analyses. Sci. Total Environ. (2014) 496, 299–313.
[18] T. R. Irvin, K. J. Irgolic: Arsenobetaine and arsenocholine: Two marine arsenic compounds without embryotoxity. Appl. Organometall. Chem. (1988) 2, 509–514.
[19] K. A. Francesconi, W. Goessler, S. Panutrakul, K. J. Irgolic: A novel arsenic containing riboside (arsenosugar) in three species of gastropod. Sci. Total Environ. (1998) 221, 139–148.
[20] Nyitrai J., Nagy J.: A magyar kémiai elnevezés és helyesírás szabályai. Útmutató a szerves vegyületek IUPAC–nevezéktanához (A IUPAC Szerves Kémiai Nómenklatúrabizottságának 1993-as ajánlásai alapján). Magyar Kémikusok Egyesülete, Budapest, 1998, 68.
[21] T. P. Coultate: Food. The chemistry of its components. 4th edn., Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2002, 362–364.
[22] H. Marquardt, S. G. Schäfer, R. O. McClellan, F. Welsch: Toxicology. Academic Press, 1999, 764. https://books.google.hu/books?id=lfOiJjFQjoEC&printsec=frontcover&hl=hu&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false (utolsó hozzáférés: 2015. április 8.)
[23] A. A. Meharg, P. N. Williams, C. M. Deacon, G. J. Norton, M. Hossain, D. Louhing, E. Marwa, Y. Lawgalwi, M. Taggart, C. Cascio, P. Harisi: Urinary excretion of arsenic following rice consumption. Environ. Polln. (2014) 194, 181–187.
[24] U. A. Boelsterli: Mechanistic toxicology. The molecular basis of how chemicals disrupt biological targets. CRC Press, Boca Raton, 2007, 190.
[25] R.W. Kapp: Arsenic in P. Wexler (editor-in-chief): Encyclopedia of toxicology, 3rd edn., Academic Press, 2014, vol. 1, pp. 308-312.
[26] A. H. Smith, P. A. Lopipero, M. N. Bates, C. M. Steinmaus: Arsenic epidemiology and drinking water standards. Science (2002) 296(5576), 2145–2146.
[27] C. H. Tseng: Blackfoot disease and arsenic: a never-ending story. J. Environ. Sci. Health C, Environ. Carcinog. Ecotoxicol. Rev. (2005) 23, 55–74.
[28] IARC (International Agency for Research on Cancer): Review of Human Carcinogens: Arsenic, Metals, Fibres, and Dusts. IARC Monogr. Eval. Carcinog. Risk Hum., Lyon, 2012, Vol. 100 C. http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol100C/mono100C.pdf (utolsó hozzáférés: 2015. április 8.)
[29] US EPA: Toxicological review of inorganic arsenic. In Support of Summary Information on the Integrated Risk Information System (IRIS), U.S. Environmental Protection Agency. Washington, DC, 2010, 146–152.
[30] EU (European Union) Council: Council Directive 98/83/EC of 3 November 1998 on the quality of water intended for human consumption. 1998. http://eur-lex.europa.eu/ LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:1998:330:0032:0054:EN: PDF (utolsó hozzáférés: 2015. április 8.)
[31] WHO: Exposure to arsenic: a major public health concern. World Health Organization, Geneva, 2010.
[32] J. S. Tsuji, D. D. Alexander, V. Perez, P. J. Mink: Arsenic exposure and bladder cancer: Quantitative assessment of studies in human populations to detect risks at low doses. Toxicology (2014) 317, 17–30.
[33] G. Leonardi, M. Vahter, F. Clemens, W. Goessler, E. Gurzau, K. Hemminki, R. Hough, K. Koppova, R. Kumar, P. Rudnai, S. Surdu, T. Fletcher: Inorganic arsenic and basal cell carcinoma in areas of Hungary, Romania, and Slovakia: a case-control study. Environ. Health Perspect. (2012) 120, 721–726.
[34] G. S. Bailey, A. P. Reddy, C. B. Pereira, U. Harttig, W. Baird, J. M. Spitsbergen, J. D. Hendricks, G. A. Orner, D. E. Williams, J. A. Swenberg: Nonlinear cancer response at ultralow dose: a 40800-animal ED001 tumor and biomarker study. Chem. Res. Toxicol. (2009) 22, 1264–1276.
[35] J. S. Tsuji, V. Perez, M. R. Garry, D. D. Alexander : Association of low-level arsenic exposure in drinking water with cardiovascular disease: A systematic review and risk assessment. Toxicol. (2014) 323, 78–94.
[36] NRC (National Research Council): Critical aspects of EPA's IRIS assessment of inorganic arsenic: interim report. Division on Earth and Life Studies, Board on Environmental Studies and Toxicology. Committee on Inorganic Arsenic. National Academies Press, Washington, 2013. http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=18594 (utolsó hozzáférés: 2015. április 8.)
[37] G. Eperon, M. Balasegaram, J. Potet, C. Mowbray, O. Valverde, F. Chappuis: Treatment options for second-stage gambiense human African trypanosomiasis. Expert Rev. Anti-infective Ther. (2014) 12, 1407–1417.
[38] A. R. Sapkota, L. Y. Lefferts, S. McKenzie, P. Walker: What do we feed to food-production animals? A review of animal feed ingredients and their potential impacts on human health. Environ. Health Perspect. (2007) 115, 663–670.
[39] FDA (Food and Drug Administration): Questions and answers regarding 3-nitro (Roxarsone), 2014. http://www.fda.gov/AnimalVeterinary/SafetyHealth/ProductSafetyInformation/ucm258313.htm (utolsó hozzáférés: 2015. április 8.)
[40] R. Eisler: Handbook of chemical risk assessment. Vol. 3, Chapter 28. Arsenic. CRC Press, Boca Raton, 2000.
[41] S. Penningroth: Essentials of toxic chemical risk. Science and society. CRC Press, Boca Raton, 2010, 138–142.
[42] R. L. Hough, T. Fletcher, G. S. Leonardi, W. Goessler, P. Gnagnarella, F. Clemens, E. Gurzau, K. Koppova. P. Rudnai, R. Kumar, M. Vahter: Lifetime exposure to arsenic in residential drinking water in Central Europe. Int. Arch. Occup. Environ. Health, (2010) 83, 471–481.
[43] C. M. Villanueva, M. Kogevinas, S. Cordier, M. R. Templeton, R. Vermeulen, J. R. Nuckols, M. J. Nieuwenhuijsen, P. Levallois: Assessing exposure and health consequences of chemicals in drinking water: current state of knowledge and research needs. Environ. Health Perspect. (2014) 122, 213–221.
[44] The World Bank: Towards a more effective operational response arsenic contamination of groundwater in South and East Asian countries. Report No. 31303. Washington, 2005, Vol. II, Technical report, 102, 159.
[45] M. J. Derelanko, C. S. Auletta: Handbook of toxicology. 3rd edn. CRC Press, Boca Raton, 2014, 758.
[46] A. A. Meharg: Venomous earth. How arsenic caused the world's worst mass poisoning. Macmillan, Houndmills, 2005, 162–169.
[47] A. A. Meharg , F.-J. Zhao: Arsenic and rice. Springer, Dordrecht, 2012.
[48] A. A. Meharg: High levels of cancer-causing arsenic in rice so why isn't it regulated in our food? 2014. http://blogs.qub.ac.uk/platformpieces/andy-meharg-high-levels-of-cancer-causing-arsenic-in-rice-so-why-isnt-it-regulated-in-our-food/ (utolsó hozzáférés: 2015. április 8.)
[49] P. Dewsbury: ICP-MS arsenic speciation in rice: the media and the science. 2014. http://chromblog.thermoscientific.com/blog/bid/113711/ICP-MS-Arsenic-Speciation-in-Rice-The-Media-and-The-Science (utolsó hozzáférés: 2015. április 8.)
[50] Bucsky P.: Láthatatlan veszély. Figyelő (2013) 45, 30–31.
[51] Vorák A.: A szűz lányok nem jöttek, a mérgezett víz maradt. Origo, 2013.04.02. http://www.origo.hu/itthon/20130401-az-ivovizminosegjavito-program-tizenket-eves-kudarca.html (utolsó hozzáférés: 2015. április 8.).
[52] H. R. Pfeiffer, J. Zobrist: Arsenic in drinking water – also a problem in Switzerland? EAWAGNews, (2002) 53, 15–17. http://www.eawag.ch/publications/eawag-news/www_en53/en53e_screen/en53e_pfeifer_s.pdf (utolsó hozzáférés: 2015. április 8.)
[53] E. J. Calabrese: Getting the dose-response wrong: why hormesis became marginalized and the threshold model accepted. Arch. Toxicol. (2009) 83, 227–247.
[54] P. F. Ricci, E. J. Calabrese in C.-H. Hsu, T. Stedeford (eds.): Cancer risk assessment. Chemical carcinogenesis, hazard evaluation, and risk quantification. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2010, 196.
[55] E. J. Calabrese, W. B. Jonas: Homeopathy: clarifying its relationship to hormesis. BELLE Newsletter, (2010) 16, 4–10.
[56] E. J. Calabrese, R. B. Blain: The occurrence of hormetic dose response in the toxicological literature, the hormesis database: an overview. Toxicol Appl Pharmacol. (2005) 202, 289–301.
[57] E. J. Calabrese, R. B. Blain: The hormesis database: the occurrence of hormetic dose responses in the toxicological literature. Reg. Toxicol. Pharmacol. (2011) 61, 73–81.
[58] E. J. Calabrese: Toxicology rewrites its history and rethinks its future: giving equal focus to both harmful and beneficial effects. Environ. Toxicol. Chem. (2011) 30, 2658–2673.
[59] Y. Liu, J. M. Hock, C. Sullivan: Activation of the p38 MAPK/Akt/ERk/1/2 signal pathways is required for the protein stabilization of CDC6 and cyclin D1 in low-dose arsenite-induced cell proliferation. J. Cell. Biochem. (2010) 111, 1546–1555.
[60] E. J. Calabrese: Hormetic mechanisms. Crit. Rev. Toxicol. (2013) 43, 580–606.
[61] H. van der Woude, G. M. Alink, I. M. C. M. Rietjens: The definition of hormesis and its implications for in vitro to in vivo extrapolation and risk assessment. Crit. Rev. Toxicol. (2005) 35, 603–607.
[62] K. A. Thayer, R. Melnick, K. Burns, D. Davis, J. Huff: Fundamental flaws of hormesis for public health decisions. Environ. Health Perspect. (2005) 113, 1271–1276.
[63] K. A. Thayer, R. Melnick, J. Huff: Hormesis: A new religion? Environ. Health Perspect. (2006) 114, A632-A633.
[64] J. P. Myers: Hormesis is a flawed theory. 2006. http://www.ourstolenfuture.org/Commentary/JPM/2006-1005hormesisflawed.html (utolsó hozzáférés: 2015. április 8.)
[65] A. Palou, C. Pico, J. Keijer: Integration of risk and benefit analysis - the window of benefit as a new tool? Crit. Rev. Food Sci. Nutr. (2009) 49, 670–680.
[66] Sugár É., Mihucz V. G., Záray Gy.: Arzénvizsgálatok ivóvízből és élelmiszerekből. Élelmiszervizsgálati Közlemények, (2014) 60(2), 162–176.
[67] Hír TV: Arzén a vizeinkben. http://mno.hu/zoldovezet/arzen-a-vizeinkben-1261317, 2014 de[60]cember 2 (utolsó hozzáférés: 2015. április 8.)
[68] I. Schremmer, J. Kis-Benedek, L. Ebert: Method and apparatus for sorbent production, primarily for removing arsenic from drinking water. US 8658563 B2. (2008) http://www.google.com/patents/US8658563 (utolsó hozzáférés: 2015. április 8).
[69] Anon.: Magyar fejlesztés tisztíthatja a vizet. http://hirposta.hu/cikk/4354137/Magyar_fejlesztes_tisztithatja_a_vizet/, 2014. szeptember 9. (utolsó hozzáférés: 2015. április 8.)
[70] G.I.C. Kft.: Új adszorbens ivóvíz arzénmentesítésére, 2014. http://www.gic.co.hu/adsorbens.htm (utolsó hozzáférés: 2015. április 8).
[71] Galbács Z.: Csapvíz arzénmentesítése otthon. A kémia tanítása (2013) 21(1), 10-15.
[72] EFSA (European Food Safety Authority): No consumer health risk from bisphenol A exposure. Press release, 21 January 2015. http://www.efsa.europa.eu/en/press/news/150121.htm (utolsó hozzáférés: 2015. április 8).
[73] M. W. Merkhofer: Decision science and social risk management. A comparative evaluation of cost-benefit analysis, decision analysis, and other formal decision-aiding approaches. D. Reidel Publishing Company, Dordrecht, 1987.
[74] R. A. Luken: Efficiency in environmental regulation. A benefit-cost analysis of alternative approaches. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1990.
[75] D. R. Tennant (ed.): Food chemical risk analysis. Chapman & Hall, London, 1997.
[76] R. Bal, W. Halffman (eds.): The politics of chemical risk: scenarios for a regulatory future. Springer, Dordrecht, 1998.
[77] E. Nielsen, G. Ostergaard, J. C. Larsen: Toxicological risk assessment of chemicals. A practical guide. Informa Healthcare, New York, 2008.
[78] T. Aven: Foundations of risk analysis. 2nd edn. Wiley, Chichester, 2012.

Bruckner-termi előadások

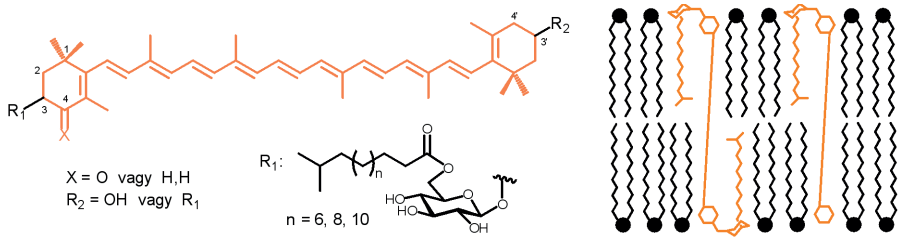
Nagy Veronika
PTE ÁOK, Biokémiai és Orvosi Kémiai Intézet

Karotinoidok szénhidrátszármazékainak előállítása

A természetben a karotinoidok elsősorban zsírsav-észtereik formájában fordulnak elő, de egyes élőlényekben a fő színanyagok karotinoidok glikozidjai vagy glikozilészterei. A legismertebb ilyen színanyag a sáfrány bibéjéből izolálható krocin. Nagy mennyiségben használják ételés textilszínezékként, a hagyományos kínai gyógyászatban szívkoszorúér-meszesedés ellen, továbbá ismert antioxidáns gyökfogó és rákellenes hatása is [1]. A krocin az egyetlen magasabb rendű növényben előforduló glikozil-észter, a többi hasonló jellegű vegyület csak bizonyos algákban, vagy extrém körülmények között élő baktériumokban fordul elő.

A súlyos betegségeket okozó *Staphylococcus aureus* fő pigmentje a sztafiloxantin nevű glikozil-észter. Kimutatták, hogy a sztafiloxantin termelésére képtelen *S. aureus* mutáns sokkal kevésbé ellenálló az immunrendszer fehérvérsejtjei által termelt reaktív oxigénszármazékokkal (ROS) szemben [2].

A hőforrásokban élő *Thermus* baktériumok színanyagai között olyan karotinoid-glikozidokat, ún. termoxantinokat találtak, melyekre jellemző, hogy megfelelő konformációban a molekulák hosszúsága hasonló a sejtmembrán vastagságához, és amfipatikus szerkezetük révén képesek beépülni a sejtmembránba **(1. ábra)**. Feltételezik, hogy a termoxantinok a baktériumok sejtmembránjába épülve felelősek a hőtűrő sajátságért [3].



1. ábra. Néhány termoxantin szerkezete és beépülése a sejtmembránba

A halofil baktériumokból izolált bakterioruberinek C_{50} karotinoidok glikozidjai, melyek hasonlóképpen illeszkednek a lipid kettősrétegbe, mechanikailag erősítve a membránt. Emiatt a baktérium extrém sós oldatban is ellenáll az ozmózisnyomásnak [1].

A membránba épült termoxantionok, illetve mimetikumaik elősegíthetik a sejtet érő oxidatív stressz csökkentését, ám a biológiai vizsgálatokhoz szükséges mennyiségű glikozid természetes forrásból nem áll rendelkezésre, ezért indokolt a kémiai szintézisük.

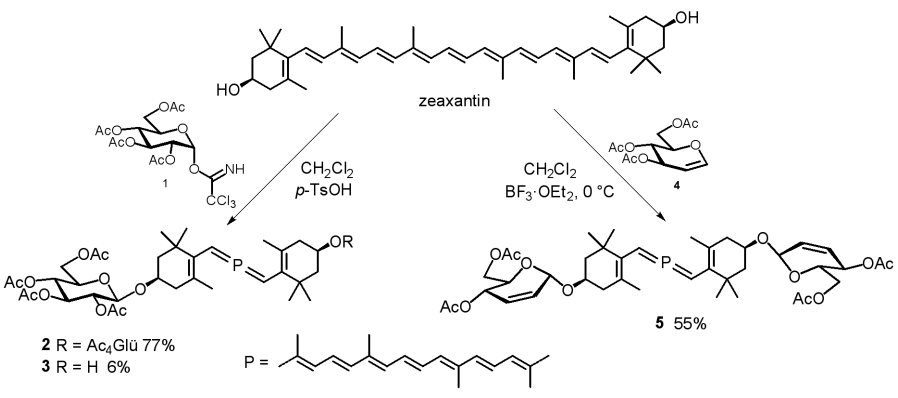
Korábban a karotinoid-glikozidok előállítására az irodalomban összesen három eljárást találtunk, amelyek igen alacsony (2–3%) hozammal szolgáltatták a termékeket [4]. Kutatócsoportunk olyan módszer kidolgozását tűzte ki célul, mellyel nagyobb tételben lehet karotinoid-glikozidokat előállítani.

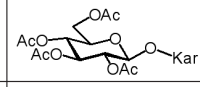
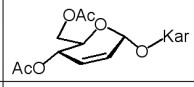
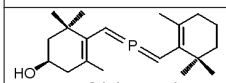
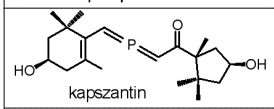
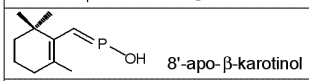
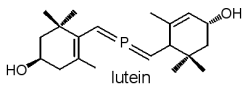
A szénhidrátkémiában széleskörűen alkalmazott modern módszereket optimáltuk a természetes karotinoid-alkoholok közvetlen glikozilezésére: peracetil-β-D-glükozil-triklór-acetimidátot (**1**) használva glikozil-donorként jó hozamokkal tudtuk előállítani a zeaxantin és a kapszantin glikozidjait **(2. ábra)**. Tri-*O*-acetil-D-glükál (**4**) Ferrier-reakciójával szintén sikerült zeaxantin- és kapszantin-glikozidokat előállítanunk közepes hozamokkal [5].

Az említett reakciókat elvégeztük egyéb karotinoid-alkoholokkal is **(1. táblázat)**. A β-kriptoxantin mindkét reakcióban igen alacsony kitermeléssel adta a várt termékeket. Az allil-helyzetű hidroxilcsoportot tartalmazó lutein és 8'-apo-β-karotin esetében Lewis-sav katalizátor hatására a dehidratálódás és átrendeződés vagy bomlás gyorsabban következett be, mint a glikozilezés.

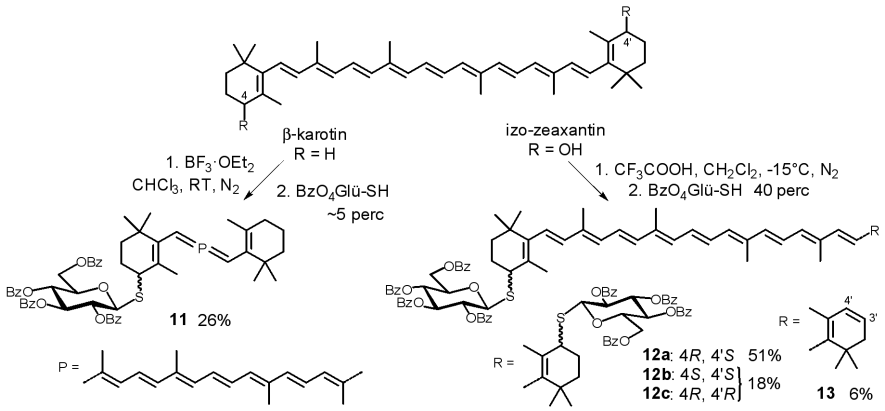
Glikozidok készítésére felhasználtuk a karotinoidok sajátos viselkedését savas kö-

2. ábra. Zeaxantin reakciója peracetil-glükozil-triklór-acetimidáttal és tri-*O*-acetil-D-glükállal



Karotinoid	Termékek, hozamok	Termékek, hozamok
P =		
 β-kriptoxantin	**6** monoglikozid (8%)	**9** monoglikozid (<5%)
 kapszantin	**7** 3'-monoglikozid (41%) **8** diglikozid (22%)	**10** diglikozid (32%)
 8'-apo-β-karotinol	elbomlott a kiindulási anyag	elbomlott a kiindulási anyag
 lutein	elbomlott a kiindulási anyag	elbomlott a kiindulási anyag

1. táblázat. Egyéb karotinoid alkoholok glikozilezése



3. ábra. Izo-tiokarotinoid-glükozidok előállítása β-karotinból és izo-zeaxantinból

zegben: β-karotinból Lewis-savak hatására gyökös mechanizmussal +2 töltésű kation keletkezik, amely egyszerű nukleofilekkel (víz, metilát) 4-es helyzetben szubsztituált termékeket szolgáltat. Izo-zeaxantinból Brønsted-savak hatására ionos reakcióban keletkezik dikation, mely nukleofilekkel 4,4'-diszubsztituált származékokat képez [6]. Ha a karotin-dikationt megfelelő szerkezetű szénhidrát-nukleofilekkel reagáltatjuk, akkor a reakció során a termoxantinok mimetikumainak tekinthető izokarotinoid-glikozidok keletkezhetnek.

β-karotinból kiindulva BF_3-éteráttal állítottunk elő dikationt, mely tetra-*O*-benzoil-1-tio-β-D-glükózzal reagáltatva közepes hozammal szolgáltatott perbenzoilezett izo-tiokriptoxantin-monoglükozidot (**11**, **3. ábra**). Hosszabb reakcióidő alatt termék polién láncának egy része redukálódik [7]. Izo-zeaxantinból kiindulva redukciós mellékreakciókkal nem kell számolnunk. Az így előállított dikationt szintén perbenzoilezett 1-tio-β-D-glükózzal reagáltattuk és védett izo-tiozeaxantin-diglükozidokat (**12**) kaptunk jó hozammal [7].

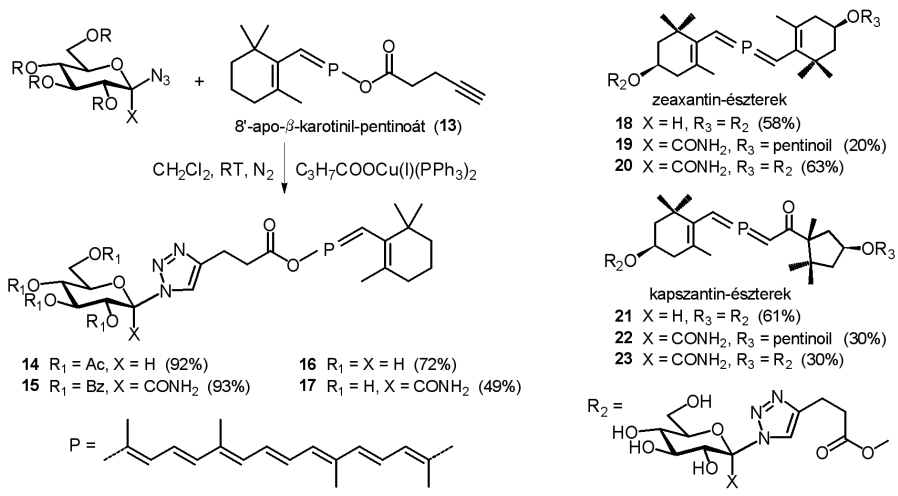
Hasonló módon előállítottunk *N*-acetilciszteinnel kapcsolt karotinoidot is, amely az elsőként szintetizált nem észter jellegű karotinoid-aminosav konjugátum [8].

Ezekkel a reakciókkal megvalósítottuk a termoxantin mimetikumok szintézisének kulcslépését, a karotinoid- és a szénhidrát-egység kapcsolását. A kapszantin és más κ-karotinoidok glikozidjait természetes forrásból még nem mutatták ki, azonban a karotinoidok között a κ-végcsoportot tartalmazók a legjobb antioxidánsok, így igen érdekesnek ígérkezik a kapszantin-glikozidok biológiai vizsgálata.

Korábban több karotinoidból pentinoát észtert szintetizáltunk, melyeket [3+2] azid-alkin cikloaddíciós (click) reakcióban használtunk fel. Glikozil-azidokkal végezve a reakció, a védetlen termékektől hasonló biológiai hatás várható, mint a karotinoid-glikozidoktól. Védett és szabad glikozil-azidokkal különféle karotinoidokkal (8'-apo-β-karotin, zeaxantin, kapszantin) szubsztituált triazolokat (**14**–**23**) állítottunk elő (**4. ábra**).

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

4. ábra. Karotinoid-pentinoátok kapcsolása szénhidrát-azidokhoz click-reakcióval



IRODALOM
[1] V. M. Dembitsky, Lipids (2005) 40, 535–557.
[2] G. Britton: Functions of intact carotenoids. In: Carotenoids Vol. 4. (Editors: G. Britton, S. Liaaen-Jensen, H. Pfander), Birkhäuser Verlag, Basel, Switzerland 1995. 189–211.
[3] A. Yokoyama, G. Sandmann, T. Hoshino, K. Adachi, M. Sakai, Y. Shizuri, Tetrahedron Lett. (1995) 36, 4901–4904.
[4] (a) H. Pfander, M. Hodler, Helv. Chim. Acta (1974) 57, 1641–1651. (b) Y. Yamano, Y. Sakai, M. Hara, M. Ito, J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1. (2002) 2006–2013. (c) A. Yokoyama, Y. Shizuri, N. Misawa Tetrahedron Lett. (1998) 39, 3709–3712.
[5] M. Hanaura, A. Agócs, K. Böddi, J. Deli, V. Nagy, Tetrahedron Lett. (2014) 55, 3625–3627.
[6] (a) B. F. Lutnaes, L. Bruås, G. Kildahl-Andersen, J. Krane, S. Liaaen-Jensen, Org. Biomol. Chem. (2003) 1, 4064. (b) G. Kildahl-Andersen, L. Bruås, B.F. Lutnaes, Org. Biomol. Chem. (2004) 2, 2496–2506.
[7] V. Nagy, A. Agócs, E. Turcsi, J. Deli, Tetrahedron Lett. (2010) 51, 2020–2022.
[8] A. Zand, A. Agócs, J. Deli, V. Nagy, Acta Biochim. Pol. (2012) 59, 149–150.

Bagi Péter
BME Szerves Kémia és Technológia Tanszék

P-Aszimmetriacentrumot tartalmazó vegyületek rezolválása és hasznosítása ligandumként

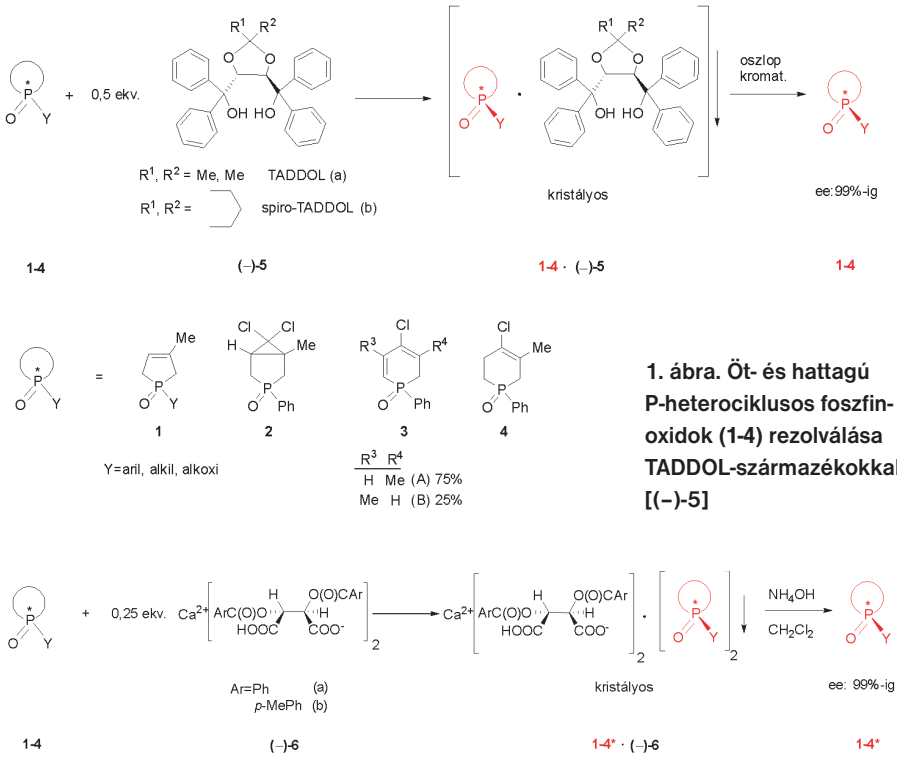
A királis foszforvegyületek jelentős szerepet töltenek be a szerves kémiában, mivel királis P(III)vegyületek átmenetifém-komplexeit elterjedten alkalmazzák katalizátorként homogén fázisú enantioszelektív reakciókban [1]. Az irodalomban a C-kiralitást tartalmazó foszforvegyületek mellett fontos vegyületcsaládot alkotnak a P-aszimmetriacentrumot tartalmazó vegyületek; ez a kutatási terület azonban még számos kihívást rejt magában [2].

Az első optikailag aktív P-aszimmetriacentrumot tartalmazó vegyületek előállítása óta [3] számos módszert dolgoztak ki a királis foszforvegyületek enantiomerjeinek szintézisére. Az egyik lehetőség az enantioszelektív szintézis [4], a másik a megfelelő racém vegyületek rezolválása [2b, 5].

Kutatócsoportunkban rezolválási módszereket dolgoztunk ki öt- és hattagú P-heterociklusos P-aszimmetriacentrumot tartalmazó foszfin-oxidok és foszfinátok (**1–4**) enantiomerjeinek elválasztására. Az első eredményesen alkalmazható rezolválóágensek a TADDOL-származékok [(−)-**5**] voltak [6]. A rezolválási eljárás során diasztereomer molekulakomplexek képződtek, amelyeket több átkristályosítással tisztítottunk. Ezután az adott diasztereomerből oszlopkromatográfiás elválasztással nyertük ki az adott heterociklusos foszfin-oxid enantiomert (**1–4**) és így a rezolválószert [(−)-**5**] is regeneráltuk **(1. ábra)** [6–7].

A TADDOL-származékokkal [(−)-**5**] végzett rezolválási kísérletek során megfigyeltük, hogy az alkalmazott oldószer befolyásolhatja, melyik foszfin-oxid enantiomer épül be a keletkezett diasztereomerbe. Ezt a jelenséget kihasználva, 1-butil-3-metil-3-foszfolén-1-oxid (**1**) esetében kidolgoztunk egy olyan eljárást, amellyel butil-3-foszfolén-oxid (**1**) mindkét enantiomerjét előállítottuk ugyanazzal a rezolválóágenssel, a spiro-TADDOL-lal [(−)-**5b**] különböző oldószerekben [7d].

A TADDOL-származékok [(−)-**5**] mellett az (−)-*O,O*'-dibenzoil- és a (−)-*O,O*'-di-*p*-toluoil-borkősav savanyú Ca^{2+}-sói [(−)-**6**] is eredményesen alkalmazható rezolválóágensek voltak öt- és hattagú heterociklusos foszfin-oxidok és foszfinátok (**1–4**) enantiomerjeinek elválasztására **(2. ábra)** [7c–h, 8].

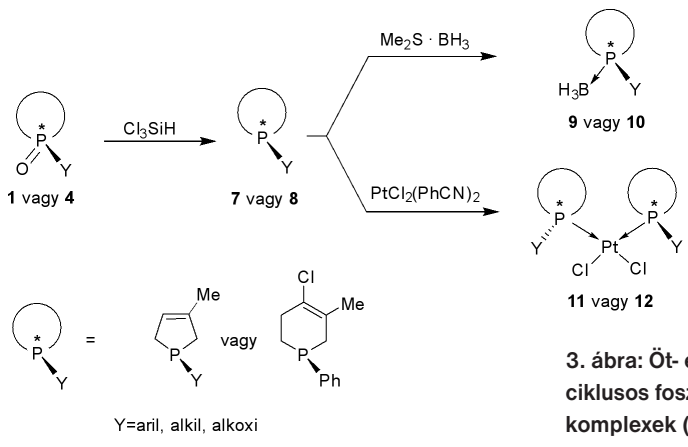


1. ábra. Öt- és hattagú P-heterociklusos foszfin-oxidok (1-4) rezolválása TADDOL-származékokkal [(−)-5]

2. ábra. Öt- és hattagú P-heterociklusos foszfin-oxidok (1–4) rezolválása (−)-*O,O*'-dibenzoil- és a (−)-*O,O*'-di-*p*-toluoil-borkősav savanyú Ca^{2+}-sóival [(−)-6]

Több esetben a keletkezett diasztereomereket egykristály-röntgendiffrakciós mérésekkel is karakterizáltuk, amely mérésekkel az enantiomerfelismerésért felelős másodrendű kölcsönhatásokat is azonosítani tudtunk [6, 7d–g, 8a].

A hattagú P-heterociklusos foszfin-oxidok (**2–4**) eredményes rezolválása mellett, az adott vegyületek szintézisére kidolgo-



3. ábra: Öt- és hattagú P-heterociklusos foszfin-borán- és platinakomplexek (9-12) szintézise

zott reakciósorban részletesen vizsgáltuk az egyes lépések sztereokémiai következményeit [7c].

Az előállított heterociklusos foszfin-oxidokból (**1** vagy **4**) egy – triklórszilánnal végzett – deoxigénezési lépésen keresztül megvalósítottuk a megfelelő platinakomplexek (**11** vagy **12**) szintézisét. Minden heterociklusos ligandumot külön reakcióban boránkomplex (**9** vagy **10**) formájában is stabilizáltunk **(3. ábra)**. A foszfin-boránok a foszfinok prekurzorainak tekinthetők, amelyekből a megfelelő P(III)vegyületek felszabadíthatók [7b, 7g, 9].

A heterociklusos foszfin-ligandumot tartalmazó platinakomplexek $SnCl_2$ jelenlétében sztirol enantioszelektív hidroformilezési reakciójában alkalmazható katalizátorok. Megfigyeltük, hogy a ligandum szerkezete befolyásolta a reakcióban megfigyelhető kemo-, regio- és enantioszelektivitás értékeket [7g, 9b–e, 10].

IRODALOM

[1] (a) Noyori, R., Asymmetric Catalysis in Organic Synthesis. John Wiley & Sons: New York, 1994, 400; (b) Börner, A., Phosphorus Ligands in Asymmetric Catalysis. Wiley-VCH: Weinheim, 2008, 1546; (c) Ojima, I., Catalytic Asymmetric Synthesis. 3rd ed. ed.; Wiley: Weinheim, 2010.

[2] (a) Kollár, L.; Keglevich, G., Chem. Rev. (2010) 110, 4257; (b) Grabulosa, A., P-Stereogenic Ligands in Enantioselective Catalysis. The Royal Society of Chemistry: Cambridge, 2010.

[3] Meisenheimer, J.; Lichtenstadt, L., Chem. Ber. (1911) 44, 356.

[4] (a) Juge, S.; Stephan, M.; Laffitte, J. A.; Genet, J. P., Tetrahedron Lett. (1990) 31, 6357; (b) Johansson, M. J.; Kann, N., Mini-Rev. Org. Chem. (2004) 1, 233; (c) Grabulosa, A.; Granell, J.; Muller, G., Coord. Chem. Rev. (2007) 251, 25; (d) Kolodiazhnyi, O. I.; Kukhar, V. P.; Kolodiazhna, A. O., Tetrahedron: Asymmetry (2014) 25, 865.

[5] Pietrusiewicz, K. M.; Zablocka, M., Chem. Rev. (1994) 94, 1375.

[6] (a) Novák, T.; Schindler, J.; Ujj, V.; Czugler, M.; Fogassy, E.; Keglevich, G., Tetrahedron: Asymmetry (2006) 17, 2599; (b) Novák, T.; Ujj, V.; Schindler, J.; Czugler, M.; Kubinyi, M.; Mayer, Z. A.; Fogassy, E.; Keglevich, G., Tetrahedron: Asymmetry (2007) 18, 2965.

[7] (a) Keglevich, G.; Dvorszki, J.; Ujj, V.; Ludányi, K., Heteroatom Chem. (2010) 21, 271; (b) Ujj, V.; Kerényi, A.; Laki, A.; Fogassy, E.; Keglevich, G., Lett. Org. Chem. (2010) 7, 110; (c) Bagi, P.; Laki, A.; Keglevich, G., Heteroatom Chem. (2013) 24, 179; (d) Bagi, P.; Fekete, A.; Kállay, M.; Hessz, D.; Kubinyi, M.; Holczbauer, T.; Czugler, M.; Fogassy, E.; Keglevich, G., Chirality (2014) 26, 174; (e) Bagi, P.; Kállay, M.; Hessz, D.; Kubinyi, M.; Holczbauer, T.; Czugler, M.; Fogassy, E.; Keglevich, G., Tetrahedron: Asymmetry (2014) 25, 318; (f) Bagi, P.; Fekete, A.; Kállay, M.; Hessz, D.; Kubinyi, M.; Holczbauer, T.; Czugler, M.; Fogassy, E.; Keglevich, G., Heteroatom Chem. (2015) 26, 79; (g) Bagi, P.; Juhász, K.; Timári, I.; Kövér, K. E.; Mester, D.; Kállay, M.; Kubinyi, M.; Szilvási, T.; Pongrácz, P.; Kollár, L.; Karaghiosoff, K.; Czugler, M.; Drahos, L.; Fogassy, E.; Keglevich, G., J. Organomet. Chem. (2015) 797, 140; (h) Bagi, P.; Ujj, V.; Czugler, M.; Fogassy, E.; Keglevich, G., Dalton Trans. (2016) 45, 1823.

[8] (a) Ujj, V.; Schindler, J.; Novák, T.; Czugler, M.; Fogassy, E.; Keglevich, G., Tetrahedron: Asymmetry (2008) 19, 1973; (b) Ujj, V.; Bagi, P.; Schindler, J.; Madarász, J.; Fogassy, E.; Keglevich, G., Chirality (2010) 22, 699.

[9] (a) Kerényi, A.; Kovács, V.; Körtvélyesi, T.; Ludányi, K.; Drahos, L.; Keglevich, G., Heteroatom Chem. (2010) 21, 63; (b) Keglevich, G.; Bagi, P.; Szöllősy, Á.; Körtvélyesi, T.; Pongrácz, P.; Kollár, L.; Drahos, L., J. Organomet. Chem. (2011) 696, 3557; (c) Bagi, P.; Kovács, T.; Szilvási, T.; Pongrácz, P.; Kollár, L.; Drahos, L.; Fogassy, E.; Keglevich, G., J. Organomet. Chem. (2014) 751, 306; (d) Bagi, P.; Szilvási, T.; Pongrácz, P.; Kollár, L.; Drahos, L.; Keglevich, G., Curr. Org. Chem. (2014) 18, 1529; (e) Bagi, P.; Karaghiosoff, K.; Czugler, M.; Hessz, D.; Kállay, M.; Kubinyi, M.; Szilvási, T.; Pongrácz, P.; Kollár, L.; Timári, I.; E. Kövér, K.; Drahos, L.; Fogassy, E.; Keglevich, G., Heteroatom Chem. (2016) DOI: 10.1002/hc.21305.

[10] Pongrácz, P.; Kollár, L.; Kerényi, A.; Kovács, V.; Ujj, V.; Keglevich, G., J. Organomet. Chem. (2011) 696, 2234.

Veszély és kockázat

Beszélgetés Gruiz Katalinnal

Gruiz Katalin a Műegyetem docense. Ő hozta létre és vezeti az Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszer-tudományi Tanszéken működő Környezeti Mikrobiológia és Biotechnológia Kutatócsoportot. A European Chemicals Agency szakértője. A Down Alapítvány alapító elnöke.

Csoportja a környezettudományok számos területén folytat kutatásokat; ezek közé tartozik a szennyezett területek kockázatfelmérési stratégiája, a szennyezőanyagok mikrobiológiai degradációja, a környezettechnológiák fejlesztése, az ökotoxikológiai tesztek kidolgozása és alkalmazása a környezetmenedzsmentben, a hulladékok felhasználása a talajban, a tudásbázisok létrehozása.

Az MKL nemrégiben mutatta be a kollégáival együtt szerkesztett könyvsorozat, A környezetmenedzsment mérnöki eszköztára *második kötetét.*

– A *Land Contamination and Reclamation* különszámát szerkesztettem 2009-ben Meggyes Tamással, és ennek láttán rábeszéltek bennünket egy könyv megírására. Na de milyen legyen az a könyv? Kidolgoztuk egy négykötetes sorozat tervét, amelyben a szennyezett területek felmérése, remediálása után esettanulmányok szerepeltek, de azt mondták, hogy szükség lenne egy áttekintő első kötetre is. Eredetileg az Elsevier adta volna ki a könyveket. A tárgyalások közben kiderült, hogy az Elsevierből kiválik egy új kiadó, amely csak a környezettudományra fókuszál, és ez publikálja majd a sorozatot. Beleegyeztünk, de mire leadtuk az első kéziratot, a kiadó közölte, hogy megszűnik: ha akarjuk, ezt a kötetet még megjelenteti, de máshová is elvihetjük. Több kiadót megkerestünk, és a CRC Presst érdekelte a sorozat. Most dolgozom a harmadik köteten. Nagyon nagy munka, mert szinte az egészet mi írjuk, hogy egységes felfogást tükrözzön.

– *Hányan vagytok a csoportodban?*

– Öten, és ehhez jön néhány PhD-hallgató.

– *Nagyon széles skálán játszotok.*

– Van egy történet egy asszonyról, aki mindennap felviszi a kisborjút a hegyre, és ahogy a borjú nő, ő is jól megerősödik. Ha

megcsináltam valamit, nem fordítok hátat neki, mert úgy gondolom, hogy szervesen beépült a tudásomba. A sokféleség fenntartása iszonyú energiát emészt fel, mert közben haladni kell az új tudással – de tanárként ez kutya kötelességünk, és hozzá is edződünk az évek során.

Először nem is foglalkoztam környezetvédelemmel. Biomérnökként kezdtem, dohány-, élesztő-, baktériumlipideket vizsgáltam: szép lassan haladtam a mikrobiológia felé, és az lett a következő területem. Volt a Műegyetemen egy fantasztikus ember, Görög Jenő bácsi, aki már a háború előtt modern szemléletű biotechnológiát művelt. A hetvenes évek végén például bonthatatlannak hitt anyagok mikrobiológiai korrózióját vizsgálta. Imádta a szakmáját, állandóan a mikrobákról beszélt, és mindenkit bebolondított.

Mivel kezdheti az ember a környezeti mikrobiológiát? Hát szennyvíztisztítással – ennek voltak is hagyományai a tanszéken. Először jött a zsírok bontása, ami kapcsolódott a lipidekhez. Aztán rájöttem, hogy nekem a talajjal kell foglalkoznom. Ez sem véletlen, mert a mi tanszékünket 'Sigmond Elek, az európai hírű talaj-tudós alapította a múlt század elején. A talaj-mikrobiológiában a hetvenes években kezdett kibontakozni a modern, környezettudományi szemlélet. Ebbe ástam bele magam, és ehhez jól tudtam hasznosítani a korábbi tudásmorzsákat.

Remek hallgatói csapatom volt, amikor megtudtuk, hogy Gyöngyösoroszinál szennyezett területnek kell lennie egy felfüggesztett bánya környezetében. Többé-kevésbé titkolták, hogy borzasztó környezeti károk keletkeztek, rengeteg ember megbetegedett. Mi fel akartuk mérni ezt a kis vízgyűjtő területet, de nem volt pénzünk az analízisre. Az egyik ötletemből kiindulva kifejlesztettünk a hallgatókkal egy nagyon olcsó, szűrésre alkalmas ökotoxikológiai módszert. Izoláltunk egy *Bacillus* törzset, amely minden fémre érzékeny volt, mégpedig közepesen. 40×40 cm-es, nagy üvegtálakat csináltattunk az üvegtechnikusokkal, amelyekbe beleöntöttük a táptalajba kevert mikroba-szuszpenziót. A talajból kis korongokat formáztunk, ezeket rátettük a szuszpenzió tetejére. Egy ilyen tálcán egyszerre meg tudtunk vizsgálni 50–60 mintát. Ott, ahol toxikus volt a talaj, nem fejlődtek a mikrobák: áttetsző gyűrű maradt a korong körül. A toxikus korongok mintavételi helyét megjelöltük a térképen, és ebből kiderült, hol lehetnek a szennyezőforrások. Korábban erről semmit sem tudtunk. Aztán elkezdett terjedni a szennyezettség híre, és mások is jöttek vizsgálódni.

– Tőletek származtak az első információk?

– Szerintem igen. Rengeteget publikáltunk, konferenciákon adtunk elő, tucatjával készültek a diplomamunkák. Az első társaságból hatan maradtak nálam diplomázni, és ők együtt írtak egyetlen szakdolgozatot, mert hatféle módszerrel mértünk, amikor már mások is besegítettek. Nagy újdonság volt, hogy toxikológiai módszerekkel mutattuk ki a szennyezettséget és azonosítottuk a „hot spotokat". Amikor a hallgatóim előadták a kutatásaikat a diákköri konferenciákon, mindenki azt kérdezte: „Hogy lesz ebből koncentráció?" Mondtuk, hogy mi nem koncentrációban gondolkozunk. Nem értették, hogy mit akarunk. A kémiai szemlélet még ma is áthatja a környezetvédelmet.

– Miért vetitek el a koncentrációt?

– Mert a környezetben a koncentráció nem arányos a hatással.

– Ezért használjátok például a könyvetekben is hangsúlyos „direkt toxicitás mérés"-t? Ez miből áll?

– Beleteszem a mintába a teszt-organizmust, ami majd megmondja, hogy mennyi szennyezőanyagot tudott elérni biológiailag, mennyi a valóban toxikus hatást kifejtő forma. A toxicitáshoz objektív számértéket is rendelhetünk, és az elérendő célt is ki tudjuk fejezni, nem kell koncentrációkat megadnunk. Azt mondjuk például, hogy ne legyen toxikus a talaj egyáltalán, vagy legfeljebb 10 vagy 20 százalék toxicitást tartunk elfogadhatónak.

– És mikor jön a kémia?

– Mi legtöbbször biológiai módszereket használunk. Az én szemléletemben a kémiai eljárások a második helyre kerülnek, amikor szennyezett környezetről van szó. A biológiai módszerek által adott eredmények általában egyszerűen értelmezhetők. Ha például tízszeres hígítás hatására csökken le a szennyezőanyag toxicitása elfogadható mértékűre, akkor tizedére kell csökkenteni az anyag hatását, vagyis a mennyiségét. Ezt persze a talajban nem hígítással oldom meg, hanem biodegradációval. A szennyvizet akár hígíthatom is, ha kényszerhelyzetben vagyok – például egy szennyvízkezelő telep kifolyójánál derül ki, hogy a szennyvíz toxikus a vízi ökoszisztémára. Ilyenkor az a korrekt megoldás, hogy addig forgatom vissza a vizet a szennyvízkezelőbe, amíg le nem csökken a toxicitása annyira, hogy ne károsítsa a befogadó élőlényeit. Ha én vagyok a hatóság, azt is mondhatom, hogy a szennyvíztisztításkor nem kell „lemenni nullára" (az nagyon sokba kerülne, és feleslegesen terhelné a kezelőtechnológiát meg a pénztárcát), mert a folyóban a szennyezettség úgyis felhígul például az ötszörösére. Ilyenkor természetesen a folyó élővilágának megfelelő organizmusokkal mérem a toxicitást. Ma már tudjuk, hogy milyen reprezentáns organizmusokat kell használnunk ahhoz, hogy olyan válaszokat kapjunk a laboratóriumban, amelyek megfelelnek a valódi környezet válaszának.

Én így gondolkozom – és úgy látszik, lassan mások is egyetértenek ezzel a felfogással. Nem akarom teljesen elvenni a kémia kenyerét, de nem tartom jónak, ha a környezetet, ami messze áll a kémiától, mechanikusan „lefordítjuk" valamiféle kémiai rendszerre, és abban a rendszerben olyan határértékeket állapítunk meg, amelyek feltehetőleg nem okoznak káros hatást (a koncentrációt „visszafordítjuk" hatásra). Ebből rengeteg probléma adódik: megmérjük, mondjuk, egy halom elem és vegyület koncentrációját egy környezeti mintában, de lehet, hogy éppen azt az egyet hagyjuk ki, ami a problémát okozza. Mert a laboratórium csak azt elemzi, amit megrendelünk.

A vegyületek kölcsönhatásba lépnek egymással és a talaj építőköveivel – a legtöbbször nem is tudjuk, mit kell analizálni. Sok nagy molekulájú szerves anyag (gondoljunk akár a policiklikus aromás szénhidrogénekre) beépül a humuszba, de a jó talajból nem jön ki, a talaj-ökoszisztémát sem zavarja. Ezért ott viszonylag jó helyen van. Egy toxikus fém is „jó helyen van" például szulfit formájában a víz alatt, mert nem oldódhat ki. Ez a kockázatalapú gondolkodás. Előfordulhat, hogy a veszélyes anyagok nem jelentenek nagy kockázatot a környezetben, máskor pedig az alig veszélyes anyagok vezethetnek nagy kockázathoz – ha „megfelelő" helyre, érzékeny élőlények közelébe kerülnek, vagy olyan ember kertjében vannak, aki mindent maga termel, és mindig a sajátját fogyasztja. Gyöngyösoroszibán éppen az volt a baj, hogy mindenki a kertjében termelte az ennivalóját és a patakból locsolt az üledékes vízzel. De ez nincs benne a köztudatban, és elég nehéz megértetni, pedig ha az ember egyszer végiggondolja, logikus.

– A Körinfo című honlapotokról sok mindent megtudhatunk.

– A laikusok ritkán vetődnek oda. Bár elég sok levelet kapunk, amelyben megírják, hogy mit találtak, mit olvastak – ebből látom, hogy kik nézegetik. Inkább a szakemberek használják, őket

főként a vegyi anyagokkal kapcsolatos információ érdekli. Alig van olyan ember, aki a kémiát és a környezet is „tudja”.

– *Te még valamit tudsz, mert kiállsz – ahogy fogalmazol – „az önérvényesítésre kevéssé képesek (értelmi fogyatékosok és környezet) értékeinek megismerése és védelme” mellett.*

– A kettő ugyanaz, erről szeretnék is írni majd egyszer. A környezetet még a környezetvédők sem tekintik általában egyenrangú partnernek, hanem „megsajnálják”, holott föl kellene nézni rá, mert sokkal erősebb nálunk. Ha rendesen megismernénk az értékeit, a fantasztikus hagyományait, akkor biztosan letennénk a kifosztásáról. Ma is ez folyik még, ha nem is olyan erővel, mint korábban, az ipari forradalmak kiteljesedése során. Alázatosabbnak kellene lennünk. És tudásra van szükségünk, mert anélkül hiába az alázat, butaságokat csinálunk. Még az adatokat is pazaroljuk! Hányszor mérjük meg ugyanazt drága műszerekkel, mert dugdossuk az eredményeinket, hogy megpróbáljuk pénzzé tenni. Miért nem rakjuk be inkább őket közös adatbázisokba?!

– *A fogyatékosok esetében is ezt a szemléleted képviseled?*

– Igen, velük kapcsolatban is ugyanerre a nyitottságra, attitűdre van szükség. A környezet is gyenge olyan értelemben, hogy kiszolgáltatott a tudatlanságunkkal, a pénztelenségünkkel szemben. Gyöngyösoroszban ez volt az első nagy tanulság: ahol rosszak a szociális körülmények, ott a környezet is pusztul. Vagy fordítva: ahol a környezet elszennyeződik, tönkremegy, ott a szociális ellátás színvonala is csökken. Ez a kettő együtt jár. Az csak ideig-óráig működik, hogy nyitunk egy bányát, és attól jobb lesz az embereknek. A gyöngyösoroszi bánya talán ha tíztizenöt évig működött intenzíven, és mekkora kárt okozott! Előfordult, hogy a félig földolgozott ércet is a patakba engedték… Amikor odamentünk vizsgálódni a nyolcvanas évek végén – a kilencvenes évek elején, az ércfeldolgozó munkásai közül senki sem élt már. Az üzem körülbelül tíz évvel a mi odaérkezésünk előtt állt le.

A fogyatékosok problémáját azért látom közelről, mert van egy Down-szindrómás lányom – ami valószínűleg nem teljesen független a vegyészi mivoltomtól; a fejlődési rendellenességek elég gyakoriak a köreinkben. Fiatalkorunkban nem tudtuk még, hogy óvatosan kell bánnunk a vegyszerekkel. De itt is igaz, hogy alázatosabbnak kell lennünk: ma is azzal a tudattal kell gyereket vállalnunk, hogy igen, fogyatékos gyerekünk is születhet. És ha megtörténik, akkor ezzel kell együtt élnünk. A szerencsések pedig legalább legyenek rendesek azzal, aki statisztikailag „elvitte a balhét”. Ehelyett ujjal mutogatnak arra, akinek problémás gyereke van, mert biztos megérdemelte… Ebből az attitűdből csak tudatosan lehet kilépni, ahogy a környezet téves megítéléséből is. Azt hiszem, elfelejtettük, hogyan viszonyultunk évszázadokkal ezelőtt a környezethez. Nem véletlen, hogy ma sokan kutatják a még élő természeti népek és a környezet kapcsolatát.

– *Rengeteg energiád van.*

– Jó, hogy párhuzamosan dolgozom a környezeti problémákon és a Down Alapítványban, mert így nem fásulok bele egyikbe sem. Az biztos, hogy ez a kettő leköt, sőt, van egy harmadik munkám is.

A REACH-rendelet kapcsán rendszeresen szakértősködöm az Európai Kémiai Ügynökségben. A kockázatfelmérési bizottságban dolgozom. Ennek a szakmai grémiumnak a feladata a veszélyes anyagok korlátozása, engedélyezése, címkézése és osztályozása. Működik mellettünk egy társadalmi-gazdasági bizottság is. Ha azt mondjuk, hogy egy anyagot be kell tiltani, akkor ők számolják ki, milyen anyagi következménnyel járhat a betiltás, és felmérik, hogy van-e helyettesítő anyag vagy technológia. Ha nincs, akkor nem lehet betiltani azt az anyagot.

– *Az nagy baj lehet…*

– Miért? Miért tiltanánk be egy pótolhatatlan anyagot? Attól, hogy kockázatos, még ne tiltsuk be! De eljárásokat kell találnunk a kockázat csökkentésére. Például használjunk kevesebbet ebből az anyagból; vagy tisztítsuk meg úgy a vizet, hogy kevesebb szennyezőanyag jusson a környezetbe; vagy adjunk védőfelszerelést a dolgozóknak. Millió lehetőséget ismerünk a komoly védekezésre. Nem a betiltás, hanem a korlátozás a jó eszköz, ha ezzel elfogadható kockázati szintet érhetünk el.

Mi a szabályozás tudományos alapjait igyekszünk megteremteni. A másik bizottság munkájában már benne vannak a kicsit megfoghatatlan gazdasági mérlegelések: az egészségügyi kockázatot például elég nehéz közös nevezőre hozni a pénzbeli haszonnal. A két bizottsági véleményt végül összeillesztjük, és eljut Brüsszelbe, a törvényhozókhoz. Aztán lehet, hogy ők az egészet lesöprik. De az már politika.

A szabályozás szempontjából borzasztóan fontosak a sztenderd módszerek. A mérnöki vagy a mezőgazdasági gyakorlatban azonban ezek nem mindig használhatók. A valódi környezet vizsgálati módszereit a környezethez és a problémához kell igazítani, például mikrokozmoszok segítségével. Ezek a valódi környezet részei, de kontrollált körülmények között tartjuk őket és monitorozzuk a történéseket.

A REACH-törvénnyel kapcsolatos döntés-előkészítői munka azért is fontos nekem, mert így mind a két oldalt látom. Ismerem a megelőzést célzó eszközöket, például a határértékeket, a sztenderdeket, a matematikai és a kémiai modelleket. De ha kimegyek egy szennyezett terepre, ott nem működnek a tiszta anyagokra érvényes modellek, és határértékekkel sem javíthatok a már elszennyeződött területen. Az előre meghatározott határértékekkel egyébként sem sokra megyek, mert minden területre egyéni határértéket kell megszabni az adott helyzet és a területet használók ismeretében. Más a mérnök vagy a mezőgazdász feladata, amikor a szennyezettséget kell eltakarítania, és más a szabályozás, amikor előre gondolkozunk, modellezünk, hogy megpróbáljuk megelőzni a szennyezést. Hasonló eszközöket használunk, mégis különböző körökben mozgunk, bár a kettő néha egymásba érhet. Azt hiszem, ezt nagyon kevesen látják világosan.

Amikor egyetemista voltam, meg később is, a jogi és a mérnöki tudományokat egymástól távoli entitásnak tekintették. De hogy alkossunk jogszabályt, ha nem tesszük bele a tudásunkat? És fordítva: a jogszabály előírja, hogy mit csinálhat a mérnök. Ha nem tudom az előírásokat, akkor nem ismerem a munkám kereteit. Ez még mindig hiányzik a mérnöki oktatásból. A REACH-rendeletet jóformán nem is tanítják. Külön tantárgy kéne, hiszen rengeteg új tudás gyűlt össze ezen a területen. Nekem van egy doktoráns kurzusom, de már az alsóbb évfolyamokban el kellene kezdeni a tanítást. Évek óta mondom: nem engedhetjük meg magunknak, hogy ne koncentráljunk jobban erre.

Szerencsére, az egyetemen mindig azt taníthattam, amit akartam. Ezeket a tárgyakat mindig én találtam ki, én adtam meg a tartalmukat. Legalább tíz új tantárgyat vezettem be. Nagyon jó, hogy ezt meg lehetett csinálni, hogy ebben volt szabadságom: így valóban a világ élvonalába kerülhettünk ezeken a területeken.

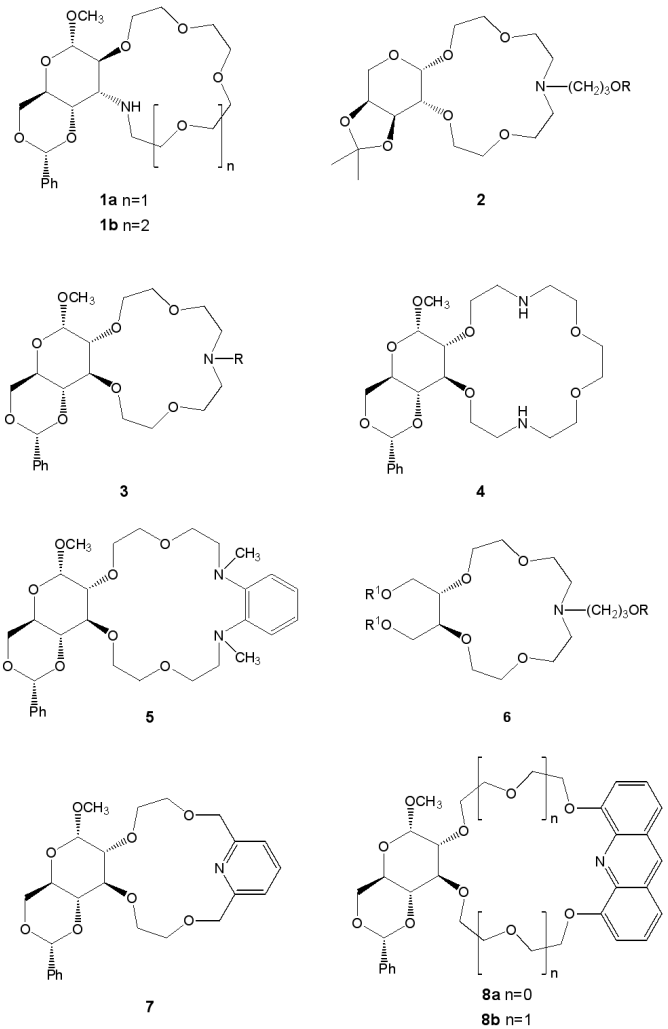
Silberer Vera

Bakó Péter–Rapi Zsolt–Keglevich György
BME Szerves Kémia és Technológia Tanszék
pbako@mail.bme.hu | zsrapi@mail.bme.hu | keglevich@mail.bme.hu

Monoszacharid-alapú koronaéterek mint enantioszelektív katalizátorok

A BME Szerves Kémia és Technológia Tanszékén évtizedekkel ezelőtt a Tőke László professzor irányításával (és néhai Fenichel László közreműködésével) megindult koronaéter-kutatás eredményei az utóbbi tíz évben főleg az enantioszelektív katalízis területén mutatkoztak. A kutatómunka alapja az a korábbi felismerés, hogy a monoszacharid-alapú koronaéterek olyan királis fázistranszfer katalizátorok, melyek bizonyos reakciókban aszimmetrikus indukciót képesek kiváltani, vagyis egy adott reakcióban racém elegy helyett a termék enantiomerfelesleggel keletkezik, esetleg tiszta enantiomer formájában. A téma két szempontból is szerencsésnek mondható: Egyrészt közismert tény, hogy manapság sokféle biológiailag aktív terméket (gyógyszereket, növényvédő szereket, kozmetikumokat stb.) csak enantiomertiszta formában lehet forgalomba hozni. Az enantiomertiszta termékek előállításának legkorszerűbb és leggazdaságosabb módja az enantioszelektív katalizátorok jelenlétében végzett reakció (a terület jelentőségét mutatja a 2001-ben Knowles, Noyori és Sharpless kutatását elismerő kémiai Nobel-díj). Másik előny, hogy általában a fázistranszfer katalizátorok nem drágák, a fázistranszfer reakciók enyhe körülmények között játszódnak le, és sok tekintetben megfelelnek a „zöld kémia" követelményeinek. (Manapság a legismertebb királis fázistranszfer katalizátorcsalád a cinkona alkaloidok származékait foglalja magában, melyek között már kereskedelmi termékek is előfordulnak.)

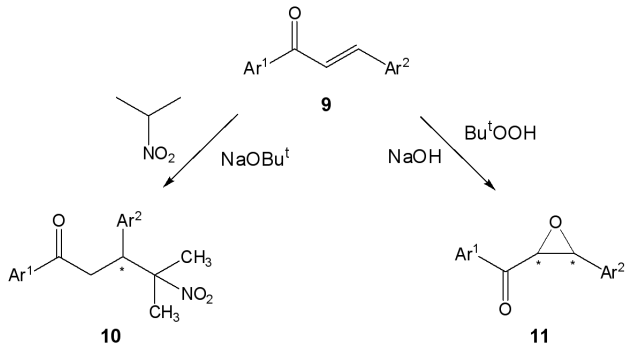
1. ábra. Monoszacharid-alapú királis koronaéterek



Kutatócsoportunkban különböző monoszacharidokból (D-glükóz, D-galaktóz, D-mannóz, L-arabinóz stb.) és cukoralkoholokból (mannit, treitol) szintetizáltunk királis makrociklusokat többlépéses reakciókban. A molekulákban nemcsak a szénhidrát részt változtattuk, hanem a koronagyűrű nagyságát (15-korona-5, 18-korona-6, 21-korona-7 stb.), a makrociklusban szereplő heteroatomok számát és minőségét (O, N), valamint a koronagyűrűhöz kapcsolódó szubsztituenseket (fenil, piridil, akridin stb.) is. A molekulák néhány főbb típusa az **1. ábrán** látható.

Ha a koronagyűrűhöz olyan szubsztituens kapcsolódik, melynek végén koordinációs kötésre hajlamos heteroatom van, akkor lariát-éterekről beszélünk. Ezen „oldalkarok" hossza és jellege erősen befolyásolja a koronaéter komplexképző tulajdonságait [1]. Elsőként állítottunk elő monoszacharid-alapú királis lariátétereket, amit azért érdemes megemlíteni, mert kiderült, hogy ezek között találhatók a leghatékonyabb enantioszelektív katalizátorok. A szintézisek mellett a fázistranszfer reakciók körülményeit is optimalizálni kellett. Az esetek többségében a koronaéterek szilárd/folyadék rendszerben működtek jól, de egyes esetekben folyadék/folyadék rendszerben is hatásosak voltak. A szerkezet–hatás vizsgálatokból kiderült, hogy az egyik leghatásosabb lariát-éter katalizátor a **3** metil-α-D-4,6-*O*-benzilidén-glükopiranozid egységet tartalmazó monoaza-15-korona-5 vegyület volt R=$(CH_2)_3$OH oldalkarral a nitrogénatomon [2].

Említsünk meg néhány aszimmetrikus reakciót, ahol királis koronaétereink a legnagyobb enantioszelektivitást produkálták. Az α,β-telítetlen ketonok (pl. kalkon és származékai, **9**) 2-nitropropánnal (szilárd/folyadék fázisban) 60–95% enantiomer-



Ar^1, Ar^2 = szubsztituált fenilcsoport, naftil-, furil-, tiofenilcsoport

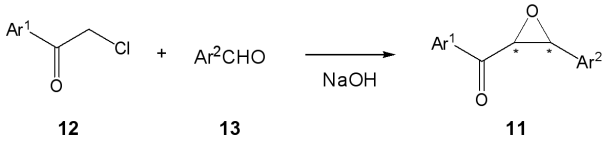
2. ábra. Az α,β-telítetlen ketonok aszimmetrikus Michael-addíciója és epoxidációja

felesleggel eredményezték a Michael-adduktokat (**10**) **(2. ábra)** [3–4].

Ha *terc*-butilhidroperoxiddal oxidáltuk az előbb említett α,β-enonokat, akkor 98%-os diasztereoszelektivitással és 60–97%-os optikai tisztasággal keletkeztek az epoxiketonok (**11**) **(2. ábra)**, melyek fontos biológiailag aktív anyagok építőelemei lehetnek [5–11]. Hasonló epoxiketonokat Darzens-kondenzációval is előállítottunk, egyes aromás szubsztituensek esetében 74–96%-os enantiomertisztasággal **(3. ábra)** [12–15].

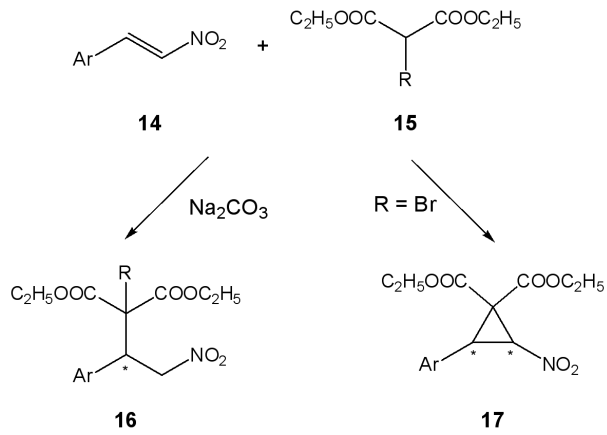
Gyakorlati jelentősége miatt nemzetközi érdeklődés övezi a nitrosztirol aszimmetrikus Michael-addícióit. Csoportunk a 2-szubsztituált malonsav-észtereket addicionáltatta sikeresen szubsztituált nitrosztirol-származékokra. Egyes esetekben 99%-os enantiomerfelesleget sikerült elérni **(4. ábra)**. Ha 2-bróm-szubsztituált malonátokat használtunk a reakcióban, akkor királis ciklopropán-származékokat (**17**) kaptunk, ami jelentős új reakció [16–18].

3. ábra. Aromás α-klórketonok és aldehidek Darzens-kondenzációja



Ar^1, Ar^2 = szubsztituált fenilcsoport, naftil-, furil-, tiofenilcsoport

4. ábra. Szubsztituált dietil-malonátok addíciója nitrosztirol-származékokra



Ar = szubsztituált fenilcsoport, R = H, Me, Bu, OAc, NHAc, Br

A királis koronaéterek másik hasznosítható tulajdonsága az, hogy bizonyos esetekben képesek egy vegyület enantiomerjeit felismerni és megkülönböztetni [19]. Például a glükopiranozidból felépülő akridintartalmú koronaéterek (**8**) képesek voltak egyes királis ammóniumsók enantiomerjeit megkülönböztetni, és ez kimutatható volt fluoreszcens spektroszkópiával [20].

Kutatómunkánk elősegítette egy új, viszonylag olcsó természetes anyagból, egyszerű módszerekkel előállítható enantioszelektív katalizátorcsalád kifejlesztését. Egyes cukoralapú koronaéter katalizátorok bizonyos reakciókban „enyhe körülmények között" jó aszimmetrikus indukciót generáltak, némely esetben versenyképesek az irodalomban közölt heterogén fázisú katalizátorok hatásával. Néhány új enantiomertiszta vegyület abszolút konfigurációját röntgenkrisztallográfiás vizsgálattal bizonyítottuk.

Eredményeinket számos angol és néhány magyar nyelvű közleményben publikáltuk (jelen beszámolóban szelektált irodalomjegyzéket közlünk). Együttműködő partnereink a BME Szervetlen és Analitikai Kémia Tanszéke, Fizikai Kémia és Anyagtudományi Tanszéke és az MTA Központi Kémiai Kutatóintézete (most MTA TTK) voltak.

IRODALOM
[1] P. Bakó, A. Makó, Gy. Keglevich, D. K. Menyhárt, T. Sefcsik, J. Fekete, J. Incl. Phenom. (2006) 55, 295.
[2] Zs. Rapi, P. Bakó, L. Drahos, Gy. Keglevich, Heteroatom Chem. (2015) 26, 63.
[3] A. Makó, Zs. Rapi, L. Drahos, Á. Szöllősy, Gy. Keglevich, P. Bakó, Lett. Org. Chem. (2010) 7, 919.
[4] P. Bakó, Gy. Keglevich, Zs. Rapi, Lett. Org. Chem. (2010) 7, 645.
[5] P. Bakó, T. Bakó, A. Mészáros, Gy. Keglevich, Á. Szöllősy, S. Bodor, A. Makó, L. Tőke, Synlett (2004) 643.
[6] T. Bakó, P. Bakó, Gy. Keglevich, P. Bombicz, M. Kubinyi, K. Pál, S. Bodor, A. Makó, L. Tőke, Tetrahedron:Asymmetr. (2004) 15, 1589.
[7] P. Bakó, A. Makó, Gy. Keglevich, M. Kubinyi, K. Pál, Tetrahedron:Asymmetr. (2005) 16, 1861.
[8] A. Makó, Á. Szöllősy, Gy. Keglevich, D. K. Menyhárd, P. Bakó, L. Tőke, Monatsh. Chem. (2008) 139, 525.
[9] A.Makó, D. K. Menyhárd, P. Bakó, Gy. Keglevich, L. Tőke, J. Mol. Struct. (2008) 892, 336.
[10] A. Makó, P. Bakó, Á. Szöllősy, T. Bakó, Cs. Peltz, P. Keglevich, AKIVOC (2009) 165.
[11] A. Makó, Zs. Rapi, Gy. Keglevich, Á. Szöllősy, L. Drahos, L. Hegedűs, P. Bakó, Tetrahedron: Asymmetr. (2010) 21, 919.
[12] P. Bakó, Zs. Rapi, Gy. Keglevich, T. Szabó, P. L. Sóti, T. Vigh, A. Grün, T. Holczbauer, Tetrahedron Lett. (2011) 52, 1473.
[13] Zs. Rapi, P. Bakó, Gy. Keglevich, Á. Szöllősy, L. Drahos, A. Botyánszki, T. Holczbauer, Tetrahedron:Asymmetr. (2012) 23, 489.
[14] P. Bakó, Zs. Rapi, Gy. Keglevich, Curr. Org. Synth., (2014) 11, 361.
[15] Zs. Rapi, T. Szabó, Gy. Keglevich, Á. Szöllősy, L. Drahos, P. Bakó, Tetrahedron: Asymmetr. (2011) 22, 1189.
[16] Zs. Rapi, P. Bakó, Gy. Keglevich, Á. Szöllősy, L. Drahos, L. Hegedűs, Carbohydr. Res. (2013) 365, 61.
[17] Zs. Rapi, B. Démuth, Gy. Keglevich, A. Grün, L. Drahos, P. L. Sóti, P. Bakó, Tetrahedron: Asymmetr. (2014) 25, 141.
[18] P. Bakó, Zs. Rapi, A. Grün, T. Nemcsok, L. Hegedűs, Gy. Keglevich, Synlett (2015) 26, 1847.
[19] P. Bakó, Gy. Keglevich, Zs. Rapi, L. Tőke, Curr. Org. Chem. (2012) 16, 297.
[20] Zs. Rapi, P. Bakó, Gy. Keglevich, P. Baranyai, M. Kubinyi, O. Varga, J. Incl. Phenom. Macro. (2014) 80, 253.

ÖSSZEFOGLALÁS

Bakó Péter, Rapi Zsolt, Keglevich György: **Monoszacharid-alapú koronaéterek mint enantioszelektív katalizátorok**

A cikk röviden áttekinti a monoszacharid-egységet tartalmazó királis koronaéterek szintézisét. Ezen cukoralapú koronaétereket királis fázistranszfer katalizátorként alkalmaztuk aszimmetrikus szintézisekben. Néhány közülük hatásos katalizátornak bizonyult Michael-addíciókban, Darzens-kondenzációkban és α,β-telítetlen ketonok epoxidációs reakcióiban. Enantioszelektivitás szempontjából a legjobb eredményeket az α-D-glükopiranozid-alapú monoaza-15-korona-5 típusú vegyületek mutatták, melyek a nitrogénatomon $(CH_2)_3OH$ szubsztituenst tartalmaznak.

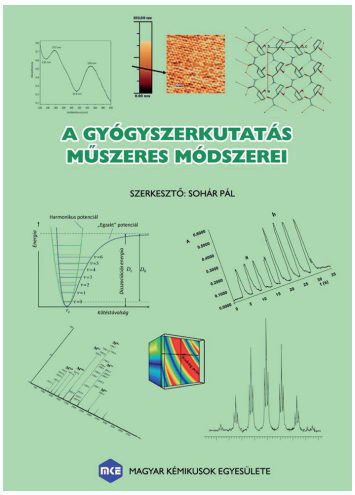
Megjelent *A gyógyszerkutatás műszeres módszerei* című, a Magyar Kémikusok Egyesülete által kiadott könyv

Örömmel vettem kézbe a Sohár Pál által szerkesztett „A gyógyszerkutatás műszeres módszerei” című, 424 oldal terjedelmű könyvet. Hogy miért? Sohár professzor e területen való jártassága eleve minőséget ígér. Ráadásul, ha megnézzük az egyes fejezeteket és azok szerzőit, akkor egyértelművé válik, hogy ez egy kiemelkedő igényességgel szerkesztett és megírt mű.

Fontosnak tartom felsorolni az egyes fejezetek címeit: Folyadékkromatográfia, Termikus analízis, Pásztázó tűszondás módszerek, Tömegspektrometria, Egykristály-röntgendiffrakció, Atomabszorpciós spektrometria, Ultraibolya-látható (UV–VIS) spektroszkópia, Rezgési spektroszkópia, Közeli infravörös (NIR) spektroszkópia és NMR-spektroszkópia. Az egyes fejezetek fontossága természetesen nem azonos súlyú, de mindnek komoly jelentősége van a gyógyszerkutatásban.

A könyv szerzői gárdája szintén figyelemre méltó, számos tapasztalt szakember mellett sok fiatal kutató, aki kiváló szakértője tudományterületének, szintén helyet kapott a szerzők között. A szerzők alfabetikus listája: Bombicz Petra PhD, vegyészmérnök; Drahos László PhD, vegyész; Fábián László PhD, vegyész; Fekete Jenő PhD, vegyészmérnök; Fekete Szabolcs PhD, vegyészmérnök; Gergely Szilveszter PhD, biomérnök; Kálmán Alajos akadémikus, vegyész; Kékedy-Nagy László DSc, vegyész; Kormány Róbert vegyész; Kürti Jenő DSc, fizikus; Ludányi Krisztina PhD, vegyészmérnök; Madarász János PhD, vegyészmérnök; Meszlényi Gábor PhD, vegyészmérnök; Nagy Péter PhD, fizikus; Pokol György DSc, vegyészmérnök; Ritz Ferenc vegyészmérnök; Salgó András DSc, vegyészmérnök; Sánta Zsuzsanna PhD, vegyészmérnök; Sohár Pál akadémikus, vegyészmérnök; Szakács Zoltán PhD, vegyész; Szántay Csaba, ifj., DSc, vegyészmérnök; Tarczay György DSc, vegyész; Vékey Károly DSc, vegyész.

Remélem, nem tűnik nagyon egyoldalúnak, ha két, a szívemhez közel álló fejezetet emelek ki a könyvből. Az egyik az egykristály-röntgendiffrakció, melynek eredményei sok szintetikus



szerves kémikus életét könnyítik meg. Ebben a részben a kristálypolimorfia jelentős hangsúlyt kap. Itt örömmel láttam a számomra is oly kedves ciklusos béta-aminosavak és béta-laktámok sokaságát a korábban megoldott szerkezetek között. Ezzel módom van Bernáth Gábor professzor e területen kifejtett aktivitására is emlékezni.

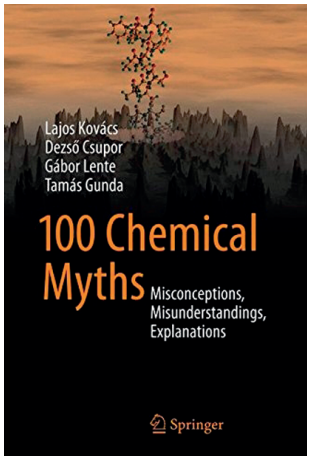
A másik általam kiemelt fejezet, ami egy gyógyszerkutatás iránt érdeklődő szintetikus szerves kémikus számára nélkülözhetetlen, az NMR-spektroszkópia. Nem véletlen, hogy ez a fejezet nagy terjedelmet kapott, és az alapoktól kezdve, a készülék ismertetésén és a legfontosabb NMR mérési technikákon át, az elválasztástechnikával kapcsol NMR-ig tart.

Kinek tudnám ajánlani a könyvet? Mindenkinek, akit a szintetikus szerves kémia és a gyógyszerkutatás érdekel, egyetemi hallgatóktól kezdve PhD-hallgatókon át a tapasztalt kutatókig. Úgy gondolom, hogy ez a könyv az oktatásban legalább annyira hasznosítható lehet, mint a gyógyszerkutatásban. A csak címükkel említett fejezetek is rengeteg fontos információt adnak és tágítják látókörünket. Ha csak az NMR-spektroszkópia fejezet lenne a könyvben, akkor is mindenkit biztatnék a könyv megvételére és tanulmányozására. Persze a könyv ennél sokkal több: a szerkezetfelderítés különös varázsát adja, mely minden ipari és egyetemi szerves kémikust, gyógyszerkutatót ámulatba ejt.

Fülöp Ferenc

Egy magyar kémiai ismeretterjesztő könyv sikere

Évente nagyjából 25 000 tudományos könyvet és elektronikus művet küldenek be recenzióra a Choice Reviews Online folyóirathoz, amely az Egyesült Államok Főiskolai és Kutatói Könyvtárai Szövetségének mértékadó szakfolyóirata. A Choice ajánlásai döntően befolyásolják mintegy 22 000 amerikai könyvtáros és akadémiai döntéshozó könyvtári beszerzéseit [1]. A fenti kiadványokból 2015-ben több mint 6500-ról írtak kritikát a Choice-ban. Ezek közül 606 művet választottak ki 54 szakterületről a Kiemelkedő Akadémiai Mű (Outstanding Academic Title, OAT) minősítésre; ebből 586 nyomtatott



könyv és 20 elektronikus kiadvány. A Kémia kategóriában 3 mű került a 2015-ös OAT-listára: Peter Atkins: Physical chemistry: a very short introduction (OUP, 2014); Luis A. Campos: Radium and the secret of life (UCP, 2015) és Kovács Lajos–Csupor Dezső–Lente Gábor–Gunda Tamás: 100 Chemical myths: misconceptions, misunderstandings, explanations (Springer, 2014) című könyve [2]. Utóbbiról a Choice 2015 áprilisában közölt ismertetőt [3]. A könyv eredeti, magyar nyelvű változatát (Száz kémiai mítosz. Tévhitek, félreértések, magyarázatok) 2011-ben az Akadémiai Kiadó jelentette meg. A magyar könyvből 2015 végéig összesen 5696 példányt adtak el [4].

HIVATKOZÁSOK

[1] http://www.ala.org/acrl/choice/home; utolsó hozzáférés: 2016. jan. 12.
[2] Outstanding Academic Titles, 2015. Choice Reviews Online, 2016, 53, 681–709.
[3] L. W. Fine: Choice Reviews Online, 2015, 52 (8), Paper 4222, DOI: 10.5860/CHOICE.188428; http://www.cro3.org/content/52/08/52-4222.full; utolsó hozzáférés: 2016. jan. 12.
[4] Réffy Balázs, az Akadémiai Kiadó igazgatójának közlése, 2016. jan. 12.

Braun Tibor
ELTE Kémiai Intézet, MTA Könyvtár és Információs Központ | braun@mail.iif.hu

Cserenkov-sugárzás

Egy nukleáris kémiai eponíma viszontagságos keletkezése és sokat ígérő jövője

Előszó

Előző dolgozatainkban aránylag részletesen foglalkoztunk már *eponímákkal* és az *eponímiával* a tudományban és a tudományos kutatásban. Talán nem felesleges ezekből néhány fontos jellemzést itt felidézni [1–4].

„Az *eponíma* kifejezés a görög *epi* (jelentése: -ról, -ről) és *onyma* (jelentése: név) szavakból származik. A tudomány területén számos híres elmélet, törvény, hatás, elv és így tovább *eponim*, vagyis azokról a kutatókról van elnevezve, akik javasolták vagy felfedezték azokat. Az *eponímia* az a szokás, hogy a kutató nevét odaillesztjük a felfedezéshez vagy annak egy részéhez, például kopernikuszi rendszer, Hook-törvény, Planck-állandó vagy Halley-üstökös. Az eponímia számos funkciót szolgál, ráirányítja a figyelmet a jelzett fejlődésre, követendő példaként nevezi meg a tudomány hőseit és motiválja a kutatást az elért eredmények jutalmazásával. Habár az eponímák a tudomány minden területén megtalálhatók, néhány tudományterület több eponímát hozott létre és őrzött meg, mint egy másik."

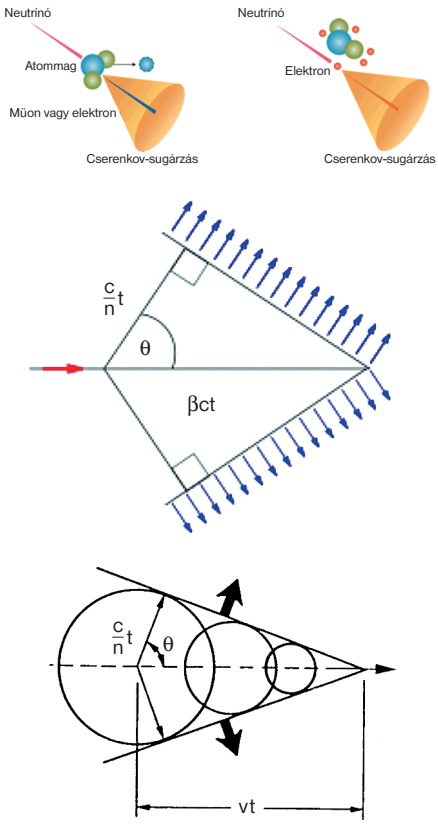
Szabályként kimondható, hogy a nevet a tudományos felfedezéshez nem a tudománytörténész vagy a felfedező kapcsolja hozzá, hanem a gyakorló kutatók közössége. Hasonlóképpen eponim elnevezést ritkán adnak vagy hagynak jóvá, hacsak az elnevező (vagy a név elfogadója) térben és/vagy időben távol áll a megtisztelni kívánt kutatótól. Az eponímát nemcsak a tudományos érdemek vagy eredetiség alapján ítélik meg, hanem a kutatók közösségének fel kell ismernie, hogy az valódi érdemen alapszik, nem pedig személyes barátság, nemzeti hovatartozás vagy tudományos iskolák politikai nyomásának hatására jött létre. A fentiekhez halkan még hozzá kell tenni, hogy e dolgozat szerzője szerint az eponíma a legnagyobb elismerés, amit egy egyéni kutató megkaphat. Talán szentségtörésnek hangzik, de bizonyos tudásterületeken és témákban az eponíma jelentősebb minden bizottság, kormány, hatalom által világszerte adományozható díjnál, beleértve a Nobel- és az Abel-díjakat is.

Bevezetés

Mint e dolgozat címéből is kiderül, egy nukleáris kémiai, eponímaként is elismert felfedezésnek, a *Cserenkov-effektus*nak és felfedezőjének, *Pavel Alekszejevics Cserenkov*nak az útját szeretnénk körüljárni. Etimológiailag alkalmaztuk a név magyarosítását, mint ahogyan tették már a hazai szakirodalomban [5]. Az eponímát még Cserenkov-sugárzásként is használják, sőt magát az eponímát helytelenül *Vavilov–Cserenkov-effektusként* vagy *-sugárzásként* is említik [6]. Ezen eponíma lényegének és múltjának vázolásán túlmenően a Cserenkov-sugárzás jelenével, de főként a jövőjével is érdemesnek tartottuk foglalkozni, ugyanis az alapját képezi egy egyesült államokbeli, WATCHMAN néven jelenleg is folyó nagy kutatási projektnek, ami arra irányul, hogy titkolt és titkos helyen, nem igazán békés célokkal épített, illetve működtetett atomreaktorok helyét és működését azonosítsák. Nem szeretnénk itt e kérdés politikai aspektusaira is kitérni, ezért csak futólag hangsúlyozzuk a detektálási lehetőség világbiztonsági jelentőségét.

A Cserenkov-sugárzás múltja

A Cserenkov-sugárzás [5] elektromágneses sugárzás, amely akkor keletkezik, amikor töltött részecskék adott közegben gyorsabban haladnak, mint az elektromágneses hullámok fázissebessége ugyanabban a közegben. Például vízben a fény sebessége csak 225 000 000 m/s, míg vákuumban



1. ábra. A Cserenkov-sugárzás [26–28]

289 792 458 m/s. Amikor egy töltött részecske dielektromos (nemvezető) közegben mozog, töltése folytán rövid ideig polarizálja az útja mentén található atomokat, és ezáltal elektromágneses hullámokat hoz létre. A szomszédos atomok elektromágneses hullámai általában destruktívan interferálnak, azaz kioltják egymást, így makroszkópos sugárzás nem jelentkezik. Amennyiben azonban a töltött részecskék gyorsabban mozgnak, mint a fénysebesség az adott közegben, a szomszédos atomok hullámai már nem tudják egymást kioltani – ilyenkor mindig kúp alakú hullámfront alakul ki. Ez tulajdonképpen a Cserenkov-sugárzás. A repülési út hosszán kibocsátott sugárzás úgynevezett Mach-kúpot ír le **(1. ábra)**. A részecske útvonala és

a sugárzásirány közötti θ szög a részecske v sebessége és a $c' = c/n$ fénysebesség közötti aránytól függ, n törésmutatójú közegben ($\beta = v/c$):

$$\cos\theta = \frac{c'}{v} = \frac{1}{n\beta}$$

Ezáltal a Cserenkov-sugárzás annak az ultrahangkúpnak az optikai analógja, amit repülőgépek vagy más tárgyak levegőben a hang sebességénél gyorsabban haladva hoznak létre. A Cserenkov-sugárzás során létrejött elektronok száma egy ω körfrekvenciájú és x útvonalhosszú z töltésű részecske esetén a Frank–Tamm-képlet alapján (α finomszerkezeti állandó):

$$\frac{\partial^2 N}{\partial\omega\partial x} = \frac{z^2\alpha}{c}\sin^2\Theta$$

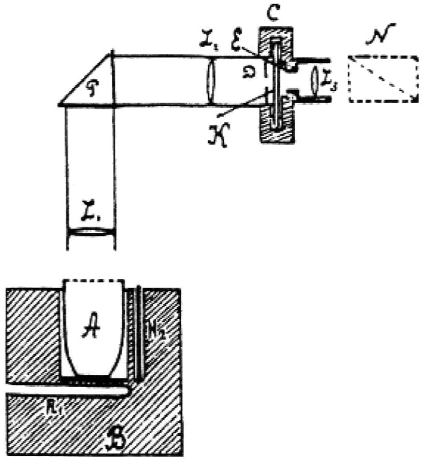
A legkisebb energia, ami elektronok által vízben Cserenkov-sugárzás létrejöttéhez szükséges, 263 keV.

A Cserenkov-sugárzás kék színű, mert a helyükre visszazökkent és fényt kibocsátó elektronokat nagy energiájú (nagy sebességű) részecske zavarta meg. A nagy energiák itt rövid hullámosszakat, vagyis kék spektrumszínt jelentenek. Ezért látjuk kék színűnek a Cserenkov-sugárzást.

Mint csaknem minden felfedezésnek a tudományban, a Cserenkov-sugárzásnak is voltak előzményei. Így például elméletileg már előre látták a tizenhetedik század végén [7]. Mint az édesanyjáról, a kétszeres Nobel-díjas *Marie Curie*-ről lánya, *Eve Curie* által írt közismert életrajzból [8] kiderül, *Marie* és férje, *Pierre* a rádium felfedezésével járó, a 20. század elején végzett vizsgálatok közben is megfigyelték a kékes fényt, ami főleg rádiumsókat tartalmazó üvegedényeikből sugárzott a sötétben.[1] E megfigyelésen túlmenően ők nem vizsgálták részletesebben a vitathatatlanul Cserenkov-sugárzásnak mondható jelenséget, de évekre rá, 1928–29-ben *Malet* már alaposnak ítélhető méréseket is végzett annak a sugárzásnak a hullámhossz-meghatározásakor, ami különböző átlátszó tárgyakból emittálódott radioaktív sugárforrás közelében. Malet–Fabry-féle spektrométerrel és fotografikus módszert használva – rájött, hogy a spektrum folyamatos, és a 370 nm-ig terjedő mérési lehetőségekig meg is mérte [9,10]. Azonban ennél tovább Malet sem jutott, így nem figyelte meg a sugárzás polarizálódását és az emisszió sajátosan fontos aszimmetriáját sem. A Cserenkov-sugárzásról részletes beszámoló található Jelley monográfiájában [11].

Mielőtt rátérnénk Cserenkov kutatási tevékenységének részletesebb ismertetésére, dióhéjban érdemes életrajzi adatainál is röviden elidőzni. Pavel Alekszejevics Cserenkov Oroszországban született 1904-ben Novaja Csigla (jelenleg Voronyezsi terület) helységben. 1928-ban diplomázott a Voronyezsi Állami Egyetem fizikai és matematikai karán. 1930-ban nősült, felesége Marija Putyinceva, két gyermekük született (Alekszej, Jelena) [12]. Cserenkov 1933-ban Leingrádban kezdte el kutatási tevékenységét a nemlineáris optika atyjaként nyilvántartott Sz. I. Vavilov akadémikus vezetése alatt, és folytatta azt Moszkvában, miután Vavilovot és csoportját az ott létesített Lebegyev Intézetbe helyezték át. Az intézetben folytatott kutatási tevékenysége alatt szülőföldjén, Voronyezsben édesapját, Alekszejt kulákként kivégezték és professzor apósát, *A. M. Putyincev*et politikailag megbízhatatlanként két évig munkatáborba zárták. Mindezek mellett bátyja, egy jelentős genetikus börtönben vesztette életét, miután *Liszenko* tanait tagadó véleményéért halálra ítélték. A sorsnak, vagy a véletlennek köszönhetően a fentiek ellenére Cserenkovot dolgozni hagyták végig a sztálini időkben (Sztálin 1953-ban hunyt el), és ezalatt bántódása nem esett. Cserenkov 1990. január 6-án Moszkvában hunyt el. A Vavilov által Cserenkovnak javasolt és általa elfogadott kutatási téma és kísérleti eljárás szerint különböző uranilsó-oldatokat kellett 10 mg-ot tartalmazó kénsavoldatos rádiumforrásból származó elektronokkal besugározni. Cserenkov első kísérletei szabad szemes mérések voltak sötét helyiségben, ahol a sugárzás felvillanását és intenzitását kioltásos (quenching) eljárással mérte. Ezek a nehéz és kényes mérések nagy türelmet és kísérleti ügyességet igényeltek. A mérés során előbb a kísérletezőnek 1–2 órát teljesen sötét helyiségben kellett eltöltenie, hogy szemét minél érzékenyebbé tegye a megfigyelt fényvillanások érzékelésére a saját tervezésű és kivitelezésű fotométeren **(2. ábra)**. Cserenkov felfedezte, hogy a fénykibocsátás akkor is megtörtént, amikor az edény csak az uranilsó oldószerét, a kénsavat tartalmazta. Azt is megfigyelte és le is írta, hogy a sugárzás egy sor más oldószerben is megfigyelhető volt [13]. A vizsgálatok igazán áttörő eredményekhez akkor vezettek, amikor Cserenkov felfedezte (valószínűleg véletlenül), hogy a sugárzás kibocsátása aszimmetrikus és csak előrefelé, a Huygens-elvnek megfelelően történik a behatoló gamma-sugárzás irányához viszonyítva *(1. ábra)*. A sugárzás aszimmetriája kizárta a Vavilov által javasolt magyarázatot, miszerint a megfigyelt sugárzás a gamma-besugárzás által és a folyadék által lelassított Compton-elektronokból származik, azaz az optikai sáv „Bremsstrahlung”-jából. Mint utólag kiderült, és mint fentebb már említettük, ez helytelen volt, és valószínűleg ezért később tévedésként Vavilov nevét is említették a Cserenkov-effektus felfedezése kapcsán [11].

2. ábra. A Cserenkov által tervezett és saját kezűleg kivitelezett fotométer [29]. A: a luminofor anyagot tartalmazó üvegedény; az üvegedény falvastagsága áteresztette az α- és β-részecskéket, valamint a γ-fotonokat; B: az üvegedényt tartó faalap; N_1 és N_2: 103,6 mg rádiumot tartalmazó ólomedényt befogadó nyílások; N: a polarizációs mérésekhez használt Nicol-prizma; L_1: kollimátor; P: prizma; L_2, L_3: teleszkópot képző lencsék; E: optikai szűrőket tartó keret; K: optikai ék; D: látómező



Külön hangsúlyozni kell, hogy Vavilov rögtön felismerte tévedését, sőt azt is, hogy a jelenség nem lumineszenciából származik, és a továbbiakban messzemenően támogatta Cserenkov kutatásait. Sőt felkérte a szintén optikai kutatásokat végző *Ilja Frank* és *Igor Tamm* kitűnő fizikusokat, hogy segítsenek Cserenkovnak a sugárzás elméleti magyarázatában. Az elmélet, aminek alapját a sugárzás aszimmetriája képezte, előbb meghozta Vavilovnak, Cserenkovnak, Franknak és Tammnak 1946-ban a Sztálin-díjat, majd 1958-ban Cserenkovnak, Franknak és Tammnak a fizikai Nobel-díjat [14] **(3. ábra)**. Vavilov előzőleg 1943-ban, majd 1951-ben és 1953-ban is Sztálin-díjat kapott. Meg kell azonban jegyezni, hogy a Cserenkov-felfedezés elfogadása nem ment könnyen világviszony-

[1] Érdemes megjegyezni, hogy ez az 1937-ben franciául megjelent, de minden világnyelvre, így magyarra is lefordított, mindmáig számtalan kiadásban megjelent könyv az idők folyamán sok fiatalnak, így e sorok szerzőjének is ifjúkora alapvető olvasmányát képezte.

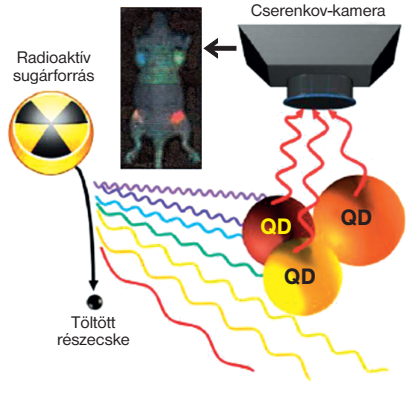
3. ábra. 1958 természettudományos Nobel-díjasai (balról jobbra): George Beadle (orvosi), Edward Tatum (orvosi), Igor Tamm (fizikai), Frederick Sanger (kémiai), Pavel Cserenkov (fizikai), Ilja Frank (fizikai), Joshua Lederberg (orvosi) (profiles.nlm.nih.gov)

latban, de még a Szovjetunióban sem, ahol Cserenkov kollégái eleinte szellemfény-kutatónak és a sötétszobás kutatást spiritizmusnak is nevezték. Megemlíthető még, hogy akadémiai tagként való megválasztása is szokatlanul későn, hat évvel Nobeldíja után, 60 éves korában, 1964-ben következett be, ami jelentős kontrasztban volt Vavilov akadémikussá választásával, már 1932-ben, 41 éves korában. Orosz nyelven a felfedezés publikálása már 1934-ben megtörtént [13]. Ez valószínűleg Vavilov állandó és önzetlen támogatásának is köszönhető volt. Érdekességként említhető azonban, hogy Cserenkov „Visible Radiation Produced by Electrons Moving in a Medium with Velocities Exceeding that of Light" című angol nyelvű kéziratát 1937 közepén a *Nature* folyóirat visszautasította. Azonban a cikket ugyanabban az évben közlésre elfogadta és meg is jelentette a *Physical Reviews* [15].

A Cserenkov-sugárzás jelene

Gondolunk itt a fentiekben leírt Cserenkov-sugárzás jelenlegi gyakorlati alkalmazására, amiről jelentős méretű szakirodalom áll rendelkezésre [például 6, 11], és aminél itt nem szeretnénk részletesebben elidőzni, de néhány példát azért megemlítenénk. Ahogy a címlap mutatja, a kék színű Cserenkov-sugárzás vízzel hűtött atomreaktorokban szabad szemmel is jól látható, de érzékeny detektorokkal pontosabban detektálható, és ezáltal meghatározható a reaktor fűtőelemeinek elhasználtsága, illetve kimerülése. Amikor egy nagy energiájú (TeV) gamma-foton vagy kozmikus sugárzás kölcsönhatásba lép a földi légkörrel, óriási sebességű elektron-pozitron párokat hozhat létre. Az ezekből a töltött részecskékből létrehozott Cserenkov-sugárzást használják a kozmikus vagy a gamma-sugárzás forrásának és intenzitásának meghatározására, de alkalmazzák a Cserenkov-sugárzást számos részecskefizikai méréshez is [6]. A Cserenkov-sugárzás egyik legérdekesebb és legújabb felhasználása a biomolekulák in vivo detektálása és meghatározása **(4. ábra)**. Ugyanis például a foszfor–32 könnyen építhető be enzimatikus szintetikus módszerrel biomolekulákba, így ezek útja és kölcsönhatása az élő szervezetben Cserenkov-detektorokkal [16] jól meghatározható és követhető [17, 18].

4. ábra. Cserenkov-sugárzás alkalmazása biomolekulák nyomkövetésére élő szervezetekben [17].
QD: kvantumpont (jelzett molekula)



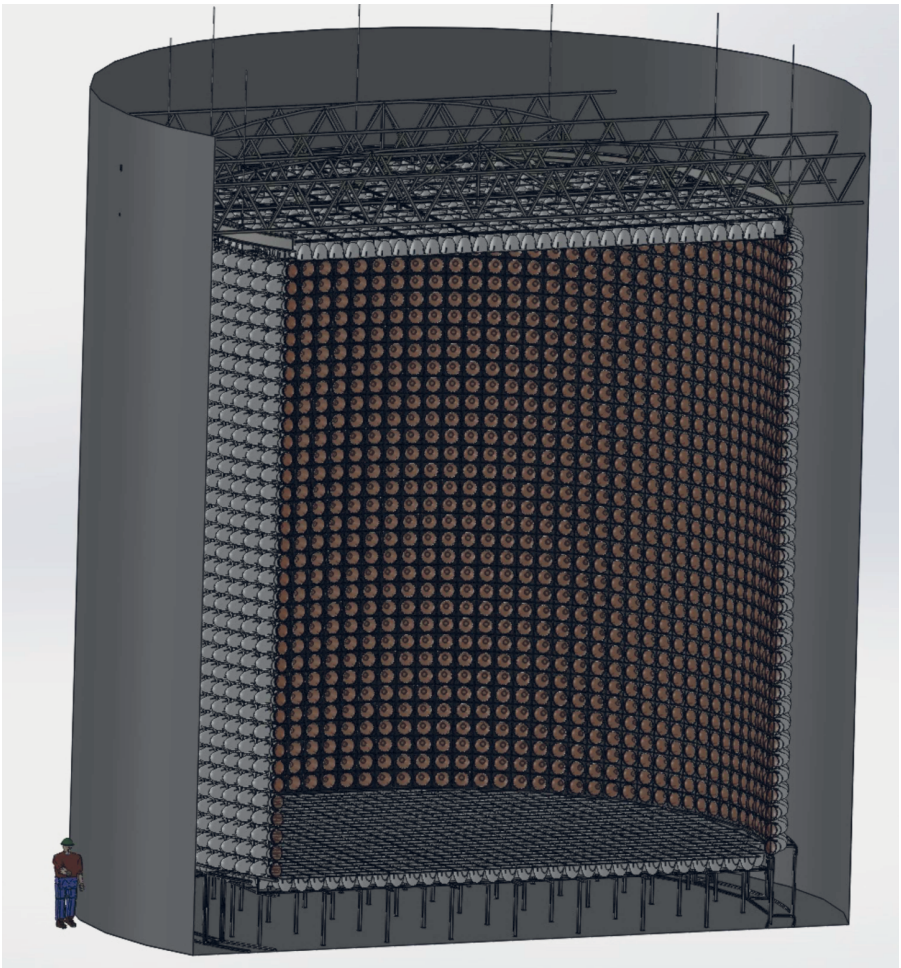
A Cserenkov-sugárzás jövője

A Cserenkov-sugárzás egyik legújabb és világbiztonsági szempontból legérdekesebb és legbiztatóbb alkalmazása az Egyesült Államokbeli US National Nuclear Security Administration [19] által indított és folyamatban lévő WATer CHerenkov Monitor of AntiNeutrinos (WATCHMAN) projektje [20].

Mint elnevezése is mutatja, a WATCHMAN Cserenkov-sugárzás alapján működő neutrínó-, pontosabban antineutrínó-detektorrendszer. A neutrínók és antineutrínók nagyon kis tömegű, töltés nélküli elemi részecskék, amelyek a töltéssel rendelkező elektronokkal, a müonokkal és a tau-részecskékkel együtt leptonoknak tekinthetők [21, 22]. A neutrínók gyakoribbak, mint minden más részecske, kivéve a fotonokat, de olyan gyengén kerülnek kölcsönhatásba más anyagokkal, hogy minden másodpercben hihetetlen nagy számban áramlanak át általában észrevétlenül a Föld minden négyzetcentiméterén. Bár nem tartozik közvetlenül jelen dolgozatunk témájához, feltétlenül megemlítendő, hogy a 2015. évi fizikai Nobel-díjat *Takaaki Kajita* japán és *Arthur B. McDonald* kanadai kutatónak ítélték a neutrínók oszcillációjának felfedezéséért, ami bizonyítja, hogy a neutrínóknak van tömegük. A neutrínók óriási mennyiségben képződnek csillagokban, például a Napban, szupernóvák robbanásakor az űrben és atomreaktorokban a Földön, de ezek, mint említettük, nagyon gyengén kerülnek kölcsönhatásba az anyag más formáival. Például egy fényév vastagságú (körülbelül 9 trillió kilométer) ólomdarab (fal) is átengedi az áthaladó neutrínók nagy részét. Ezek szerint nincs olyan védelem, árnyékolás, akadály, ami a neutrínók útját állná az űrből vagy az atomreaktorokból való kiszabadulásukkor. Amennyiben lehetséges lenne annak megállapítása, megmérése, hogy ezek a neutrínók honnan jönnek és hogy a kibocsátás forrása természeti vagy mesterséges, akkor lehetetlenné válna egy atomreaktor elrejtése vagy titokban való működtetése.

A WATCHMAN tervezői gadolíniumot tartalmazó hatalmas (több megatonnás) víztartályokkal **(5. ábra)** tervezik a neutrínók detektálását. Ugyanis gadolíniumsókat tartalmazó víztartályokat már régebben is javasolták nagyméretű neutrínó- és antineutrínó-detektorokként [23, 24]. A gadolíniumtartalom az antineutrínó-proton szóródás által keletkezett neutrínók detektálására szolgál:

$$\bar{\nu} + p \rightarrow e^+ + n,$$



5. ábra. Több kilotonna gadolíniumsót tartalmazó, vízzel töltött WATCHMAN neutrínódetektortartály keresztmetszete [20]

itt $\overline{\nu}$ az antineutrínó, p a célproton, és e^+ és n a végső reakciótermékek, azaz a pozitron és a neutron. A tiszta vizet tartalmazó Cserenkov-detektorhoz hasonlítva a gadolínium-jelenlét a végső termékként jelentkező neutrínó detektálásának körülbelül hatszoros növekedését teszi lehetővé **(6. ábra)**. Ezt a gadolíniummag két hasznos jellegzetessége hozza létre, a termikus neutronok befogását megkönnyítő nagy hatáskeresztmetszete (49 000 barn) és a befogás utáni gerjesztett gadolíniummagból származó aránylag nagy energiájú gamma-sugár-kibocsátás. Még 0,1% gadolíniumsó-tömegszázalékot tartalmazó víz is befogja a fordított béta-bomlásból származó neutrínók körülbelül 85 %-át. A befogás utáni ~8 MeV-os gamma-kaszkád erős Cserenkov-impulzust hoz létre, ami a mindenütt jelen lévő sugárháttérnél jelentősen erősebb. A neutronok által kilökött elektron által előidézett Cserenkov-sugárzás iránya a gadolíniumot tartalmazó nagy víztartályok falaiba szerelt érzékeny fotodetektorokkal határozható meg.

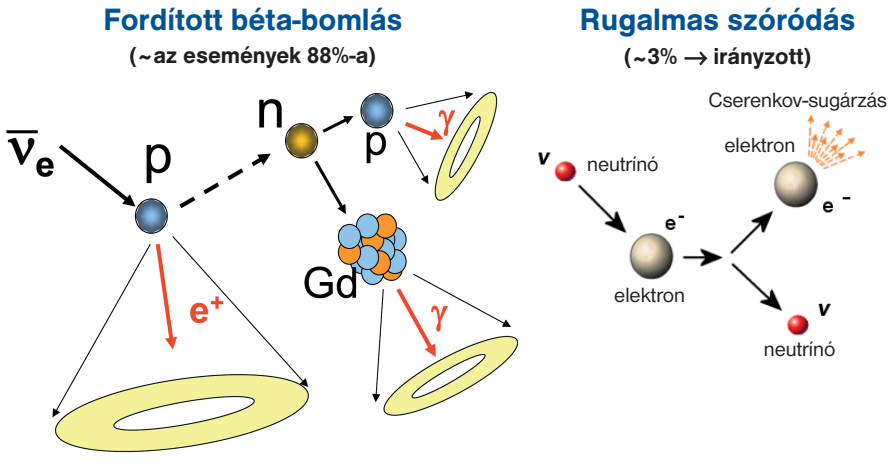
Azonban ez a módszer nem képes különbséget tenni a neutrínók és az antineutrínók között. Ennek azért van jelentősége, mert a magreakció, ami az urán nem hasadó változatát az atombombákba való plutóniummá változtatja, antineutrínókat állít elő. Ezzel ellentétben a fúzió, ami a Nap és a csillagok energiáját hozza létre, neutrínókat termel. Ahhoz, hogy egy atomreaktor földrajzi helye a fentiek szerint meghatározható legyen, különbséget kell tenni a neutrínók és az antineutrínók között. Mint fentebb említettük, erre való a gadolínium. Antineutrínók képesek néha úgy viselkedni, ahogyan a neutrínók nem, azaz egyesülnek egy neutronnal és egy pozitronnal. A pozitron azután nagy sebességgel halad, ami Cserenkov-impulzust hoz létre. A neutron eközben ütközget ideoda, míg eltalál egy gadolíniumatomot. A nagy befogási keresztmetszetű, mondhatnánk neutronokra nagyétkű gadolíniummagok egy második fényvillanást generálnak. Az egymást gyorsan követő két villanás *(6. ábra)* jelzi, hogy a készülék egy antineutrínót fogott be. Ennek értelmében a kettős villanások az antineutrínók fluxusát mutatják, míg a visszalökődő villanások jelzik azt az irányt, ahonnan a fluxus érkezik. Meg kell azonban jegyezni, hogy a WATCHMAN projekt még a kutatási fázisban van, és a gyakorlati alkalmazása csak a 2016–2020 közötti időszakra várható.

Utószó

Nagyon nehéz, sőt valószínűleg lehetetlen egészen pontosan megállapítani az időpontot, amikor Cserenkov felfedezése Cserenkov-effektusként, vagy Cserenkov-sugárzásként eponímává vált. Ez akkor történhetett, amikor első ízben 1938-ban [30] *Collins* és *Reiling*, majd 1943-ban *Wyckoff* és *Henderson* [31] megismételték és igazolták Cserenkov méréseit és nevét eponímaként használták. Ezek után a Cserenkov-sugárzás eponímaként általános használatúvá vált.

IRODALOM
[1] Braun Tibor, Pálos Andrea, Eponimák és eponímia a természettudományban, Magyar Tudomány (1999), 11, 1350.
[2] Braun Tibor, Pálos Andrea, Eponimikus ismeretek nyomai a kémiai tankönyvekben, Magy. Kém. Lapja (2000), 55, 106.

6. ábra. A WATCHMAN Gd–víz neutrínódetektor működési mechanizmusa [25]



[3] T. Braun, Á. Klein, Shpol'skii fluorimetry: the anatomy of an eponym, Trends Anal. Chem. (1992) 11, 200.
[4] T. Braun, A. Pálos, Textbook trails of eponymic knowledge in analytical chemistry, Trends Anal. Chem. (1989) 8, 158.
[5] https://hu.wikipedia.org/wiki/Cserenkov-effektus
[6] https://en.wikipedia.org/wiki/Cherenkov_radiation
[7] https://books.google.hu/books/about/Oliver_Heaviside.html?id=e9wEntQmA0IC&redir_esc=y
[8] Eve Curie, Madame Curie, William Heinemann Ltd., 1937. 177.
[9] L. Malet, C.R. Acad. Sci. (Paris) (1926) 183, 274.
[10] L. Malet, C. R. Acad. Sci. (Paris) (1928) 222.
[11] J. V. Jelley, Cherenkov radiation and applications, Pergamon Press, 1958.
[12] https://en.wikipedia.org/wiki/Pavel_Cherenkov
[13] P. A. Cherenkov, Visible emission of clean liquids by action of gamma radiation, Dokl. Akad. Nauk SSSR (1934) 2, 451. (orosz nyelven)
[14] A.E.Chudakov, Obituaries, Pavel Alexeyevich Cherenkov, Phys.Today (1992) December, 106.
[15] P. A. Cherenkov, Visible Radiation Produced by Electrons Moving in a Medium with Velocities Exceeding that of Light, Phys. Rev. (1937) 52, 378.
[16] https://en.wikipedia.org/wiki/Cherenkov_detector
[17] H. Liu, X. Zhang, B. Xing, P. Han, S. S. Gambhir, Z. Cheng, Radiation-Luminescence-Excited Quantum Dots for in vivo Multiplexed Optical Imaging, Small (2010) 6, 1087.
[18] C. M. Carpenter, C. Sun, G. Pratx, H. Liu, Z. Cheng, L. Xing, Radioluminescent nanophosphors enable multiplexed small-animal imaging, Optics Express (2012) 20, 11598.
[19] https://en.wikipedia.org/wiki/National_Nuclear_Security_Administration
[20] M. Askins, M. Bergevin, A. Bernstein, S. Dazeley, S. T. Dye, T. Handler, A. Hatzikoutelis, D. Hellfeld, P. Jaffke, Y. Kamyshkov, B. J. Land, J. G. Learned, P. Marleau, C. Mauger, G. D. Orebi Gann, C. Roecker, S. D. Rountree, T. M. Shokair, M. B. Smy, R. Svoboda, M. Sweany, M. R. Vagins, K. A. van Bibber, R. B. Vogelaar, M. J. Wetstein, M. Yeh, The Physics and Nuclear Nonproliferation Goals of WATCHMAN: A WAter CHerenkov Monitor for ANtineutrinos, arXiv:1502.01132v1 [physics.ins-det] 2015. február 4.
[21] https://en.wikipedia.org/wiki/Neutrino
[22] http://www.universetoday.com/51645/antineutrino/
[23] A.Bernstein, T.West, V.Gupta, An assessment of antineutrino detection as a tool for monitoring nuclear explosions, Science and Global Security (2001) 9, 235.
[24] GADZOOKS! Anti-neutrino spectroscopy with large water Cherenkov detectors, FERMILAB-PUB-03-249-A
[25] http://indico.ipmu.jp/indico/getFile.py/access?contribId=61&sessionId=15&resId=0&materialId=slides&confId=34
[26] http://www-sk.icrr.u-tokyo.ac.jp/sk/detector/cherenkov-se.gif
[27] http://t2k-experiment.org/wp-content/uploads/Cherenkov.png
[28] http://www-zeuthen.desy.de/~kolanosk/astro0910/skripte/cosmics02.pdf
[29] E. P. Cherenkova, The discovery of the Cherenkov radiation, Nucl. Instr. Meth. (2008) A595, 8.
[30] G. B.Collins, V. G. Reiling, Čerenkov Radiation, Phys. Rev. (1938) 54, 499.
[31] H. O. Wyckoff, J. E. Henderson, The Spatial Asymmetry of Cherenkov Radiation as a Function of Electron Energy, Phys. Rev. (1943) 64, 1.

Független, nemzetközi tudásközpont jelentheti a magyar kutatóközösség útját az európai élvonalhoz

Szathmáry Eörs evolúcióbiológus, akadémikus, az Academia Europaea tagja hosszú ideig oktatott az ELTE-n elméleti evolúcióbiológiát, továbbá fontos evolúcióbiológiai műhelyt alapított a korábbi Collegium Budapest falai között. Jelenleg a müncheni Ludwig Maximilians Universität vendégprofesszora, valamint a Parmenides Alapítvány egyik intézetének igazgatója. A következő interjú az mta.hu portálon jelent meg, és az MTA Sajtóosztálya engedélyével közöljük.

– Tervezi-e, hogy hazajön?

– Nem Németországban szeretnék megöregedni, azonban úgy látom, hogy jelen pillanatban semmiféle intézményesített módja nincs annak, hogy a senior kutatók hazatelepülését segítsék. Létezett egy ideig a Lendület III. program, azonban annak már vége. A Nemzeti Kiválóság Program befutott kutatóknak szánt Szent-Györgyi Albert Hazahívó Ösztöndíjára sem lehet már pályázni. Ez pedig, azt hiszem, a személyemen túlmenően is komoly probléma – örömmel értesültem viszont róla, hogy a helyzet a közeljövőben változhat. Mindez szorosan összefügg a fiatal kutatók mentorálásának kérdésével is. Nemrég itt járt az Európai Kutatási Tanács (ERC) elnöke, és hallhattuk, hogy Magyarország egyelőre jól teljesít, vagyis a régióhoz képest egész szép számú ERC-ösztöndíjat nyertünk el: 47-et a 106-ból. Összességében azonban ez még kevés. A Lendület-pályázatok kiírásánál komoly súllyal esik latba egy elnyert ERC-ösztöndíj. Jelenleg azonban kevés kivételtől – közéjük tartozik tanítványom, a nemrég Bolyai-díjjal kitüntetett Pál Csaba – eltekintve nem tudnak ilyesmit felmutatni a pályázók. Ha ígérik is – hiszen az ERC-pályázat benyújtása a Lendület-program alapfeltétele –, a legtöbbször nem nyerik el.

– Ezeknek a pályázóknak segíthetnének a (gyakran külföldön) befutott kutatók, akik már tudják, hogyan kell pályázatot nyerni?

– Igen, így van, ezt aktívan szervezni kellene. Az ERC elnökének is javasoltam, hogy a nyertesek kötelező jelleggel – persze észszerű határokon belül – vegyenek részt a pályázati rendszer működtetésében. Sajnos, tudok olyan – nem magyar – kutatóról, aki csak addig volt bizottsági tag, amíg maga is nem nyert, akkor rögvest lemondott, és bírálni sem volt hajlandó. Ez szerintem tűrhetetlen.

Vissza szeretnék azonban térni a már nyertes magyar ERC-pályázók ügyére. Sajnos, Magyarországon eleve nem divat a „matching fund" intézménye, vagyis a „ha elhoztál egy zsák pénzt külföldről, akkor, ha nem is ugyanakkora a zsákot, de leg-

Az IST Austria központi épülete Klosterneuburgban
(© IST Austria)

alább egy nagyobbacska szütyőt illik mellérakni" gyakorlata. Ezt nem véletlenül találták ki, hiszen jelentős multiplikatív hatása van, az erkölcsi megbecsülésről nem is beszélve. Példaként mondom, hogy Norvégiában az, aki csak pénzhiány miatt maradt le az ERC-díjazásról, automatikusan megkapja otthon az összeg felét. Nagyon észszerű dolog ez! Gondoljuk csak meg: az ilyen jelöltek anyaga lényegében már sikeresen átment egy nagyon szigorú, nemzetközi bíráláton, ami nem került magyar pénzbe. Nos, ez a rendszer Magyarországon alig ismert – a némileg hasonló célú magyar támogatás messze elmarad a pályázatonkénti norvég dotációtól, hiszen ez utóbbival a projekt jelentős része meg is valósítható, nem csak elkezdhető –, de a probléma talán még általánosabban is megfogalmazható, mert kapcsolódik egy másikhoz.

Véleményem szerint Magyarország nem tud kitörni a részleges provincialitásból, hacsak nem invesztál – többek között – egy olyan jelentős kutatói centrum létrehozásába, ahol kritikus tömegben dolgoznak együtt magyar és külföldi élvonalbeli kutatók. Ezt nyilvánvalóan nem én találtam ki, ilyen másutt már hosszú ideje létezik. Ilyen például a Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati (SISSA) Triesztben. Ezek a kutatóhelyek általában csak PhD-képzéssel foglalkoznak, és bármely országban működjenek is, általános elvárás, hogy a tanárok, kutatók közel fele külföldi, fele pedig helybeli kiválóság legyen.

– A külföldiek vendégkutatóként vannak jelen?

– Nem, állásban – és ez a lényeg! Odaköltöznek a családjukkal együtt, és ott élnek, erősítve az illető nemzet tudományos közösségét. A SISSA már régen, 1978-tól működik, de vannak fiatalabbak is, mint a 2000-ben alapított barcelonai Institució Catalana de Recerca i Estudis Avançats (ICREA). Tanulságképpen megemlíteném, hogy ez utóbbi intézményt nem más, mint a katalán pénzügyminiszter hozta létre. Nem úgy gondolta tehát, hogy ez majd elviszi a pénzt – sőt, azzal a feltétellel vállalta el a pénzügyminiszterséget annak idején, hogy a kulturális minisztériumot is megkapja, mert úgy gondolta, hogy a helyzet kritikussá vált. Az ICREA hatékony központi adminisztrációval rendelkezik, a kutatók azonban eloszlanak Katalóniában a különböző egyetemek között. Ez a létesítmény gyakorlatilag annyi pénzt hoz be, amennyi támogatást kap a kormánytól – pályázatokból és a sokat emlegetett spinoffok révén. Az olasz és a katalán példa mellett említhetném a néhány éves osztrák intézményt, az Institute of Science and Technologyt (IST) is, amely szintén sikertörténet. Megjegyzem, hogy – talán meglepő módon – erős politikai erők álltak mögé.

– Ezek a nemzetközi példák általában alkalmazott kutatásokra épülnek?

– Nem, a fő irány mindenhol az alapkutatás, bár ma az élvonalbeli alapkutatás az élvonalbeli technológiai fejlesztéssel kart karba öltve folyik – azonban ehhez hathatós támogatásra van szükség, magától nem indul el.

A tanulság az, hogy ilyen intézmények nélkül manapság egy ország a tudomány területén legalábbis megmarad a viszonylagos provincialitás szintjén, amiből egyszer-egyszer némely szűkebb szakma vagy itt-ott valaki fel tudja emelni a fejét. Olyan mechanizmusokat kellene létrehozni, amelyek szignifikánsan megemelik ezt a szintet, és persze nem szabad arról sem megfeledkeznünk, hogy versenyhelyzetben is vagyunk a többi országgal. A nyugati államok ebben a versenyben már előttünk járnak. Olaszországban nem csak egy ilyen intézmény működik. Ha Magyarország felismerné egy ilyen intézmény fontosságát, tudomásom szerint mi lehetnénk az elsők a régióban – és akkor valóban jobban teljesítenénk.

– Hogyan látná egy ilyen intézményben a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal, illetve a Magyar Tudományos Akadémia szerepét?

– Egy ilyen intézmény csak akkor működik jól, ha autonóm. Magyarországon persze ez a felvetés merész gondolatnak számít, de a tapasztalat az, hogy csak akkor van esély a sikerre, ha a vezetésben csak és kizárólag kiváló senior kutatókból álló, nemzetközi összetételű kuratóriumok vesznek részt. A finanszírozás érkezhet állami hivataltól, csak el kell viselni, hogy bárki adja is a pénzt, nem ő rendeli a nótát: a minőséghez lehet és kell ragaszkodni, a tartalomhoz nem szabad. Ne feledkezzünk meg arról, hogy ha az intézmény nem így működik, annak híre megy, és akkor nem tolonganak majd ide a színvonalas kutatók.

– Elképzelhetőnek tartaná, hogy az NKFIH adná az intézmény finanszírozását, és az MTA szervezné a szakmai munkát, tekintettel arra, hogy az Akadémia mégiscsak független a kormányzattól, vagy legalábbis nincs közvetlen kapocs köztük?

– Úgy gondolom, hogy az Akadémiának szellemi értelemben részvényesnek kellene lennie – legyen benne a kuratóriumban, ajánljon saját köreiből kutatókat –, de afelől kétségeim vannak, hogy helyes lenne-e, ha az irányítópakettet az Akadémia – vagy akárki más – birtokolná, akár szellemi értelemben is. A jó működés garanciája szerintem csakis egy nemzetközi testület lehet. De az aztán tényleg minőségi emberekből álljon, mert hasonló a hasonlót vonzza! Ettől még az intézmény bejárata fölött nyugodtan díszeleghetne az MTA neve. Ezek az intézmények általában rövid idő alatt nagy büszkeségre adhatnak okot.

– Ha megalakulna egy ilyen intézmény, oda vissza lehetne hívni a külföldön dolgozó kutatókat.

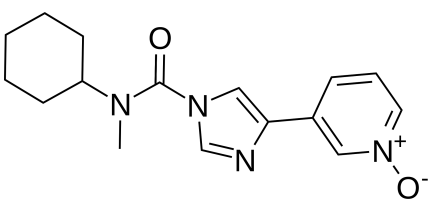
– Természetesen, mint ahogy a katalán intézetnek is az volt a fő célja, hogy a szerte Európában és Amerikában dolgozó élvonalbeli spanyolokat visszacsábítsa – és lőn! Csakhogy ehhez nyugat-európai vezető fizetéseket kell adni. Ezt a békát bizony szintén le kell nyelni. És még egy kellemetlen dolog: ezek az intézmények felismerték, hogy az odacsábított kutatókat méltó módon kell elhelyezni és rendkívül hatékony adminisztrációval kell segíteni – tehát olyan feltételekre van szükség, amelyeket nemhogy a hazai, de a külföldi egyetemek sem tudnak „csípőből" teljesíteni, eltekintve egyes kivételes, elszigetelt esetektől. Nehogy valaki félreértse: ez nem oldaná meg a magyar felsőoktatás összes problémáját, de igen látványosan emelné a magyar tudományosság nemzetköziségét és színvonalát. Példát adhatna, hogy az ilyesmit jól is lehet csinálni. Kell hozzá pénz, de nem csak az.

Egy balul végződött gyógyszerkipróbálás margójára

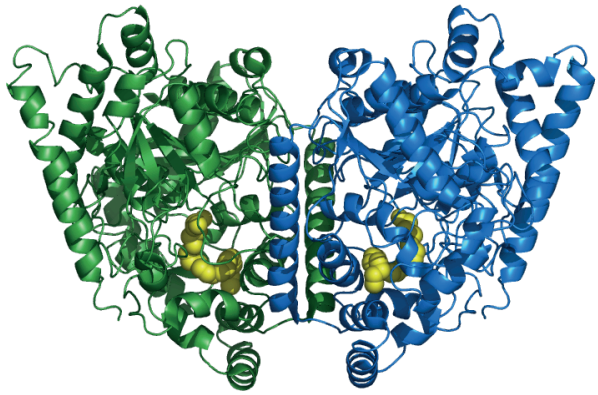
2016 januárjában tragikus hírt közöltek a lapok: egy franciaországi gyógyszervizsgálat során hat embert szállítottak kórházba központi idegrendszeri zavarokkal. Egy közülük agyhalott állapotba került (ő pár nap múlva meghalt), a többek eltérő mértékű agykárosodást szenvedtek.

Eddig nagyjából minden tudósítás megegyezett, de hogy pontosan mi történt, az első híradásokból nem derült ki. Volt, aki emberkísérletről/gyógyszerkísérletről értekezett, volt, aki kannabiszból készült gyógyszert gyanított a háttérben, más szerint agyban jelen lévő anyagot adagoltak a szerencsétlenül jártaknak. Pár napon belül több fontos részletre fény derült. Tisztázódott, hogy a vizsgálat során adagolt vegyület a BIA 10-2474 kódjelű imidazolszármazék, amelyet szintetikusan állítottak elő (tehát nincs köze a kenderhez és az emberi agyban sem található meg). Alkalmazásának célja egy enzim gátlása lett volna: a zsírsavamid-hidroláz enzim (FAAH) az agyban az endokannabinoidok lebontását végzi. Amennyiben az enzim működését gátolják, az endokannabinoidok szintje nő. Az endokannabinoidok neve a kannabiszra emlékeztet, és nem véletlenül: a kannabisz (*Cannabis sativa*, magyarul kender) egyes vegyületei (pl. a tetrahidro-kannabinol, azaz a THC) ugyanazokon az agyi receptorokon hatnak, amelyeken az endokannabinoidok. A THC és az endokannabinoidok közé azonban nem tehető egyenlőségjel: utóbbiak a normál agyi működésben kulcsszerepet játszó, rendhagyó módon „működő" ingerületátvivő anyagok. Az endokannabinoidok az idegi ingerületátvivő anyagok többségével ellentétes irányban fejtik ki a hatásukat: „visszafelé haladva" gátolják meg, hogy az idegsejtekből más transzmitterek felszabaduljanak. Az agy működésében betöltött szerepük nagyon összetett, mennyiségük változtatásával többek között a fájdalomérzet, a memória, a hangulat és az éhségérzet befolyásolását látják lehetségesnek (a kenderfogyasztók által tapasztalt központi idegrendszeri hatások elérése nem cél...). Ebből indult ki a most tragédiával zárult kutatás: a FAAH gátlásával, az endokannabinoidok szintjének növelésével fájdalomcsillapító és kedélyjavító hatást szeretett volna elérni a molekulát gyógyszerré fejleszteni kívánó cég. Hosszú távú terveik között a szorongás, a Parkinson-kór, a szklerózis multiplex, az elhízás és a magas vérnyomás esetén történő felhasználás vizsgálata is szerepelt.

Hogy fordulhat elő, hogy egy vizsgálat ilyen balul végződik? Mi történt? Ki hibázott? Válaszok még nincsenek, csak találgatni lehet. Ami biztos: hasonló módon ható gyógyszer még nincs forgalomban, így nem rendelkezünk hosszú távú tapasztalatokkal az ilyen hatású anyagokról. Elképzelhető, hogy a FAAH-nak más, még nem ismert szerepe is van a központi idegrendszerben, így gátlása nem várt következményekkel járt. Az is előfordulhat, hogy a most vizsgált szer a FAAH-on kívül más enzimre/receptorra is hatott, és ez okozta a galibát. Ezt a feltevést erősíti az a hír, amely szerint a molekulával elvégzett, a szerkezet-hatás összefüggésekre irányuló számítógépes vizsgálatok szerint ez a vegyület elvileg más enzimekre is hat. Az is lehet, hogy a probléma a túlságosan magas dózisból adódott (a károsodott betegek a többieknél nagyobb adagot kaptak). És az is előfordulhat (bár véleményem szerint ennek a legkisebb az esélye), hogy az alkalmazott készítmény minőségével volt gond, például mérgező hatású szennyezést tartalmazott. Magyar szempontból ez lenne a legkevésbé kívánatos, ugyanis *állítólag* a hatóanyag gyártásában hazai cég is érintett.



A BIA 10-2474 szerkezeti képlete (Roadster29,https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bia102474_corrected.svg)



FAAH-dimer – a BIA 10-2474-től eltérő – metoxi-arachidonil-fluorofoszfonát inhibitorral (Wikipédia, közkincs)

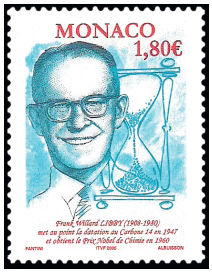
Bár sok helyen *kísérlet*ről beszélnek, nem árt leszögezni: a gyógyszerekkel embereken nem kísérleteznek, hanem vizsgálatokat végeznek. És ez nem játék a szavakkal, ugyanis a vizsgálat azt jelenti, hogy nem ötletszerűen próbálgatnak ki vegyületeket az embereken, azaz nem kísérletez*get*nek, hanem alaposan megtervezett vizsgálatok folynak. Mire egy gyógyszerjelölt molekula eljut addig, hogy beadják az embereknek, számos sejtvonalon, állatfajon vizsgálják biztonságosságát, és ha bármelyik lépcsőfokon elbukik, soha nem jut el addig, hogy emberen alkalmazzák. Ez az egyik oka annak, hogy kb. 10 000 gyógyszerjelöltből csak egy válik gyógyszerré, s ez az oka annak is, hogy a gyógyszervizsgálatok során ritka az ilyen tragédia. Nagyon-nagyon kis eséllyel, de elvileg előfordulhat, hogy az állatkísérletekben semmilyen káros hatás nem látszik, az emberek egészsége mégis károsodik – ez is megtörténhet(ett), de a reális rizikó igen csekély. Amint az az OGYÉI friss közleményéből is kiderül, évente ezerszámra folynak hasonló vizsgálatok probléma nélkül (az EU-ban 2007 óta mintegy 12 500). A jelenlegi vizsgálat ún. fázis I. vizsgálat volt, amely az embereken végzett kipróbálás első lépcsője. Ennek keretében egészséges önkénteseken azt vizsgálják, hogy az állatkísérletekből átszámolt adagolást mellékhatások nélkül tolerálják-e az emberek (a hatásossággal ebben a stádiumban nem foglalkoznak). Ha ez sikeres (azaz a szer ártalmatlan), akkor kezdődhet a vizsgálat betegeken (ez az ún. fázis II. vizsgálat). Ebben az esetben erre már nem került sor.

Csupor Dezső

Radiokarbonos kormeghatározás

E. Rutherford (1871–1937) már a múlt század elején felvetette, hogy a kőzetek és – közvetve – az őket tartalmazó geológiai képződmények kora a kőzetekben lévő radioaktív atommagok bomlásának követésével meghatározható (Radioactive Transformations, 1906).

W. F. Libby (1908–1980) 1946-ban felismerte, hogy erre a legalkalmasabb a szén 14-es tömegszámú radioaktív izotópja, amely a kozmikus sugárzás által termelt neutronok hatására folyamatosan képződik a Föld felső légkörében. (A monacói bélyegen Libby első és második nevét felcserélték. Helyesen: Willard Frank.)



A lefékeződött neutronok a levegő ^{14}N-atomjaival ütközve a $^{14}N(n,p)^{14}C$ magreakció révén folyamatosan radiokarbont termelnek. Szerencsés körülmény, hogy a ^{14}C 5730 éves felezési ideje jól illeszkedik a történelmi korok vizsgálatához. Libby a módszer kidolgozásáért 1960-ban kémiai Nobel-díjat kapott.

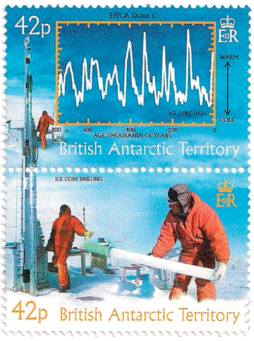
A kémikusok nem könnyű feladata a különböző anyagú szennyezett minták tisztítása, feltárása és a mérésekhez szükséges néhány grammnyi ^{14}C-et tartalmazó minta szeparálása.

A *V. F. Hess* (1883–1964, Nobel-díj, 1936) által felfedezett kozmikus sugárzás hatására keletkező ^{14}C radioaktív egyensúlyban van, mennyisége közel 51 tonna a Földön, ami rendkívül kicsi a stabil ^{12}C-izotóp mennyiségéhez képest A radiokarbon is szén-dioxiddá alakul, és beépül a növényekbe. Mivel biológiai felezési ideje csak néhány év, fajlagos aktivitása megegyezik a mindenkori légkörével. Az élőlény elpusztulásával újabb beépülésre nincs lehetőség, a maradék ^{14}C mennyisége exponenciálisan csökken. Megmérve a lelet fajlagos aktivitását, kiszámítható a kora. A mérésekhez a ^{14}C-minta kis energiájú béta-sugárzása és alacsony aktivitása miatt alacsony hátterű folyadékszcintillációs vagy proporcionális számlálócsöves méréstechnikát alkalmaznak. A módszer felső mérési határa a tíz felezési időnek megfelelő 60 000 év.

A $^{14}C/^{12}C$ izotóparány egyszerű tömegspektrométerrel nem mérhető közvetlenül, mert a fajlagos aktivitások 12 nagyságrenddel térnek el egymástól.

Az eljárással fa-, faszén maradványok, magvak, levelek, tőzeg-, csont-, kagyló-, csiga- és cseppkő leletek életkora határozható meg. A módszernek nagy jelentősége van a geológiában, a régészetben és a hidrológiában.

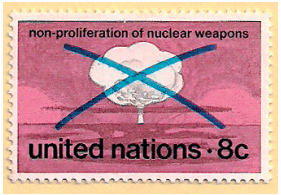
Az Antarktisz jegéből vett furatminták, matuzsálemkorú fák és korallminták kalibrációs célokra is alkalmasak.



A mérések pontosságára a ^{14}C fajlagos aktivitásának ingadozásai is kihatnak, ami arra vezethető vissza, hogy a kozmikus sugárzás intenzitását befolyásolja a Nap-tevékenység és a Föld mágneses tere is változik.

A kiszámíthatatlan vagy még ismeretlen módosító hatásokat empirikus úton korrigálják, pl. 11 000 évig visszamenően a faévgyűrűk számlálásával, vagy 22 000 évig a korallok és cseppkövek korának U/Th módszeres kormeghatározásával.

Az ipari forradalmat követően a fosszilis energiahordozók intenzív felhasználása, majd a légköri atombomba-kísérletek és nukleáris balesetek is korrekciók elvégzését teszik szükségessé.



A Krisztus szemfedőjének tulajdonított torinói halotti lepel életkorát is megvizsgálták radiokarbonos módszerrel. A Zürichben, Arizonában és Oxfordban végzett mérések szerint a lelet átlagéletkora 691 ± 31 év.

Az MTA Debreceni Atommagkutató Intézetében szintén eredményes radiokarbonos vizsgálatok folynak.

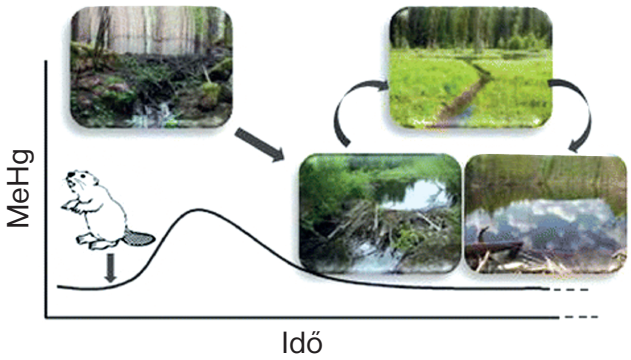
Boros László

TÚL A KÉMIÁN

Tudom, hogy tudod, hogy nem tudom

A pszichológia már régóta ismeri azt a jelenséget, hogy az autóvezetők nagy többsége átlagon jóval felüli sofőri képességeket tulajdonít önmagának. Hasonló szubjektív önértékelést tükröző hatás a saját tudásunk felmérésében is létezik: amerikai kutatók ezt vizsgálták meg részletesen a közelmúltban. Egy kísérletsorozatban arról kérdezték a résztvevőket, hogy bizonyos üzleti vagy biológiai szakszavakkal találkoztak-e már. Minél jobban tájékozottnak vallotta magát valaki egy adott területen, annál valószínűbb volt, hogy nem létező, csak a tanulmány készítői által kitalált fogalmakat is ismerni vélt. Ezt a hatást az sem gyengítette, ha a résztvevők figyelmét előre felhívták arra, hogy a felsorolt fogalmak közül néhány fiktív. A tanulmány figyelmeztetése elég magától értetődő: ha valaki jártasnak érzi magát egy területen, akkor éppen ott hajlamos nagy hibákat is véteni – ráadásul látszólag nagyon is magabiztosan.

Psychol. Sci. 26, 1295. (2015)



Új építésű hódvárak

Európában örvendetesen növekszik a hódok *(Castor fiber)* száma, de a jelek szerint ennek akadhatnak negatív környezeti következményei is. Egy svédországi tanulmányban 12 különböző helyen vizsgálták meg a hódok által épített gátak hatását a folyóvizek kémiai összetételére. Érdekes tapasztalat volt, hogy a környezetvédelmi szempontból nagyon jelentős metilhiganykation (CH_3Hg^+) koncentrációja a gátak után átlagosan majdnem négyszerese volt a gátak előtti értéknek. Ugyanakkor csak az újonnan épített hódvárak esetében jelentkezett ez a furcsa anomália, semmi hasonló nem volt tapasztalható, amikor a hódok egy már korábban épített várba költöztek vissza. Így aztán szerencsére az várható, hogy az új várak higanykoncentráció-növelő hatása is csak ideiglenes lesz.

Environ. Sci. Technol. 49, 12679. (2015)

CENTENÁRIUM

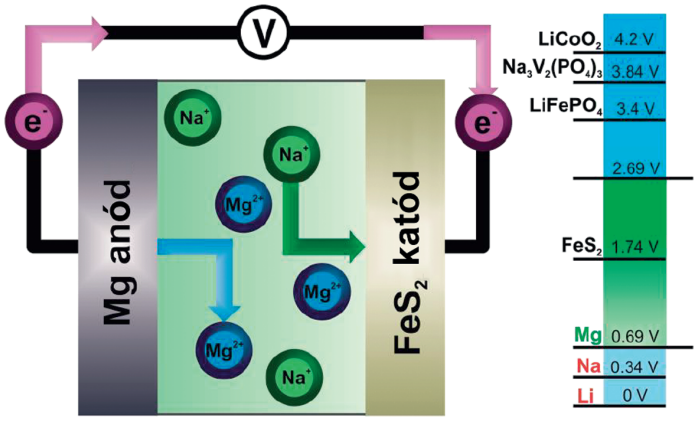
Somogyi Mihály–Weiser István: A magyar málnalé és málnaszirup chemiai összetétele *Magyar Chemiai Folyóirat, 22. kötet*, 33–39. oldal (1916. március)

Somogyi Mihály (1883–1971) magyar születésű, az USA-ban dolgozó biokémikus és diabetológus volt. A burgenlandi Reinersdorfban született, vegyészmérnöki oklevelet a Budapesti Műegyetemen szerzett 1905-ben, majd 1914-ben doktorált a Pázmány Péter Tudományegyetemen. Közben több amerikai tanulmányúton volt, és 1922-ben végleg ott telepedett le. St. Louis-ban, a Washington Egyetem biokémiai intézetében volt kutató, majd 1926-tól a város egyik kórházában dolgozott. Kidolgozta az inzulin-előállítás és -tisztítás máig is érvényes módszerét. Felismerte, hogy az inzulin túltermelése a szervezetben cukorbetegség kialakulásához járulhat hozzá, ezt ma „Somogyi-effektus” néven ismeri a szakirodalom.

Nátrium-magnézium hibridelem

A közelmúltban nagy hatékonyságú és olcsón előállítható új elemtípust fejlesztettek ki. Benne az anód fémmagnézium, a katód nanokristályos pirit (FeS_2), az elektrolit pedig nátrium- és magnéziumionokat tartalmaz. Az elem térfogatra (3800 mAh/cm^3) és tömegre (2200 mAh/g) vonatkoztatott töltéstároló képessége is kivételesen nagy, Coulomb-hatékonysága 99,8%, cellafeszültsége pedig 1,1 V. Így összességében a hasznos energiasűrűség 201 Wh/kg, amely közel azonos a mai legfejlettebb lítiumakkumulátorokéval – s mindeközben az új eszköz csak a Földön gyakran előforduló kémiai elemeket tartalmaz.

Chem. Mater. 27, 7452. (2015)

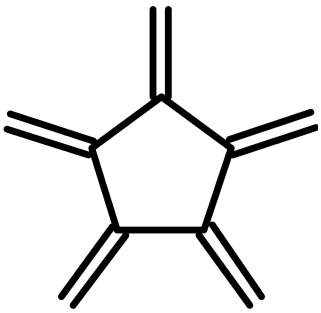


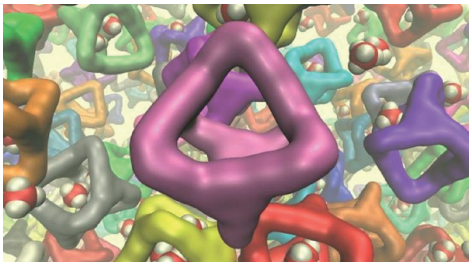
Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: lenteg.mkl@science.unideb.hu.
A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő Internet-oldalon: http://www.inorg.unideb.hu/LenteBlog/index_magyar.html

A HÓNAP MOLEKULÁJA

Az [5]radialént ($C_{10}H_{10}$) – az analóg, 3, 4 és 6 tagú gyűrűt tartalmazó származékokkal ellentétben – sokáig nem tudták előállítani. Az elméleti szempontból is nagyon érdekesnek számító vegyület első szintéziséről ausztrál kutatók számoltak be a közelmúltban. Az általuk használt stratégia lényege, hogy a célmolekula egy fémorganikus (vasat és szén-monoxidot is tartalmazó) komplexét állították elő alacsony hőmérsékleten, majd ebből cérium-ammónium-nitrát segítségével nyerték ki a szabad ligandumot.

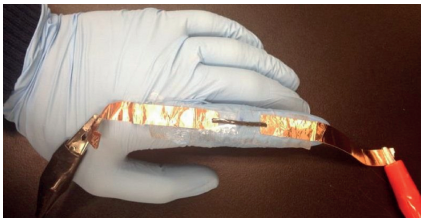
J. Am. Chem. Soc. 137, 14653. (2015)





Porózus folyadékok

Porózus szilárd anyagok már régóta ismeretesek, az ezekhez igen hasonló porózus folyadékokat viszont csak a legutóbbi időkben fejlesztették ki. Ezen anyagok olyan molekulákból állnak, amelyekben igen nagy méretű belső üregek vannak. Ezekbe a pórusokba – hasonlóan a szilárd analógokhoz – számos kisméretű molekula befér. A legegyszerűbb ilyen porózus folyadék molekuláiban egy tetraéder négy csúcsán lévő aromás gyűrűket a hat él helyén koronaéter-egységek kötnek össze. Az első vizsgálatok azt mutatták, hogy gázok, például a metán és a szén-dioxid nagyon jól oldódnak az ilyen oldószerekben. *Nature 527*, 216. (2015)



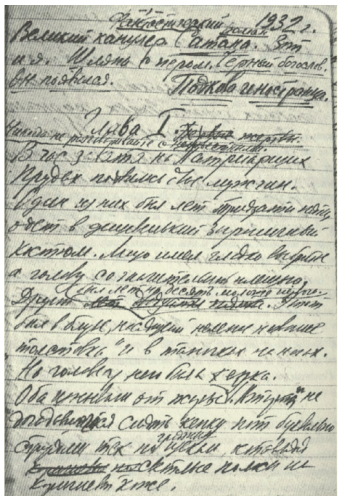
Rágógumi-szenzor

A test életfunkciókkal kapcsolatos mozgásait, például a légzést megfelelően követő bioszenzorok gyakran igen drágák. Ezt a hátrányos tulajdonságot enyhítheti kanadai tudósok új találmánya, amelyhez az ihletet és az alapanyagot a rágógumi adta, főképpen könnyű alakíthatósága és egészségügyi szempontból megkérdőjelezhetetlen biztonságossága miatt. Az előkészítő szakaszban nagyjából fél órán át rágott gumik felületét szén nanocsövekkel vonták be, így azok vezetővé váltak, majd egy nyakláncra fűzték fel őket. A gumik a testmozgásokat követve változtatták alakjukat és ellenállásukat is, így az elektromos jel megfelelő feldolgozása után sok mindenre lehetett következtetni. A szenzorrá való átalakítás után az újrafogyasztást viszont kimondottan nem javasolták a fejlesztők.

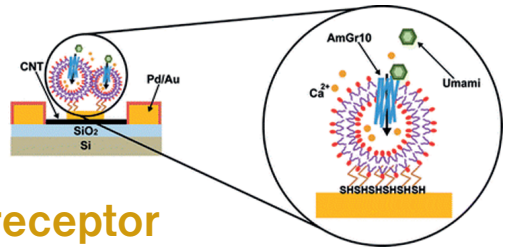
ACS Appl. Mater. Interfaces 7, 26195. (2015)

A Mester és a gyógyszerek

Mihail Afanaszjevics Bulgakov (1891–1940) nem sokkal halála előtt, meglehetősen betegen fejezte be élete fő művét, az ördög szovjetunióbeli látogatását leíró *A Mester és Margaritá*t. A szerző ekkor már igen fájdalmas veseelégtelenségben szenvedett, így meglepő, hogy élete utolsó heteiben is dolgozni tudott. *A Mester és Margarita* megőrzött eredeti kéziratának kémiai analízisével sikerült megmagyarázni, hogyan történhetett ez. Tíz véletlenszerűen kiválasztott lapot speciális, kromatográfiákban gyakran használt, felületi anyagokat megkötő réteggel vontak be, majd a réteget eltávolítás után tömegspektrometriával kapcsolt gázkromatográfiával elemezték. Az eredmények szerint a lapokon 2 és 100 ng/cm^2 közötti mennyiségben volt morfin, illetve a kábító fájdalomcsillapító egyik ismert metabolitját, a 6-O-acetil-morfint is sikerült kimutatni. A detektált molekulák között volt három olyan fehérje is, amelyet a mai orvostudomány Bulgakov vesebetegségének biomarkereiként ismer.



J. Proteomics 131, 199. (2016)



Umamireceptor

Az utóbbi időkben már általánosan elfogadták, hogy a négy hagyományosan számon tartott alapíz (édes, savanyú, sós, keserű) mellé egy ötödik is társul: ez az umami. A közelmúltban mesterséges receptort is készítettek, amelynek funkciója nagyon hasonlít ennek az íznek az érzékeléséhez. A receptorhoz a háziméh *(Apis mellifera)* egyik ízreceptorát kapcsolták össze egy szén nanocsövekből készült tranzisztorral. Az így kapott elektromos jel alapján az élelmiszerekben meghatározható az umami ízt leggyakrabban okozó nátrium-glutamát mennyisége. Azt is sikerült igazolni, hogy a nátrium-glutamát umami ízére a dinátrium-5'-inozinát nagyon jelentős szinergikus hatással van.

ACS Nano 9, 11728. (2015)

APRÓSÁG

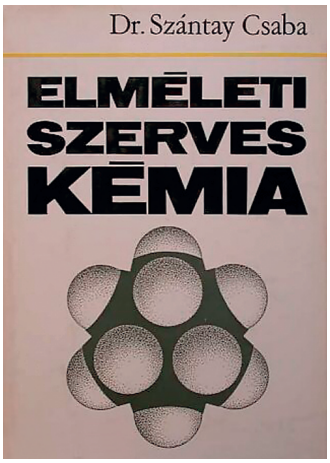
80	81	82	83	84	85	86
Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
200.59	204.38	207.2	208.98	[208.98]	[209.99]	[222.02]
112	113	114	115	116	117	118
Cn	Uut	Fl	Uup	Lv	Uus	Uuo
[285.17]	[284.18]	[289.19]	[288.19]	[293]	[294]	[294]

Az IUPAC 2015. december 30-án kiadott sajtóközleménye szerint a 113-as (Uut), 115-ös (Uup), 117-es (Uus) és 118-as (Uuo) rendszámú elemek felfedezését is megerősítették, így a közeljövőben el is nevezhetik őket.

Búcsú Szántay Csabától

Életének 89. évében, röviddel születésnapja után elhunyt Dr. Szántay Csaba professzor emeritusz, az MTA rendes tagja, a Magyar Feltalálók Egyesületének alapító elnöke, az Állami Díj, a Szent-Györgyi Albert-díj, a Magyar Köztársasági Érdemrend középkeresztje, a Széchenyi-díj, a Tudományért nagydíj, a Príma díj, a BME Emlékérem, a Magyar Gyógyszerkutatásért díj, a Gábor Dénes életműdíj, a Kametani Award és a Kiváló Feltaláló kitüntetés arany fokozatának tulajdonosa.

1928. január 4-én született Salgótarjánban. A budapesti Szent Imre Főgimnáziumban érettségizett 1946-ban, majd ugyanebben az évben felvételt nyert a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyészmérnöki Karára, ahol 1950-ben szerzett vegyészmérnöki diplomát. Diplomájának megszerzésétől elhunytáig dolgozott a Zemplén Géza által alapított BME – akkor még – Vegyészmérnöki Karának Szerves Kémia Tanszékén, majd a 2007-ben a Szerves Kémiai Technológia Tanszékkel összevont, és új nevet kapott Vegyészmérnöki és Biomérnöki Karának Szerves Kémia és Technológia Tanszékén. Pár évig Zemplén Géza professzor, majd a tanszékalapító elhunytával Beke Dénes professzor irányítása alatt dolgozott. A kémiai tudományok kandidátusa fokozatot 1956-ban szerezte meg. Beke Dénes tanszékvezető egyetemi tanár halála után vette át a Tanszéken folyó alkaloidkémiai kutatások irányítását. A kémiai tudományok doktora 1965-ben lett. Egyetemi docenssé 1965-ben, egyetemi tanárrá 1967-ben nevezték ki. Közben az 1965–1966-os években a New York-i Állami Egyetem (SUNY Buffalo, New York állam, USA) vendégoktatója, illetve kutatója volt. A Magyar Tudományos Akadémia levelező tagjává 1970-ben, rendes tagjává pedig 1982-ben választották. Az MTA Kémiai Tudományok Osztályának elnökhelyettesi funkcióját 1970 és 1976 között Szántay professzor töltötte be.



1976-ban megbízást kapott az MTA Központi Kémiai Kutatóintézetben létesítendő, természetes eredetű szerves anyagok szintézisével foglalkozó osztály megszervezésére, majd irányítására; az utóbbi funkciót több évtizeden keresztül ellátta. A BME Szerves Kémia Tanszékét 1978-tól 1994-ig, az MTA–BME Alkaloidkémiai Kutatócsoportot pedig 1996-tól 1998-ig vezette. Az MTA Szerves Kémiai Bizottságának 1976-tól kezdődően, az MTA Alkaloidkémiai Munkabizottságának 1971-től volt évtizedekig az elnöke. 1970 és 1976 között a Magyar Kémikusok Egyesülete Szerves és Gyógyszerkémiai Szakosztályának is az elnöke volt. Éveken át volt szerkesztőbizottsági tagja a *Heterocycles*, a *Medicinal Research Reviews*, a *Natural Product Letters* és a *Trends in Heterocyclic Chemistry* című folyóiratoknak.

Eredményei közül kiemelendő az egyik legsikeresebb magyar gyógyszer, a vinpocetin (Cavinton) totálszintézisének kidolgozása, annak többszöri modernizálása a kor igényeinek megfelelő szinten, az emetin és a prosztaglandinok totálszintézisének megvalósítása, az analgetikus hatású epibatidin enantioszelektív totálszintézisének kidolgozása, az optikailag aktív lizergsav ipari méretekben is kivitelezhető előállítása, a gyógyászati szempontból fontos vinkrisztin, vinblasztin és vinkamin fél- és totálszintéziseinek, valamint utóbbiak továbbalakításainak megvalósítása. Több mint 360 közlemény szerzője/társszerzője, és 250 szabadalom fűződik a nevéhez. Évtizedeken át oktatta az „Elméleti szerves kémia” c. tárgyat; ehhez azonos című könyvet is írt 1970-ben, ami több kiadást élt meg. A gyógyszeripar számára közép- és felsővezetőket nevelt ki.

Szántay professzor betegsége kialakulásáig igen aktív tagja volt a BME Szerves Kémia és Technológia Tanszéknek, minden értekezleten aktívan részt vett és hozzászólásaival segítette az egyesített tanszék munkáját. Pár éve ünnepeltük 85. születésnapját; ebből az alkalomból olyan humoros verset olvasott fel, amiben évről évre haladva – különféle fortélyokkal – arra próbálta rávenni a Jóistent, hogy adjon még 1–1 évet, egészen 100 éves koráig eljutva. Aztán másfél évvel ezelőtt egy Alkaloid- és Flavonoidkémiai Munkabizottsági ülésen vett részt még teljesen aktívan. Röviddel ezután már csak otthonában látogathattuk, amit mindig és minden kollegának és barátnak lehetővé tett közvetlen családja, amely a legnagyobb szeretettel gondoskodott róla és ápolta. Végig megőrizte a humorát és a méltóságát. Ezek a látogatások örök emlékek maradnak.

Szántay professzor tudása, tanácsai, kedves humora és egész emberi lénye nagyon fog hiányozni. Nyugodjék békében!

Keglevich György **Huszthy Péter** **Tőke László**

Szekér Gyula (1925–2015)

Január közepén a budapesti Fiumei úti Nemzeti Sírkertben családtagjai, barátai és nagyszámú tisztelője kísérte utolsó útjára a 2015 decemberében, 91. életévében elhunyt egykori nehézipari minisztert és miniszterelnök-helyettest. Személyében a magyar energetika és vegyipar fejlesztésében 1960 és 1986 között meghatározó szerepet játszó karizmatikus korszakváltó iparpolitikust, kiváló szervezőt, sikeres nemzetközi együttműködőt, nemzeti elkötelezettségű államférfit, emberséges vezetőt és kollégát veszítettünk.

A temetési szertartáson a megemlékezéseket Szabó Benjámin állami díjas villamosmérnök, – az elhunytat saját hallottjának tekintő Paks Város Önkormányzata nevében és Süli János polgármester jelenlétében – a Paksi Atomerőmű létesítésének volt kormánybiztosa, dr. Blazsek István, a Magyar Vegyipari Szövetség alelnöke, a Péti Nitrogénművek igazgatósági tagja és nemrég leköszönt vezérigazgatója, valamint Fehér László, az elhunyt szülővárosának és a neki díszpolgári címet adományozott Celldömölk polgármestere tartották. Dr. Bálint József kandidátus, a Központi Statisztikai Hivatal nyugalmazott elnökének igen színvonalas, nagy ívű és lényegre törő megemlékezését betegsége miatt felolvasták. A Bedřich Smetana komponálta Moldva zenéjére kihömpölygő gyászmenet a sírhelynél vett végső búcsút az elhunyttól. Kirner Zoltán celldömölki plébános a katolikus egyház nevében és szertartása szerint búcsúztatta Szekér Gyulát. A temetési szertartás régi katolikus himnuszunk, a Boldogasszony Anyánk és a Szózat eléneklésével zárult.

Bő tíz évvel ezelőtt a Magyar Kémikusok Lapja korábbi munkatársai visszaemlékezéseivel és a tevékenysége által érintett legnagyobb vegyipari cégek vezetőinek értékeléseivel köszöntötte az akkor nyolcvanéves Szekér Gyulát.

Ötgyermekes vasutas család tagjaként a Pápai Református Kollégiumban érettségizett, majd 1949-ben a Pázmány Péter Tudományegyetemen vegyészdiplomát szerzett. 1949–50-ben a Fémipari Kutató Intézetben dolgozott tudományos kutatóként. Kandidátusi disszertációját az alumíniumelektrolízis témakörben 1953-ban védte meg. 1971-ben szerezte meg a kémiai tudományok doktora fokozatot. A Budapesti Műszaki Egyetem címzetes egyetemi tanára volt. Gazdaság- és iparpolitikai témakörben 13 könyvet és 150 publikációt jelentetett meg.

1954 és 1956 között az alumíniumipar vezetője, 1957-tól miniszterhelyettes, majd a miniszter első helyettese, 1971–75 között nehézipari miniszter volt. Tevékeny részt vállalt az irányítása alá tartozó energetika, gyógyszeripar, kőolaj- és földgázipar, petrolkémia, műanyag- és műtrágyagyártás, valamint alumíniumtermék-gyártás összehangolt kiépítésében, felfuttatásában, korszerűsítésében. 1975–80 között miniszterelnök-helyettesként főként a magyar gazdaság nemzetközi gazdasági kapcsolataival és az ipar strukturális korszerűsítésének problémáival foglalkozott (1973 és 1978 között Magyarország állandó KGST-képviselője volt). 1980-tól az Országos Műszaki Fejlesztési Bizottság elnöke, 1984-től 89-ig a Magyar Szabványügyi Hivatal elnöke volt. E munkaterületeken is alapvetően az ipar tudományos-műszaki korszerűsítése érdekében dolgozott.

1960 és 1986 között ipari csúcsvezetőként, műszaki és szellemi közreműködőként egy tucat nagyvállalat és vezeték, valamint több mint száz létesítmény szellemi előkészítésében, döntéshozatalában és megvalósításában vett részt. Csodálatos tehetsége volt a megvalósításhoz. Nagy jelentőségű energetikai fejlesztések (köztük a Paksi Atomerőmű, kőolaj-, földgáz- és villamosenergia-vezetékek hálózatának megépítése) és tőkés importot kiváltó/exportot bővítő vegyipari beruházások (köztük Chinoin gyógyszeralapanyag-gyártás Budapesten, EGIS gyógyszeralapanyag-gyártás Körmenden, a Richter fejlesztései Dorogon, a százhalombattai Dunai Kőolajipari Vállalat és a tiszaújvárosi TVK létesítése és fejlesztése, PVC-gyártás a kazincbarcikai BVK-nál, szintetikus szálgyártás Nyergesújfalun, növényvédő szerek és habosított műanyag gyártása a sajóbábonyi Észak-magyarországi Vegyiműveknél, műtrágyagyártás a szolnoki TVM-nél, annak növelése és korszerűsítése a Péti Nitrogénműveknél és az alumínium félkésztermékek gyártásának bővítése a Székesfehérvári Könnyűfémműnél) kötődnek a nevéhez. Kiemelkedő vegyipari alkotása a hazai petrolkémiai és műanyagipar megteremtése az 1960-as évektől és a magyar gyógyszeripar világszínvonalúvá tétele. Vezérelvei az alapos, sokoldalú és előretekintő, mai kifejezéssel élve stratégiai tervezés, a nemzetközi együttműködésből kiaknázható szinergiák hasznosítása például a méretgazdaságosság eléréséhez, célzott átfogó fejlesztési programok kidolgozása és megvalósítása, a technológiai igényesség érvényesítése, az átgondolt munkaerő-fejlesztés, továbbá a vidékközpontú iparfejlesztés és a vállalkozás („a bátrakat segíti a szerencse”) voltak. Széles spektrumú agytrösztöt alakított ki maga körül a kor legjobb hazai szakembereiből. Neki köszönhetjük a Magyar Vegyészeti Múzeum alapítását Várpalotán, a Thury-várban; képünk Szekér Gyula ott őrzött, Csonka Ernő festőművész által készített portréját mutatja. Tagja volt Egyesületünk Elnökségének is.

„A korszerű vegyipar a technikai haladás elengedhetetlen feltétele”, írta le 1970-ben megjelent könyvében. E tézist el tudta fogadtatni az akkori döntéshozókkal, aminek nyomán jelentős vegyipari fejlesztések, zöldmezős beruházások valósulhattak meg. 1950 és 1990 között Magyarországon a vegyipar bruttó termelése az ipari átlagot jelentősen meghaladóan, 31-szeresére bővült, a növekedés a hetvenes években – a petrolkémiai fejlesztések bázisán – a legmagasabb volt a KGST-országokon belül. 1960 és 1986 között a hazai műtrágyatermelés volumene több mint tízszeresére, a műanyagalapanyag-termelés volumene több mint negyvenszeresére bővült.

„Mindig a nemzeti elkötelezettség és hazám szolgálata volt, ami tetteimben vezérelt”, mondta tíz évvel ezelőtt néhai Szekeres

Gábor örökös főszerkesztőnknek adott interjújában. Élete egyik legnagyobb eredményének tartotta a magyar korona és koronázási ékszerek hazatérésének előkészítését, amire az 1976. évi, Gerald Ford elnökkel folytatott tárgyalásai után, 1978 januárjában, Jimmy Carter elnöksége alatt került sor.

Az ipar és különösen a vegyipar iránti szenvedélyes érdeklődését nyugdíjba vonulása után is megőrizte. Korábbi munkatársaival rendszeres kapcsolatot tartott és közösen tekintették át a vegyipar helyzetét. A vezetése alatt megépült létesítményeket „saját gyerekeinek" tekintette. Örömet szerzett számára, ha korábbi alkotásai helyszínén személyesen is tájékozódhatott. Gyakran tett kritikai észrevételeket a magyar nemzeti érdekekkel ellentétesnek tartott változtatásokat érvényesíteni akarókkal szemben, adott esetben vállalati igazgatósági ülésen is.

Eredményeit hazai szakmai és civil szervezetek ismerték el. A MAVESZ a vegyipar fejlesztéséért és a vegyésztársadalom sokoldalú támogatásáért végzett kiemelkedő munkája elismeréseként 2003-ban a „XXI. Század Magyar Vegyiparáért" aranyérmet adományozta részére. Szülővárosa, Celldömölk 2004-ben díszpolgárává avatta. 2005-ben a gazdasági és közlekedési miniszter Magyar Gazdaságért Díjjal tüntette ki. 2015 októberében Paks Város Önkormányzata Pro Urbe díjjal ismerte el a jelenlegi városképet is meghatározó végleges városrész megépítése és a település várossá válása érdekében tett határozott kiállásáért.

Dr. Szekér Gyula útját megjárta, a harcait megharcolta, a reá bízott talentumokkal jól gazdálkodott. A nevével összeköthető létesítmények sokasága a magyar gazdaság történetéből kitörölhetetlen nyomot, emléket állít számára.

Nyugodjon békében.

Rácz László

TUDOMÁNYOS ÉLET

XII. Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Konferencia (KAT2015)

Balatonszárszó, 2015. október 7–9.

Az immár tizenkettedik Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Konferenciára Balatonszárszón került sor. A rendezvényt Egyesületünk szakosztályi szinten működő Környezet-analitikai és Technológiai Társasága (MKE–KATT) szervezte együttműködve az Egyesület Környezetvédelmi Szakosztályával és Élelmiszer-tudományi Szakosztályával.

A rendezvény szervezéséhez és lebonyolításához anyagi támogatást nyújtott az Egis Gyógyszergyár Zrt.

Ebben az évben Princz Péter, az Élő Bolygó Kft. ügyvezetője, egyben az MKE–KATT elnöke a cég nevében szép és méltánylásra érdemes felajánlást tett a konferenciák sorozatában már második alkalommal megszervezett ifjúsági szekció támogatására: a cég az ifjúsági szekció legszínvonalasabb szakmai előadásáért az előadó részére 30 000 Ft, továbbá a magyar nyelvet legszebben, legérthetőbben beszélő ifjú előadó részére szintén 30 000 Ft jutalmat tűzött ki.

A hagyományosan kétévenként megrendezett konferencia tudományos céljait, a szervezői szándékokat „A jelen és a jövő analitikai eljárásai és technológiái az egészséges emberi környezetért" alcím tükrözte. A KAT2015 konferencia meghirdetett szakmai profilja – a korábbi, már klasszikusnak számító területek mellett – magában foglalta az energiaforrás-hasznosítás és az energiatermelés környezeti hatásainak vizsgálatát is, kiemelten foglalkozott továbbá a fenntarthatóság kérdéseivel.

A konferencia nyitó előadásaként Mógor Judit, a BM Katasztrófavédelmi Főigazgatóság főosztályvezetője „A vízügyi és vízvédelmi hatósági tevékenység aktuális kérdései" címmel tartott e minden résztvevő számára izgalmas témáról plenáris előadást.

A szakmai program ezután a korábbiakhoz hasonlóan plenáris, valamint szekció-előadások keretében zajlott. A további plenáris előadások – elhangzásuk sorrendjében – a következők voltak:

Ágoston Csaba, Pusztai Krisztina, Török Ildikó (KVI–PLUSZ Környezetvédelmi Vizsgáló Iroda Kft.): *Egyedi szennyvízkezelő kisberendezések alkalmazhatóságának és hatásfokának vizsgálata a gyakorlatban, a Balaton térségében;*

Mészáros László, Maczák Béla, Szerleticsné Túri Mária (Nemzeti Élelmiszerlánc-biztonsági Hivatal, Élelmiszerbiztonsági Kockázatértékelési Igazgatóság, Kockázatbecslési Osztály): *Élelmiszerekben előforduló kémiai szennyezőanyagok az EU élelmiszer- és takarmánybiztonsági riasztási rendszerében;*

Adatok az előadások bemutatására			
Plenáris előadások száma összesen			**7**
Szekció-előadások			
A szekció száma és neve	A szekció-előadások száma		
	Szóbeli	Poszter	Összesen
1. Az élelmiszer-minőség és a környezetvédelem kapcsolata	6	1	7
2. A környezeti elemek összetételének és szennyezettségének meghatározása	4	3	7
3. Innovatív környezettechnológiai eljárások	5	–	5
4. Állapotfelmérési és kármentesítési esettanulmányok	1	–	1
5. Az energiaforrás-hasznosítás és az energiatermelés környezeti hatásai	2	–	2
6. Analitikai módszerek a szennyezettség, illetve az összetétel meghatározására	9	2	11
7. Innovatív technológiák a szennyvíztisztításban	1	–	1
1–7. összesen	**28**	**6**	**34**
8. Ifjúsági szekció – középiskolások bemutatkozása eredményeik ismertetésével 10–10 percben	5	–	5
Szekció-előadások összesen	**33**	**6**	**39**

Tóth György István (Országos Vízügyi Főigazgatóság): *A Víz Keretirányelv felszíni vízminőségi monitoring történetisége és változási irányai;*

Próder István (Országos Műszaki Múzeum Vegyészeti Múzeumát támogató Alapítvány): *A környezetvédelem történeti előzményei Magyarországon, környezetvédelmi nevelés a Vegyészeti Múzeumban;*

Horváth István Tamás (City University of Hong Kong): *A biomassza fenntartható átalakítása: főzés, művészet vagy tudomány?;*

Hajós Péter, Horváth Krisztián (Pannon Egyetem, Analitikai Kémia Intézeti Tanszék): *Az ionkromatográfia környezeti kémiai jelentősége.*

A szekció-előadásokat nyolc szekcióba sorolta a Szakmai Előkészítő Bizottság; hét tematikus témakört alakított ki, a nyolcadik szekció pedig az előző – KAT2013 – konferencián bevezetett újdonság volt, az ifjúsági szekció, melynek keretében 10–10 percet kaptak középiskolás diákok, hogy a konferencia valamelyik tematikus szekciójába sorolható eredményeikről beszámolhassanak. Az előadásokra vonatkozó adatokat táblázatban foglaltuk össze.

A fentieket összefoglalva tehát a szakmai program összesen 7 plenáris előadást, 28 szóbeli szekció-előadást, 6 poszter- és 5 ifjúsági szóbeli előadást tartalmazott.

A fentiekben említett, az Élő Bolygó Kft. által kitűzött díj odaítéléséről a helyszínen megalakított szakmai bizottság (tagjai voltak: Simonné Sarkadi Livia, az Egyesület elnöke, Baranyiné C. Veres Anna, a Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakközépiskola igazgatóhelyettese és Murányi Zoltán, az Eszterházy Károly Főiskola Élelmiszer-tudományi Intézetének tanára) egyéni értékelést követő egyeztetés során egyhangúlag döntött. A díjazottak: a legszínvonalasabb munkáért megosztva kapott díjat Szvitek Cintia, Tóth Judit, Valentin Zsófia (Petrik Lajos Szakközépiskola, Budapest) a „Házi és bolti túró összehasonlítása a műszeres analitikában” című előadásért; a magyar nyelvet legszebben beszélő ifjú előadó díját Kozma Fanni (Borsodchem Zrt., Irinyi János Református Szakközépiskola és Diákotthon) kapta, aki „Fémionok eltávolítása ioncserélő gyantával” címmel tartott előadást.

A XII. KAT konferencia a – hagyományoknak megfelelően – műszerkiállítással egybekötve, 11 kiállító részvételével került lebonyolításra.

A szervezők örömmel állapították meg, hogy a több mint 90 résztvevő által képviselve volt a felső- és középfokú oktatás, az akadémiai és a vállalkozói szféra, továbbá az államigazgatás, ugyanakkor szembesülniük kellett azzal a ténnyel, hogy sok érdeklődőnek financiális feltételek és/vagy átszervezések miatt nem volt módja a konferencián részt venni.

A Szakmai Előkészítő Bizottság külön kiemeli a konferencia titkárságának a KAT konferenciák során hagyományosan színvonalas munkáját, ami jó esélyt ad a soron következő – 2017-ben rendezendő – KAT konferencia sikerére is.

Kiemelésre érdemes volt ebben az évben is a mind a diákok, mind a hallgatóság számára érdekes és értékes ifjúsági szekció, melyre a jövőben is számítanak a szervezők.

Felhívjuk az olvasók szíves figyelmét, hogy a konferencia szakmai programjára és a kiállítókra vonatkozó információk megtalálhatók a konferencia http://www.kat2015.mke.org.hu/ címen elérhető honlapján.

Buzás Ilona

HIRDETÉS

HÍREK AZ IPARBÓL

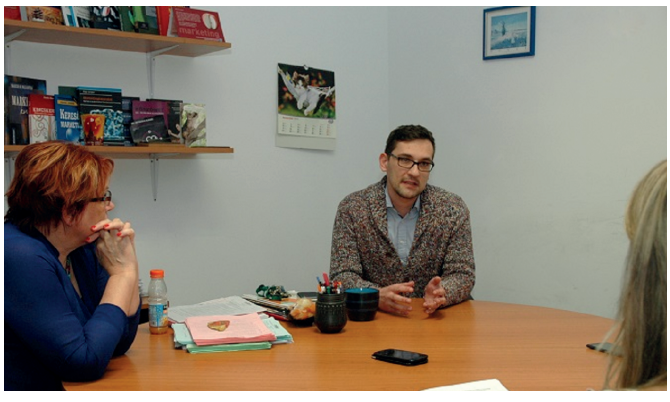
Vegyipari mozaik

A globalizáció új, tudományos és piaci elveket egyesítő szervezete. A tudomány és az ipar közötti híd szerepét betöltő innovációs klaszterek hálózatát és az együttműködésben rejlő lehetőségeket vizsgálják a BME Gazdaság- és Társadalomtudományi Kar (GTK) kutatói.

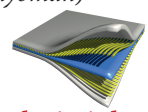
Az akkreditált innovációs klaszter olyan intézmények (vállalatok, nonprofit szervezetek, felsőoktatási intézmények, műhelyek stb.) hálózata, amelyek egymáshoz közeli vagy azonos ágazatban (előállítók, szállítók, kutatók, szolgáltatók) tevékenykednek, illetve azonos ágazatokat fognak össze. A címet azok a hálózati együttműködések nyerhetik el, amelyeknek magas az innovációs és exportteljesítményük, illetve az együttműködésben rejlő hatékonyságuk révén jelentős fejlesztési projekteket képesek megvalósítani, és régiós viszonylatban is kiemelkedő teljesítményekre képesek. Az elismerést 2 évre nyerheti el egy klaszter, 2 év elteltével megújíthatja vagy innovatív teljesítmény hiányában el is veszítheti. Magyarországon jelenleg 26 innovációs klaszter működik. Az intézmények közötti együttműködés e formája európai uniós szinten is kiemelt támogatást élvez: az EU elismert és honorált fejlesztéspolitikai eszközként tartja számon a klasztereket, az akkreditált innovációs klaszter nemzetközi szinten is elismert „brand".

„A magyar akkreditált innovációs klaszterek az úttörő és a versenyképességet előirányzó fejlesztések éllovasai. A részt vevő vállalkozások, a noprofit szervezetek és a felsőoktatási intézmények, különösképpen a Műegyetem, az új találmányok megalkotása és a piacon is hasznosítható értékteremtés mellett kötelezték el magukat" – foglalta össze a friss kutatás lényegét Kovács István, a BME GTK Üzleti Tudományok Intézet egyetemi tanársegédje és témavezetője, Petruska Ildikó. A GTK szakemberei a klasztereken belüli kapcsolatok és együttműködések feltérképezésével, ezek innovációra gyakorolt hatásának elemzésével foglalkoznak a kutatásukban (tanulmányuk címe: „Innovációs klaszterek vizsgálata a kapcsolatok tükrében – Egy kvalitatív kutatás tapasztalatai").

Kovács István és témavezetője 21 hazai akkreditált innovációs klaszter 50 tagszervezeténél végzett kvalitatív feltáró módszertani kutatást. A különböző együttműködésekben megfigyelhető szövevényes kapcsolatokat vizsgálták. A műegyetemi kutatók úgy vélik, hogy „egy klaszter tagjaiként a vállalatok és az egyetemek szimbiózisban élnek: a tudományos életben született ötletek az ipar segítségével valósulhatnak meg és válhatnak piaci értékké, az együttműködésben a felek kölcsönösen tanulhatnak egymástól, mind a piaci ismereteket, mind a tudásbázist tekintve. Új menedzsmenteszközöket ismerhetnek meg és széles körű kapcsolati hálót építhetnek ki, amelyet az innovációkhoz, fejlesztésekhez tudnak felhasználni" – hangsúlyozta Petruska Ildikó.



„Nyugat-Európában az »alulról« szerveződő klaszteresedés a jellemző, azaz előbb a piaci igény jelenik meg, majd a vállalatok és az intézmények közös lobbival és együttes erőforrásokkal reagálnak. Ezzel szemben Magyarországon »felülről« jövő kezdeményezés keltette életre ezeket az együttműködéseket: a klaszteresedés kezdetben szinte csak a pályázati forrásokhoz történő hozzáférés feltétele volt. Ma már mindkét kezdeményezési forma előfordul nálunk, ám az összefogások fő motiválója még mindig a pénzhez jutás" – ismertették megfigyeléseiket a BME kutatói. A kutatók úgy vélik, a klasztereken belüli kapcsolatokat alapvetően befolyásolják a létrehozásuknál jellemző eltérő kihívások. Sok függ attól, hogy a klaszter létrejötte mennyiben épül már meglévő együttműködésekre és bizalmi kapcsolatokra; a tagok között vannak-e versenytársak, nagyvállalatok vagy külföldi tulajdonú cégek; a szerveződés horizontális vagy vertikális jellegű-e; a tagok a piacon szövetkeznek vagy az együttműködés inkább tudásorientált, intenzív egyetemi és kutatói jelenléttel párosulva. A kutatók külön kiemelték a start-up csoportokat mint az innovatív szervezetek nemrég megjelent együttműködési formáját. (*TZS – TJ BME nyomán)*

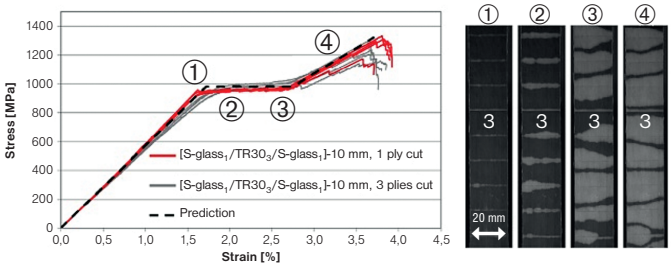


„A kísérleti munka izgalmát érdemes személyesen átélni." Kutatásaival alapjaiban megváltoztathatja a szálerősítésű polimer kompozitok ipari hasznosítását és elterjedését a BME GPK Bolyai-ösztöndíjjal kitüntetett adjunktusa.

„Mindig is szerettem a nagy kihívásokat és az izgalmas mérnöki feladatokat. Az elmúlt években szerencsés helyzetben voltam, hiszen olyan tudományos problémákat oldhattam meg, amelyek azelőtt fel sem vetődtek" – vallotta legújabb kísérleteiről Czél Gergely, a Gépészmérnöki Kar Polimertechnika Tanszék és az MTA–BME Kompozittechnikai Kutatócsoport munkatársa, akinek úttörő tudományos eredményeit az Akadémia Bolyai János Kutatási Ösztöndíjjal ismerte el.

„A nagy szilárdságú és merevségű, jó mechanikai tulajdonságokkal rendelkező és kis sűrűségű kompozitokat előszeretettel alkalmazzák például a repüléstechnikában és a motorsportokban, ám kivételesen kedvező tulajdonságaik ellenére nem terjedtek el széles körben. A kompozit anyagok ugyan számos előnyös tulajdonsággal rendelkeznek, de »ridegek«, azaz tönkremenetelük hirtelen, nem fokozatosan megy végbe. Ez a legfőbb oka, hogy az építő- és a járműiparban mellőzik őket" – hívta fel a figyelmet szakterülete egyik legégetőbb problémájára Czél Gergely, aki a fémek rendkívül kedvező, biztonságos, úgynevezett „szívós" tönkremeneteléhez hasonló jellemzők elérését tűzte ki célul nagy teljesítményű szálerősített polimer kompozitok alkalmazásával. „A károsodást jól tűrő kompozitok kifejlesztése és bevezetése áttörést hozhat, és alapjaiban változtathatja meg az anyagcsaládról kialakult képet a mérnökökben" – fűzte hozzá azzal, hogy szívós kompozitok al-

kalmazásával például biztonságosabbá tehetők a szénszálas kerékpárvázak, és nagy szilárdságú, földrengésbiztos épületek tervezhetők. Okkal feltételezhető, hogy az acéllemez alternatívájaként az autóipar is számításba venné a biztonságos tönkremenetelű, kis sűrűségű kompozitokat, amelyekkel csökkenthető lenne az üzemanyag-fogyasztás. A nehezen előre jelezhető tönkremenetel miatt ugyanis óvatos és biztonságra törekvő tervezési elvek vannak érvényben, ám ezeknek köszönhetően legtöbbször túlméretezik az alkatrészeket, jelentősen megnövelve az adott szerkezet tömegét és csökkentve a teljesítményét.



Gergely kutatásainak további célja, hogy a kompozit anyagokban az idő előrehaladásával, de még a tönkremenetel előtt kimutassa a halmozódó károsodást. „Ezzel a törekvéssel növelhető a biztonság, hiszen intő jelek figyelmeztetik a felhasználót az élettartam végének közeledtére még a törés előtt” – tette hozzá. *(BME nyomán)*

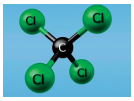
Kutatók és cégek, figyelem: itt a nagy lehetőség! Két, a központi régió cégei és szervezeti számára lehetőséget adó K+F+I uniós pályázat jelent meg a hivatalos kormányzati oldalon, amelyek együttes keretösszege 7 milliárd forint. Mivel a VEKOP menetrendjében számos további pályázat megjelenését szintén januárra jelölték meg, pályázati dömping várható.

A „Vállalatok K+F+I tevékenységének támogatása” felhívás meghirdetésekor a támogatásra rendelkezésre álló tervezett keretösszeg 5 milliárd Ft. A vállalati K+F+I tevékenység intenzitásának ösztönzése érdekében a felhívás célja a hazai vállalkozások kutatás-fejlesztési és innovációs tevékenységének növelése olyan hazai kutatás-fejlesztési és innovációs tevékenységek támogatásával, amelyek jelentős szellemi hozzáadott értéket tartalmazó, új, piacképes termékek, szolgáltatások, technológiák, továbbá ezek prototípusainak kifejlesztését eredményezik. Ennek érdekében a vállalati ipari kutatás, kísérleti fejlesztés, illetve innovációs tevékenységek kerülnek támogatásra állami társfinanszírozással. A fejlesztés megvalósulásának helyszíne kizárólag a közép-magyarországi régió területe. A felhívás keretéből azon projektek kaphatnak támogatást, amelyek közvetett vagy közvetlen módon illeszkednek a Nemzeti Intelligens Szakosodási Stratégia (Nemzeti S3) céljaihoz és szakosodási irányaihoz.

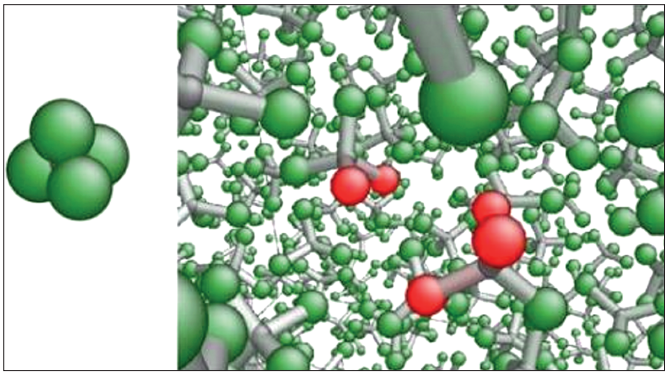
A felhívás feltételeinek megfelelő projektek minimum 50 millió Ft (konzorcium esetén minimum 100 millió Ft) – maximum 500 millió Ft közötti vissza nem térítendő támogatásban részesülnek a rendelkezésre álló forrás erejéig. Az előleggel kapcsolatos feltételeknek megfelelő támogatott projekteknek a támogatási összeg legfeljebb 75%-ának megfelelő előleget nyújtanak.

A kutatóintézetek erre figyeljenek: A központi régió szervezeteinek szóló K+F+I pályázat is megjelent „Kutatási infrastruktúra megerősítése – nemzetköziesedés, hálózatosodás” címmel. Ennek meghirdetésekor a támogatásra rendelkezésre álló tervezett keretösszeg 2 milliárd Ft. A Felhívás indításának indokoltsága a hazai kutatási infrastruktúra nemzetközi versenyképességének erősítése, a nemzetközileg versenyképes tudáscentrumok létrejöttének támogatása, segítve ezzel a sikeres nemzetközi kutatási együttműködések kialakítását, elmélyítését a közép-magyarországi régió területén. A konstrukció keretében kizárólag olyan kutatási eszköz, illetve infrastruktúra-beszerzés, építés vagy korszerűsítés támogatható, amely nemzetközi kutatási infrastruktúrákban való magyar részvételt, illetve azokhoz való csatlakozást tesz lehetővé, valamint hozzájárul a Horizont 2020 program keretében támogatott programokhoz, elősegítve a nemzetközi és a hazai hálózatosodást és kutatási együttműködéseket, a hazai tudásközpontok nemzetközi versenyképességének megszerzése, megőrzése érdekében. A konstrukció kiemelten támogatja a 1640/2014. (XI. 14.) Korm. határozatban említett Kutatási Infrastruktúra c. dokumentumban megjelenő területeket.

A felhívás feltételeinek megfelelő projektek minimum 50 millió Ft – maximum 500 millió Ft közötti vissza nem térítendő támogatásban részesülnek a rendelkezésre álló forrás erejéig. Az előleggel kapcsolatos feltételeknek megfelelő támogatott projekteknek a támogatási összeg legfeljebb 75%-ának megfelelő előleget nyújtanak. *(portfolio)*



Folyadékszerkezetek: az egyszerű kutatása vezet el a bonyolult megértéséhez. A szén-tetrakloridot tökéletes tetraéder alakú molekulák alkotják, és valószínűleg ez az oka annak, hogy szerkezete az érdeklődés középpontjába került. Az elmúlt évtizedekben már számtalanszor tűnt úgy, hogy a tudósok megértették e folyadék intermolekuláris szerkezetét, a magabiztos állítások után azonban kiderült, hogy a nyitott kérdéseket mégsem sikerült megválaszolni.



A szén-tetraklorid molekula realisztikus modellje (balra). Mellette a folyadék tömbfázisának egy részlete (a jobb láthatóság kedvéért az atomátmérőket csökkentették). Piros színnel emelték ki azokat a klóratomokat, amelyek az egyik jellemző elhelyezkedést, a 2:3 típusút, valósítják meg

Csupán az elmúlt évtized erőfeszítései nyomán vált a folyékony CCl_4 szerkezetéről elérhetővé olyan jellemzés, amely az összes elérhető kísérleti evidenciával egyetértésben ad számot a molekulák egymáshoz viszonyított helyzetéről, az ún. orientációs korrelációkról. A Chemical Reviewsban megjelent cikkében az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont Folyadékszerkezet Kutatócsoportjának vezetője, Pusztai László, valamint Pothoczki Szilvia és Temleitner László összegezte a „tetraéderes folyadékok” szerkezetéről a közelmúltban kialakult képet. Ezen túl pedig feltár-

ták az individuális szerkezetek és azon tendenciák közötti kapcsolatokat, amelyek a (tetraéder alakú) molekulákat alkotó atomok szisztematikus változtatását kísérik. Publikációjukban nyolc évtizedet átívelő történeti áttekintésük mellett számba veszik azokat a módszereket/megközelítéseket, amelyek végül elvezettek a konszenzushoz. *(MTA)*

A köles élelmiszer-biztonsági kockázatai. Az MTA Élelmiszer-biztonsági Albizottságának ülésén Mézes Miklós, a Szent István Egyetem tanszékvezető egyetemi tanára tartott előadást. Elmondta, hogy 2015-ben kampány indult, amely a kölest, a hajdinát (pohánkát) a legegészségesebb élelmiszerek közé sorolja.

A köles és a hajdina közé azonban gyakran keverednek a csattanó maszlag nevű gyomnövény mérgező anyagokat is tartalmazó magjai. A csattanó maszlag magjában található tropán-alkaloidok felnőttek számára kis mennyiségben nem jelentenek veszélyt, de a csattanó maszlaggal szennyezett köles- és hajdina-alapú élelmiszerek a kisgyerekeknél akár súlyos problémákat is okozhatnak. A gyomnövény megjelenhet gabona- és szójavetések között is, de a magjai a méretkülönbségnek köszönhetően kirostálhatók. Ugyanakkor az eljárás nem alkalmazható a köles és a hajdina esetében, amelyeknek magjai nagyon hasonlítanak a csattanó maszlagéihoz. A növény tövei ugyan kigyomlálhatók, de a hagyományos kézi munka drága, és tetézi a gondot, hogy a köles és a csattanó maszlag közel egy időben érik.

A csattanómaszlag-szennyezettség olyan esetekben okozhat bajt, amikor nem alkalmazzák a növényvédő szereket. *(MTA)*

A Magyar Tudományos Akadémia Várban lévő ingatlanaival kapcsolatos információk. Az Úri utca 49–51. és az Országház utca 28–32. szám alatt található ingatlanban elhelyezett MTA-kutatóközpontok az MTA új Bölcsészet- és Társadalomtudományi Kutatóházába költöznek 2017-ben. Az új kutatóház felépítéséhez a kormány 8 milliárd forintos támogatást adott. A kormányzatnak a Várral kapcsolatos elképzelései között szerepel, hogy az MTA várbeli ingatlanjaiba kormányzati szervek költöznek. A kormányzat és az Akadémia jelenleg egyeztet arról, hogy az MTA a kormányzat rendelkezésére bocsátja a fenti ingatlanokat, a kormányzat pedig további infrastrukturális MTA-fejlesztéseket finanszíroz. A Zenetudományi Intézet elköltözése a következő két–három évben nincs napirenden. *(MTA)*

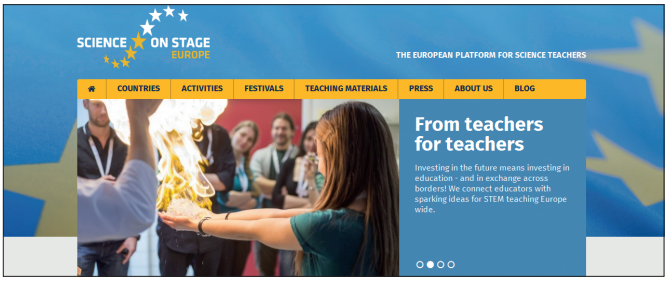
Gravitációs hullámok. 2015. szeptember 14-én először észlelték a téridő gravitációs hullámoknak nevezett fodrozódásait. A megfigyelés igazolja az általános relativitáselmélet egyik legfőbb előrejelzését. (A felfedezést február elején jelentették be.)

A most kimutatott gravitációs hullámok két fekete lyuk összeolvadásából keletkeztek. Fekete lyukpárokat és mérhető idő alatt bekövetkező összeolvadást eddig még nem detektáltak közvetlenül. A folyamatban 3 naptömegnyi anyag alakult át energiává, a másodperc törtrésze alatt. Ekkora energiájú eseményt sem észleltek még a csillagászat történetében.

A gravitációs hullámok révén az elektromágneses hullámoktól független eszközzel vizsgálható az univerzum: a gravitációs hullámok új ablakot nyitnak a világegyetemre. A felfedezésnek akkora a jelentősége, mint a bolygók, csillagok első távcsöves észlelésének.

A kutatás első eredményeiről megjelent cikkben a körülbelül ezer szerző közül kilenc magyar.

Banai Endre összeállítása



Siker a Science on Stage fesztiválon

Róka András, az ELTE oktatója, a londoni Science on Stage fesztiválon részt vett magyar csapat egyik tagja, vendégelőadói meghívást kapott Ankarába a török Science on Stage fesztiválra, hogy ott is mutassa be londoni, nagy sikerű előadását. „Törökország sok tanára látná nagyon szívesen a színpadon az Ön kémiai előadását és standját a Török Nemzeti Fesztiválon” – szól a meghívólevél. Ez a meghívás egyrészt rámutat arra, hogy a Science on Stage fesztiválok előmozdítják az egyes országok tanárainak együttműködését és a jó gyakorlatok elterjedését, másrészt pedig arra, hogy a mi tanáraink továbbra is kiválóan megállják a helyüket nemzetközi porondon. *(Science on Stage honlap)*

MKE-HÍREK

Konferenciák, rendezvények

MKE vezetői értekezlet

Időpont: 2016. április 8. 10 óra
Helyszín: Magyar Kémikusok Egyesülete
1015 Budapest, Hattyú u. 16. II. emelet 8.

Szeretettel várjuk a szakosztályok, társaságok, szakcsoportok, területi szervezetek és munkahelyi csoportok elnökeit, titkárait.

Megjelenésükre feltétlenül számítunk!

Sarkadi Livia
elnök

European Symposium on Atomic Spectroscopy

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

XVI. Országos Diákvegyész Napok

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

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

33th European Congress on Molecular Spectrochemistry
2016. július 30. – 2016. augusztus 4.
Szegedi Tudományegyetem (Szeged, Dóm tér 7–8.)
Honlap és online regisztráció: http://eucmos2016.mke.org.hu/
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK:
Körispataky Panna, eucmos2016@mke.org.hu

13th European Biological Inorganic Chemistry Conference
2016. augusztus 28. – 2016. szeptember 1.
Eötvös Loránd Tudományegyetem
(Budapest, Pázmány Péter stny. 1/A)
Honlap és online regisztráció: http://www.eurobic13.mke.org.hu/
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Schenker Beatrix, eurobic13@mke.org.hu

13th Pannonian International Symposium on Catalysis
2016. szeptember 19–23.
Hotel Magistern (Siófok, Beszédes József stny. 72.)
Honlap és online jelentkezés:
http://www.pannon2016.mke.org.hu/
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK:
Körispataky Panna, pannon2016@mke.org.hu

4th Rubber Symposium of the Countries on the Danube
2016. október 24–26.
Hunguest Hotel Forrás
(Szeged, Szent-Györgyi Albert u. 16–24.)
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.
Honlap és online regisztráció:
http://www.rubber2016.mke.org.hu/
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK:
Schenker Beatrix, rubber2016@mke.org.hu

MKE egyéni tagdíj (2016)

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

- alaptagdíj: 8000 Ft/fő/év
- nyugdíjas (50%): 4000 Ft/fő/év
- közoktatásban dolgozó kémiatanár (50%) 4000 Ft/fő/év
- ifjúsági tag (25%): 2000 Ft/fő/év
- gyesen lévő (25%) 2000 Ft/fő/év

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

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

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

Előfizetés a Magyar Kémiai Folyóirat 2016. évi számaira

A Magyar Kémiai Folyóirat 2016. évi díja fizető egyesületi tagjaink számára 1400 Ft. Kérjük, hogy az előfizetési díjat a tagdíjjal együtt szíveskedjenek befizetni. Lehetőség van átutalással rendezni az előfizetést a Titkárság által küldött számla ellenében. Kérjük, jelezzék az erre vonatkozó igényüket!

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

Magyar Kémikusok Egyesülete

Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy
személyi jövedelemadójuk 1 százalékának felajánlásából idén 710 351 forintot
utal át az APEH Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásaikat, köszönjük, hogy egyetértenek a kémia oktatásáért és népszerűsítéséért kifejtett munkánkkal. A felajánlott összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, a 9. Kémikus Diákszimpózium, valamint a 2015-ben hetedszer megrendezett Kémiatábor egyes költségeinek fedezésére használtuk fel, valamint arra a célra, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő, határon túli honfitársunkhoz.

Ezúton is kérjük, hogy a 2015. évi SZJA bevallásakor – értékelve törekvéseinket – éljenek a lehetőséggel, és személyi jövedelemadójuk 1%-át ajánlják fel az erre vonatkozó Rendelkező nyilatkozat kitöltésével

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

Az MKE adószáma: **19815819-2-41**.

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

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

Rendezvénynaptár

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

Jelölések egyesületi díjakra

Hagyományosan az MKE éves rendes Küldöttközgyűlésén, 2016 májusában kerül sor az egyesületi elismerések kiosztására. Az MKE Alapszabálya IV. 7.§ (2) bekezdése szerint: „Egyesületi elismerésre vonatkozó javaslatot tehet a szakosztály (ezen belül szakcsoport), a területi szervezet, vagy a munkahelyi csoport vezetője a szervezet vezetőségének javaslata alapján, valamint az Egyesületnek (Az Alapszabály) 20.§ (1) bekezdésében felsorolt bármely vezető tisztségviselője.” Utóbbiak az elnök, az alelnökök, a főtitkár, a főtitkárhelyettesek, az Intézőbizottság tagjai, a Felügyelő Bizottság elnöke és tagjai, az Etikai Bizottság elnöke és tagjai, valamint az ügyvezető igazgató.

Jelölés az MKE Díjszabályzat 2. melléklete szerinti JAVASLATI LAP kitöltésével tehető, amely letölthető az MKE-honlap (www.mke.org.hu) **„Díjak, díjazottak → Díjszabályzat → MKE Díjszabályzat 2. melléklet**” menüből.

Javaslatok a következő elismerésekre tehetők:

Than Károly Emlékéremre olyan MKE-tagra vonatkozóan, aki az egyesületi élet fejlesztésében több éven át kiemelkedő tevékenységet fejtett ki.

Pfeifer Ignác Emlékéremre olyan MKE-tagra vonatkozóan, aki a vegyiparban (beleértve a gyógyszeripart) hosszú ideig (minimum 20 év) példamutató és eredményekben gazdag munkájával valamely iparág, vállalat vagy vezetése alatt álló részleg fejlődését számottevően elősegítette.

Preisich Miklós-díjra olyan MKE-tagra vonatkozóan, aki az egyesületi életben és a vegyiparban (beleértve a gyógyszeripart) hosszú évekig kiemelkedő tevékenységet folytatott.

Kiváló Egyesületi Munkáért oklevélre olyan MKE-tagra vonatkozóan, aki kiemelkedő társadalmi munkát végez az Egyesületben és minimum 5 éve (megszakításmentesen) tag.

Wartha Vince Emlékéremre olyan MKE-tagra vonatkozóan, aki ***írásos pályázattal*** bizonyítja, hogy a vegyészmérnöki alkotás terén kiemelkedő tevékenységet fejtett ki. A pályázatot több MKE-tagból álló csoport is benyújthatja. A pályázati feltételek a www.mke.org.hu honlapon olvashatók.

A jelölések beküldési határideje: 2016. március 31.

A kitöltött JAVASLATI LAP, illetve a Wartha Vince Emlékéremre történő jelölés pályázata beküldhető: elektronikusan, e-mail: **androsits@mke.org.hu;** faxon: **06 1 201 8056;** levélben: **Magyar Kémikusok Egyesülete** (1015 Budapest Hattyú u. 16.), ahol személyesen is leadható(k) a jelölés/jelölések.

Az MKE-tagsággal kapcsolatban felvilágosítással tud szolgálni Süli Erika (MKE Titkárság),
telefon: **06 1 201 6883**, e-mail: **mkl@mke.org.hu**.

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXI. No. 3. March 2016

CONTENTS

Arsenic – reloaded **74**
LAJOS KOVÁCS
Bruckner Room Lectures
Synthesis of carbohydrate derivatives from carotenoids **81**
VERONIKA NAGY
Resolving and using compounds with P-asymmetric center as ligands **83**
PÉTER BAGI
Danger and risk. An interview with ***Katalin Gruiz*** **84**
VERA SILBERER
Monosaccharide-based crown ethers as enantioselective catalysts **87**
PÉTER BAKÓ, ZSOLT RAPI and GYÖRGY KEGLEVICH
Instrumental methods in pharmaceutical investigation – *just published by the Hungarian Chemical Society (Pál Sohár, Ed.)* **89**
FERENC FÜLÖP
Cherenkov radiation. The vicissitudinous emergence and promising future of an eponymy in nuclear chemistry **90**
TIBOR BRAUN
Experimental drugs. Remarks on a critical trial that went wrong **96**
DEZSŐ CSUPOR
Science on stamps. Radiocarbon dating **97**
LÁSZLÓ BOROS
Chembits **98**
GÁBOR LENTE
Obituaries
Csaba Szántay (1928–2016) **100**
GYÖRGY KEGLEVICH, PÉTER HUSZTHY and LÁSZLÓ TŐKE
Gyula Szekér (1925–2015) **101**
LÁSZLÓ RÁCZ
The Society's Life **102**
News of the Month **104**

Highly attractive 2016 Rates*

for members of ChemPubSoc Europe societies

*(without local VAT)

ChemPubSoc Europe

IF 2014: 5.731

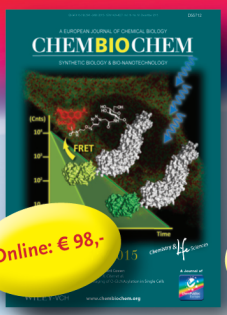
IF 2014: 3.065

IF 2014: 2.942

IF 2014: 3.026

IF 2014: 3.250

NEW! Starting 2016



IF 2014: 3.088

IF 2014: 2.968

IF 2014: 7.657

IF 2014: 4.556

IF 2014: 3.419

NEW to the family

Online magazine

Online ordering:

Simply visit the journal's homepage at

www.onlinelibrary.wiley.com

Choose GET ACCESS Subscribe / Renew on the left-hand menu and complete your order.

KNCV

kvcv

GDCh Gesellschaft Deutscher Chemiker

Société Chimique de France

SCS Swiss Chemical Society

GÖCH Gesellschaft Österreichischer Chemiker

Sociedade Portuguesa de Química

RSEQ Real Sociedad Española de Química
El Sitio de la Química en España

Association of Greek Chemists

www.chempubsoc.eu

216301_pu

UNICAM
Magyarország Kft.

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

„Az Ön GLP partnere”

Thermo Scientific:

Thermo SCIENTIFIC
Authorized Distributor

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

Olympus:

OLYMPUS
Your Vision, Our Future

- Mikroszkópok

SOTAX:

sotax
Solutions for Pharmaceutical Testing

- Tablettavizsgáló berendezések

OI Analytical:

- Purge & Trap

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

iX Cameras:

- Nagysebességű kamerák