

A TARTALOMBÓL:

- Fülöp Ferenc: Munkatársaim tehetsége boldoggá tesz
- Kőolaj-finomítói alapanyagok előállítása műanyag hulladékok krakkolásával
- Híresek és Kémikusok



# MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXVIII. ÉVFOLYAM • 2013. OKTÓBER • ÁRA: 850 FT

Kutatók Éjszakája  
2013

A lap megjelenését  
a Nemzeti Kulturális Alap  
támogatja



# Egyszerű működtetés

Alacsonyabb kimutatási határok kevesebb mintaelőkészítéssel. A **Thermo Scientific TSQ 8000** hármas kvadrupol **GC-MS/MS** kiemelkedő, jövőbiztos analitikai teljesítményt biztosít a lehető legnagyobb termelékenység mellett. A kifejezetten robusztus, rutin elemzésekre tervezett TSQ 8000 rendszer a Thermo Scientific évtizedek óta bevált hármas kvadrupol technológiájának legkorszerűbb változatát ötvözi a kicsiszolt szoftverkörnyezettel, amely egyszerűvé teszi az MS/MS technika használatát a módszerfejlesztéstől a jelentés elkészítéséig.

## Brilliáns eredmények

• [www.thermoscientific.com/tsq8000](http://www.thermoscientific.com/tsq8000)

**Thermo**  
SCIENTIFIC



*Kizárólagos képviselet:*

**UNICAM Magyarország Kft.**, 1144 Budapest, Kőszeg utca 27.

Telefon: +36 1 221 5536 • Fax: +36 1 221 5543

E-mail: [unicam@unicam.hu](mailto:unicam@unicam.hu) • Web: [www.unicam.hu](http://www.unicam.hu)

20 éves  
**UNICAM**  
Magyarország Kft.



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

**Szerkesztőség:**

Felelős szerkesztő: KISS TAMÁS  
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA

**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,  
GÁL MIKLÓS, HANCSÓK JENŐ,  
JANÁKY CSABA, JUHÁSZ JENŐNÉ,  
KALÁSZ HUBA, KEGLEVICH GYÖRGY,  
KOVÁCS ATTILA, KÖRTVÉLYESSY ZSOLT,  
KÖRTVÉLYESSY GYULA,  
LIPTAY GYÖRGY, MIZSEY PÉTER,  
MÜLLER TIBOR, NEMES ANDRÁS,  
RÁCZ LÁSZLÓ, SZABÓ ILONA,  
SZEBÉNYI IMRE, TÖMPE PÉTER,  
ZÉKÁNY ANDRÁS

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

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

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete  
Felelős kiadó: ANDROSITS BEÁTA  
Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.  
Nyomás 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)



Bécsből jelentkezem, a Lajtán túlról. Ugyanolyan világ van itt is, mint otthon, csak az emberek nyugodtabbak, türelmesebbek, arcvonásaik kipehentebbek. Az elkövetkező három hónapban itt leszek vendégprofesszor, a Bécsi Egyetemen. Még nem kezdődött el az őszi szemeszter, csak október elején indul, ahogy az európai egyetemeken általában. Mi, Magyarországon már szeptember 2-án, a közoktatással együtt kezdünk. A szokásos szeptember közepénél is két héttel korábban. Ehhez is hozzá kell szoknunk(?). Ismét szénaszünet lesz, december közepén két hétre bezárnak az egyetemek, a vizsgaidőszak december elején elkezdődik, őszi szünet már régen nincs, a hat hét vizsgaidőszaknak meg kell lennie (a HÖK erős, az egyetem gyenge, a felsőoktatás-irányítás – van olyan – a hallgatókat tekinti stratégiai partnernek). Szeptember közepéig a felsőoktatásban, amely kutatással is foglalkozik, nemzetközi konferenciák sora folyik még, sok oktató nehezen tudja összeegyeztetni, összehangolni az egyetemi oktatói és kutatói lényét (a kettő csak együtt létezik eredményesen). Ettől vagyunk felsőoktatási és nem közoktatási alkalmazottak. Bár szerencsére és nagy örömmre, sok kutatás-megfertőzött középiskolai tanárral is találkoztam már, akik jóval többet teljesítettek, mint néhány elszürkült kollégám. A tanév rendjében is egyre inkább elválnak az európai main streamtől. Ez csak erősíti annak a rossz sejtésnek a valóra válását, ami egy korábbi, tehetséges hallgatónk augusztus végi hazalátogatásakor szűrődött le bennem. Ő most egy svájci egyetemen doktorandusz, és nagyon élvezzi a munkáját. Önálló feladata van, építenek a tudására, de azért ha kell, segítséget is kap, megbecsülik, van jövőképe (ebben nem csak a hazajövetel van benne). Az első sorokban általam is leírt hangulati elemeket nagyon fontos különbségnek tartja, ami egyáltalán nem mellékes egy fiatal számára. Milyennek látja a környezetét, a jövőjét? Vonzónak vagy taszítónak? Azok a változások, amelyek az elmúlt évtizedet csak az oktatás területén jellemzik, biztosan a maradásra ösztönzik fiataljainkat? Mintha a kérdés költőinek bizonyulna.

A lap októberi számában pozitív példakkal igyekszünk szolgálni. Engedtesse meg elsőként a Fülöp Ferenc Széchenyi-díjas akadémikussal készült interjúra hivatkozni: találkozásaink mindig mély nyomot hagynak bennem. Ilyenkor ébred fel a remény, hogy amíg ilyen emberek is vannak vezető pozícióban (nem legfelül), addig nincs minden veszve. Akinek ugyan nincs küldetéstudata, de tudja, mikor kell lépéseket tennie; a feladat majd megtalálja, megszólítja és akkor legjobb tudása szerint cselekszik egy tanzék, egy kar élén, ahol éppen kell, a közösség javára.

Szakmai cikkeink a kőolajipar, a gyógyszerkutatás, a vegyszerbiztonság területéről nyújtanak érdekes és hasznos információkat. Olvassák el őket, vagy válogassanak közülük.

Silberer Vera és Lente Gábor szokás szerint érdekes „felfedezésekkel” lep meg bennünket a kémia sokszínű világából.

Érdemes gondosan átlapozni az MKL októberi számát is, mert még a hírek között is találhatóak érdekességeket vagy fontos tudnivalókat.

Bécs, 2013. október

*Kiss Tamás*  
Kiss Tamás  
felelős szerkesztő

## TARTALOM

### VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

- Munkatársaim sokszínűsége és tehetsége boldoggá tesz.  
Beszélgetés **Fülöp Ferenc** Széchenyi-díjas akadémikussal **290**
- Csillag Kinga, Szakonyi Zsolt, Fülöp Ferenc:** Monoterpénvázis  
1,2- és 1,3-difunkciós vegyületek sztereoselektív szintézise és alkalmazásai **293**
- Borsodi Nikolett, Miskolczi Norbert, Bartha László, Auer Róbert:**  
Kőolaj-finomítói alapanyagok előállítása műanyag és egyéb hulladékok  
krakkolásával **297**
- Körtvélyessy Gyula:** Biztonsági adatlapok. Nyolcadik rész.  
Az adatlapok formája: általános követelmények **303**

### KITEKINTÉS

- Lente Gábor:** Híresek és Kémikusok. Primo Levi **305**

### ISMERETTERJESZTÉS

- Boros László:** Filatéliai kalandozások. Biomolekulák elemzése **307**
- Silberer Vera:** Nitrogén tér **308**

### VEGYIPAR- ÉS KÉMIATÖRTÉNET

- Vegyészkalendárium (**Pap József Sándor** rovata) **310**

### VEGYSZLELETEK

- Lente Gábor** rovata **312**

### EGYESÜLETI ÉLET

- A HÓNAP HÍREI** **314**



**Címleap:**  
Kutatók Éjszakája:  
világító atomok  
a plazmagömbben  
(Hornyak Gábor  
felvétele)



# Munkatársaim sokszínűsége és tehetsége boldoggá tesz

Beszélgetés Fülöp Ferenc Széchenyi-díjas akadémikussal

*Fülöp Ferenc, az MTA levelező tagja, a Szegedi Tudományegyetem Gyógyszerésztudományi Kar Gyógyszerkémiai Intézetének tanszékvezető egyetemi tanára a szintetikus szerves kémia, az innovatív gyógyszerkutatás terén, a következő nemzedék magasán kvalifikált szakembereinek utánpótlásában, a gyógyszerészképzésben, tudományos eredményeinek színvonalas publikálásában elért világszerte nagyra becsült eredményeiért, rendkívül aktív tudományos közéleti tevékenysége elismeréseként 2013. március 15-én vehette át a Széchenyi-díjat. A tudós kémikussal a felelős szerkesztő beszélgetett.*

– Nagyon szép méltatás, amit az MTA honlapjáról vettem át, minden szavával egyetértek, egyetlen rád jellemző gondolatot tennék még hozzá, amely úgy általában jellemzi lényedet, a minőség fontosságának hangsúlyozása a munkában. Ezt vallottad és vallodd egyetemi oktatóként, kari vezetőként, akadémikusként, a Kémiai Osztály elismert tagjaként. Ma ezt divat is lett vallani, de neked van is alapod erre hivatkozni, ezt megkövetelni tanítványaidtól, munkatársaidtól és folytathatnám a sort. Mennyiben érzed a minőség kérdését ma kulcsfontosságúnak a felsőoktatásban, a tudományban?

– Először még nem a kérdésre válaszolok. A díj nagyon megtisztelő és kiemelkedően jelentős az életemben. Ugyanakkor el szeretném mondani, hogy a kémiában a kutatási eredmények egy csoport, esetemben egy jól szervezett csoport, intézet eredményeinek elismerése. A díj ily módon az Intézet tagjaié is. Sok köszönet nekik és számos kooperáló partneremnek is, akikkel mindig élvezet volt együtt gondolkodni és dolgozni. Másik megjegyzés: a „tudós kémikus” jelző számomra nagyon furcsa. Nekem a tudós legalább a Nobel-díjas kutatónál kezdődik, és inkább már nem élő emberekre tudom csak értelmezni ezt a jelzőt. Ilyeneket az utókor ragszthat csak egyes emberekre.

– Jó, egyezzünk ki a kutatóprofesszorban.

– Visszatérve a kérdésre: a minőség az élet minden területén kiemelkedően fontos dolog. A felsőoktatásban meg különösen érvényes ez az állítás. A legkiválóbb hall-

gatóink, végzett doktoraink után kapodnak a jobbnál jobb cégek, vállalatok, kutatóhelyek, munkahelyek. (Csak zárójelben: a PhD-képzésben természetesen mi is a legjobb hallgatókat szeretnénk itt tartani.) A vizsgákon éppen átcúsuló hallgatók nehezebben tudnak elhelyezkedni. A kutatásra szintén ez érvényes. A tudományos munkát, amit kellő gondossággal, kreativitással, alaposan körbejártak a szerzők, ráadásul igényesen írták meg a kéziratot, könnyű „eladni” akár a legjobb folyóiratoknál is. A közepes, vagy igénytelenebb munkák a bírálati eljárások során gyakorlati komoly „pofonokat” kapnak.

– A gyógyszergyártás a magyar vegyipar húzóágazata. Nem véletlen, hogy a kormányzat a Richterrel már kötött, a többi nagy gyógyszeripari vállalattal pedig sorban köt stratégiai együttműködési partneri szerződést. Az innovatív gyógyszergyártás és gyógyszerkutatás lehetőségei ennek ellenére szűkülnek. Az innovációs alap központosítása nem mindenben könnyíti meg a kutatói és a felhasználói oldal egymásra találását. A kormányzat a javak ellenőrzött felhasználására helyezi a hangsúlyt, ugyanakkor a tapasztalat az, hogy a kutatás eredményességében a személyes kapcsolatoknak (ez nem jelent feltétlen elvtelen személyi összefonódást) sokkal nagyobb szerepe van. Nagyobb bizalommal kellene lenni a tudomány iránt; ma már minden megítélt fillér elköltését háromszorosan ellenőrzik, ami a munka hatékonyságát jelentősen gátolja. Neked milyenek a tapasztalataid?

– A kérdésed lényegében tartalmazza a válaszokat is. A gyógyszerkutatás szintén kiemelkedően magas minőségi igényeket kívánó kutatási terület. Magyarországon, de nem csak nálunk, a lehetőségek szűkülnek, és sajnos ennek többek között mi is isszuk a levét. Véleményem szerint elhamarkodott döntés volt az innovációs alap átcsoportosítása. Ezzel korábban az egyetemek, karok nagyon jól tudtak gazdálkodni. A most futó TÁMOP típusú pályázatok sora ugyan segítség, de a pénz elköltésének nagyon kötött formája, a túlzott formális adminisztráció gyakran elrettenti a kutatókat.

– Evezzünk egy kicsit könnyedebb vizekre. A tudományban a dolgok általában tisztábban nyilvánulnak meg. F fiatal egyetemista korodban eljegyezted magad a biológiai aktivitású heterociklusos vegyületekkel. Azért ezek elég széles spektrumát fogták át a te kutatásaidnak is. Beszélnél arról, honnan hová vezetett ez az út?

– Az első 10–15 évemben Bernáth professzor úr kezei alatt elsősorban a heterociklusos vegyületek szintézise területén dolgoztam. Később nagyon sok alkalommal Turkuban dolgoztam testvéregyetemünk kémiai intézetében, ahol a heterociklusok mellett felfedeztem magamnak a gyűrűlanc tautoméria jelenségét, mellyel sok éven keresztül foglalkoztam. Erre a témára mostanában is gyakran visszatérünk, hiszen a jelenséggel kapcsolatosan még mindig közölnek tévhiteket tartalmazó közleményeket. Jelentős volt számomra, amikor a 90-es évek elején izolálták a cisz-



Hivatalban: Johnnie L. Earlyvel, az amerikai toledói testvéregyetem karának dékánjával

pentacint, mely aztán számos új területre vezetett át, mint például az enzim katalizált kinetikus és dinamikus rezolválások, vagy akár a foldamer-kémia. Ma egyre gyakrabban dolgozunk olyan fejlesztéseken, melyek új technikák irányába mutatnak. Ilyen például az áramlások kémia, vagy néhány „zöld kémiai” eljárás.

– *A konformációval – biztos állíthatom – olvasóink tisztában vannak, de a foldamerek már nem minden olvasónk számára ismertek. Megvilágítanád ezek jelentését és jelentőségét a biológiában?*

– A foldamer szót az amerikai Samuel Gellman professzor 1998-ban használta először olyan mesterséges polimerekre, melyek rendezett stabil másodlagos szerkezettel rendelkeznek. Ő *transz-2-aminociklopentán- és ciklohexán-karbonsavakat alkalmazott kisméretű peptidok szintézisére, és nagyon stabil helikális konformációkat tapasztalt. Mára a foldamer kifejezés értelmezése jelentősen bővült.*

Általában nemkovalens erővel kialakított, rendezett szerkezetű polimereket értünk alatta, melyek lehetnek biotikus és abiotikus elemeket tartalmazó molekulák. A területről legutóbb az *Eur. J. Org. Chem.* folyóiratban egy különszám (17. füzet) is megjelent ez év júniusában, melyet örömmel ajánlok az olvasók figyelmébe. A te-

riület hatalmas fejlődésen megy keresztül, és egyre inkább a biológiai (gyógyszer-) felhasználás irányába halad.

– *Milyen szerepet töltenek be kutatásaidban a szakmai kapcsolatok kül- és belföldön? Ehhez szorosan kapcsolódik, hogy esetekben a kapcsolatok elsősorban a hardvert vagy a szoftvert szolgálták? Azaz a kapcsolatban a partner tudása, kiegészítő ismeretanyaga, vagy az általa szolgáltatott műszerpark, mérési kapacitás szolgáltatta a fő vonzerőt?*

– Fontos ez a kérdés. Vallom, hogy a jó kooperáció akkor tud működni hosszán és eredményesen, ha a felek mindegyike úgy érzi, hogy nyer az együttműködéssel. Nekem igen sok eredményes kül- és belföldi kapcsolatom volt és jelenleg is van, és meggyőződésem, hogy valamennyi partnerem örült ennek a kapcsolatnak és örömmel folytatja ezeket. Ha név szerint ki kellene emelnem a legfőbb partnereket, akkor Pihlaja, Kanerva, DeKimpe, Kleinpeter, Sillanpaa professzorokat említeném meg a külföldiek közül.

Kétségtelen, hogy gyakran erősebbek voltak a hardver tekintetében, mint mi. De az évek során a hardverkülönbségek megszűntek, és szoftver tekintetében is tovább dolgozunk. Itthon korábbi kapcsolataim Sohár Pál és Kálmán Alajos professzorok-

kal kiemelkedő jelentőségűek. Az egyetemen belül a kémiában a Péter Antal és Tóth Gábor professzorokkal való együttműködést emelném ki, míg a farmakológia területén a Vécsei László, Varró András, Toldi József és Vigh László professzorokkal való együttműködéseink kiemelkedőek és igen sikeresek.

A kooperációkkal formálisan a munkatársak számát bővíthetem és ez a műszerpark-bővítést, gyakran más ismeretanyag könnyebb megszerzését segíti.

– *Szép „kis” iskolát sikerült magad körül megeremtened. A tanszéki honlapon levő fotó imponáló. Ott van rajta természetesen elődöd, tanítómestered, Bernáth Gábor professzor úr is és a sok-sok utód, akik egyszer majd túlszárnyalnak. Ez lehet egy jó mester minden vágya. Felkészültél már erre?*

– A munkatársaim sokszínűsége és tehetsége boldoggá tesz, és ily módon is egyre jobban élvezem a munkát. A túlszárnyalásra nem kell felkészülnöm, ezt magától értődőnek, természetesnek tartom. Ez a tudomány logikája is, nem lehet ez másként egyes emberekkel sem.

Jó örökséget kaptam. Bernáth professzor úr mindig törekedett a minőségi kutatásra és arra, hogy az eredményeinket referált külföldi folyóiratokban kell „meg-



**Hobbinak élve: gombagyűjtés közben, nagy őzlábgombákkal**

méretni”. Ez abban az időben még nem volt mindenki számára természetes. Ma örömmel látom és érzékelem, hogy PhD-hallgatóink gyakran igen határozottan kérik, hogy a lehető legjobb folyóiratba küldjük a munkáikat. Persze, ezekért keményen meg is kell dolgozni. Nekem csak annyi a feladat, hogy jó ötleteket adjak, és jó irányba terelgessem őket.

– *Két cikluson keresztül a Gyógyszerésztudományi Kar dékánja voltál. Vegyész létedre választottak meg a kar vezetőjének, majd újraválasztottak. Nem kis teljesítmény. A Kari Tanács TTK-s képviselőjeként részben átéltem működésedet, és tapasztalhattam, hogy elfogadtak vezetőként, pedig voltak kemény ügyek, amikor a szakmai elfogultsággal szemben kellett állást foglalnod például a minőség védelmében. De mindig voltak híveid, akik át tudtak segíteni a nehézségeken, vagy tudtál meghajolni a többség akarata előtt, ha a kérdés le/meggyőzhetetlen ellenállásba ütközött volna. Szóval bölcsen viselkedtél. Azért ez nem volt könnyű futam. Utólag hogy látod, csak a szépre emlékezel?*

– Nem érzem, hogy nehéz volt. Kétségtelen, vegyész létemre a gyógyszerészek közt nem volt mindig könnyű elfogadtatni bizonyos elképzeléseket. Azt hiszem, hogy nem a diploma a leglényegesebb ebben a kérdésben, hanem a szemlélet. Ha a szemléletet nézem, akkor úgy vélem, hogy nem is voltak kemény ügyek. Persze egy-egy nehezebb döntésnél a nem tetsző döntés

gyakran válhat ki olyan véleményt, hogy ez a diploma színének a következménye. Remélem, a hosszabb távú döntések engem igazoltak.

Voltak-e híveim, nem tudom. Azt tudom, hogy voltak olyanok, akik ismernek mint embert, és tudják, hogy mindig is igyekeztem objektív döntéseket hozni és mindig vártam a véleményeket és ellenvéleményeket is. Ha az ellenvélemény meggyőző volt, sosem szégyelltem visszakozni és a jobb döntést hozni. A vezérelv mindig is a kar, a szakma hosszú távú érdeke volt. Nem törekedtem és sosem voltak erős egyéni ambícióim különböző magas pozíciókra. Ezek megtalálják az embert.

Különösen büszke vagyok arra, hogy a gyógyszer tudományok doktori iskolában a minőségi kérdésben sosem engedtem, és ez hosszú távon most már egyértelműen kamatozik. Más intézetekben dolgozó oktatótársaim is rájöttek arra, hogy a magasabb impaktú folyóiratok egyáltalán nem elérhetetlenek, csak kicsit többet kell dolgozni értük. Az eredmény egyértelműen látszik a kari intézetek teljesítményében, és erre az egyes kutatók, oktatók egyre büszkébbek.

– *Az egyetemek nagyon nehéz helyzetben vannak. A magyar felsőoktatásra ráférne a karcsúsítás. De azt nem lehet elvárni, hogy a felsőoktatás maga végezze el. Azért van a kormányzat, hogy átgondoltan, az érintettekkel egyeztetett elvek szerint hajtsa végre. Ma, de megelőzően sem*

*ezt látjuk. A tavaly decemberi kormánydöntés alapján kiváló egyetemeknek titulált intézmények látják legkevésbé a jövőjüket. A tartalékok folyamatos zárolása után már az éves költségvetés időarányos része is akadozva érkezik meg az intézményekbe. Hogyan éljük túl az idei évet, és mi lesz velünk jövőre? Nem tehetjük azt, hogy csak a holnapra gondolunk. Túl peszsimista gondolataim vannak?*

– Nem egyedülként a véleményem az, hogy aki hosszú távú, jó befektetésben gondolkodik, az az oktatást fejleszti. Igaz ez a mikroörszékben, a családban is, de igaz ez egy adott országra vagy földrészre is. Ezt persze nem mindig könnyű belátni. Az oktatás, kutatás sokba kerül, és a minőségnek garanciákat kell keresnie és találnia. Látunk azért számos országot, ahol az oktatásba sokat fektetnek, és a hozadéka egyértelmű. Itt van például Finnország. Korábban számos alkalommal töltöttem a Turku Egyetemen hosszabb-rövidebb időt, és volt alkalmam jobban megismerni a rendszert. A finnek mindig mindent alaposan megfontolnak az oktatással kapcsolatban is. Kiváló és jól megfizetett tanáraik vannak az általános és középiskolákban. Fejldésük nem a véletlen műve. Egyetemeik száma az összevonásokkal folyamatosan csökken, jelenleg 11 van. A lakosság arányát tekintve ez a szám lényegesen kisebb, mint a magyar egyetemek száma. Ott a politika meg merte lépni a csökkentést, az akkori döntések nem voltak népszerűek, de ma már mindenki belátja a célszerűségüket. Érdekes, hogy még mindig csökkentést terveznek, és különösen figyelemre és irigylésre méltó, hogy a kiválósági központokat nagyon komoly pénzzel segítik.

Nemcsak Finnország gondolkodik így, például a gyorsvonatként száguldó Kína rengeteget fektet a felsőoktatásba és kutatásba. Az eredményeket pedig a kémiában már látjuk, a legszínvonalasabb folyóiratokban egyre gyakrabban olvashatunk Kínából beküldött kiemelkedő cikkeket.

– *Könnyed kérdés a végére. Legközelebbi tervek?*

– Folytatni az eddigieket. Még négy évem van tanszékvezetőként, és szeretném, ha több munkatársam is meg tudná szerezni az akadémiai doktori fokozatot. Persze, a legnagyobb álmom, vágyam soha nem adom fel, a gyógyszerkutatásban szeretnék gyógyszerjelölt vegyületek közelébe jutni, és minél közelebb...

– *Kívánjuk, hogy úgy legyen! Köszönöm a beszélgetést.*

**Kiss Tamás**



Csillag Kinga–Szakonyi Zsolt–Fülöp Ferenc\*

■ Szegedi Tudományegyetem, Gyógyszerésztudományi Kar, Gyógyszerkémiai Intézet | fulop@pharm.u-szeged.hu

# Monoterpénvázas 1,2- és 1,3-difunkciós vegyületek sztereoszelektív szintézise és alkalmazásai

**A**z élő szervezet felépítő molekulák, például az aminosavak, nukleozidok, szénhidrátok és az ezekből felépülő makromolekulák többsége királis. Közismert, hogy egy királis vegyület konfigurációja jelentősen befolyásolhatja annak biológiai aktivitását, farmakológiai szempontból pedig az enantiomerek eltérő hatáserősségűek és/vagy eltérő hatásúak lehetnek [1]. Éppen ezért napjaink gyógyszerkutatásában jelentősen nőtt az igény enantiomertiszta hatóanyagok szintézisére, fejlesztésére.

Enantiomertiszta vegyületek előállítására számos módszer ismert az irodalomban. A természetes királis eredetű reagensekkel (mandulasav, kámfor-szulfonsav), illetve enzimekkel végzett klasszikus rezolválás [2] mellett ugyancsak elterjedt lehetőség a királis kiindulási anyagok, segédanyagok vagy katalizátorok alkalmazása enantioszelektív átalakításokban [3]. Ezen a területen áttörést jelentett Oguni és Omi munkássága, ők ugyanis 1984-ben  $\alpha$ -aminosav redukciójából nyert királis 1,2-aminoalkoholt használtak katalizátorként diethylcink és benzaldehyd addíciójában. Az általuk választott, később klasszikussá vált modellreakcióban mérsékelt enantioszelektivitást tapasztaltak [4]. Az első magas *ee* értéket 1986-ban Noyori és munkatársai közölték, katalizátoruk egy terpénalapú 1,2-aminoalkohol, a DAIB ((-)-3-*exo*-(dimetilamino)izoborneol) volt [5]. Ezt követően kiemelt szerep jutott az 1,2-aminoalkoholoknak, melyek még napjainkban is a legelterjedtebb katalizátorok [6]. Ezzel ellen-

tétben az 1,3-aminoalkoholok, illetve más funkciós csoportokat (diamin, diol, szulfonamid stb.) tartalmazó királis katalizátorok vizsgálatára kevesebb hangsúlyt fektettek [7].

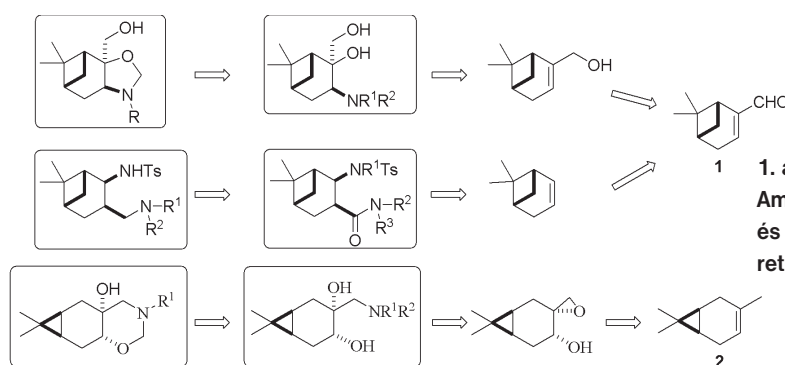
Az SZTE Gyógyszerkémiai Intézetben a  $\beta$ -aminosav-származékok szintézise mintegy három, míg a monoterpének funkcionális vizsgálata több mint egy évtizedes múltra tekint vissza. Olyan, könnyen hozzáférhető monoterpénekből, illetve monoterpén-származékokból, mint az enantiomertiszta  $\alpha$ -pinénből,  $\delta$ -pinénből, apopinénből és mirtalenből kiindulva  $\beta$ -amino-észtereket, aminoalkoholokat, diaminokat állítottak elő. Vizsgálták az 1,3-difunkciós vegyületek katalitikus aktivitását, valamint gyűrűzárási készségüket telített heterociklusok szintézisében [2a, 8].

A mono- és biciklusos monoterpének természetes, többségében enantiomertiszta, királis vegyületek. Tulajdonságaiknak köszönhetően (íz, illat, kiralitás) közvetlenül az élelmiszeriparban, valamint a gyógyszeriparban is felhasználásra kerülnek [9]. Előnyük, hogy a több aszimmetriacentru-

mot tartalmazó merev, biciklusos váz változatlan a további átalakításokban, illetve jelentősen befolyásolhatja a sztereoszelektivitást új aszimmetriacentrumok kialakítása során. A (+)-pulegon, kámfor, limonén,  $\alpha$ - és  $\beta$ -pinén-vázat tartalmazó aminoalkoholok és diaminok eredményes katalizátornak bizonyultak enantioszelektív szintézisekben [10].

Ezen előzményekre alapozva terveztük új, pinán- és karánvázas 3-amino-1,2-diolok, illetve pinánvázas 1,3-diaminok sztereoszelektív előállítását, az aminodiolok gyűrűzárási készségének vizsgálatát, valamint alkalmazásukat királis katalizátorként enantioszelektív szintézisben.

A szintézisutak tervezésénél előnyben részesítettük az olyan enantiomertiszta kiindulási vegyületeket, amelyek a kereskedelemben preparatív mennyiségben, viszonylag olcsón kaphatók. Választásunk a természetben is előforduló monoterpénekre: a (-)-mirtenalra (1), illetve a (+)-3-karénra esett (2). Kihhasználva a pinán-, illetve karánváz már meglévő aszimmetriacentrumainak irányítását, sztereoszelektív



1. ábra.  
Aminodiolok  
és diaminok  
retroszintézise

\* A [11] irodalomban közölt munkák összefoglalása.



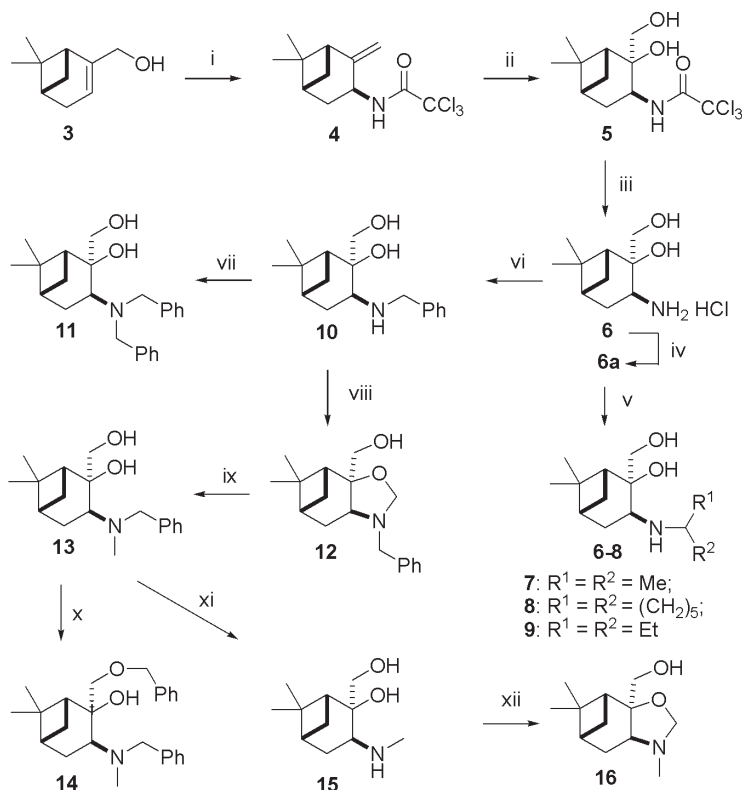
lépéseken keresztül újabb aszimmetria-centrumok kiépítését terveztük (1. ábra) [1].

A szintézisek kivitelezése során (-)-mirtenolból (3) triklóracetimidát köztitermeken keresztül, majd az ezt követő Overman-átrendeződéssel, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> jelenlétében, a 4 alliltriklóracetamidhoz jutottunk. A szintézis kulcslépése az 5 vegyületet eredményező, allil-helyzetű kettős kötés ozmium-tetroxiddal történő dihidroxilálása volt. A reakció sztereoselektív ment végbe, valószínűleg a szterikus gátolt, merev monoterpénváznak köszönhetően. A triklóracetilcsoport eltávolítását követően a kapott aminodiol-hidroklorid (6), illetve a felszabadított bázisa (6a) különböző pinánváz N-szubsztituált aminodiolok kiindulási anyagául szolgált (2. ábra). Reduktív alkilezéssel szekunder aminodiolokhoz (7-9) jutottunk. Az 6 aminodiol-hidrokloridból benzaldehyddel a 10 N-benzil vegyületet kaptuk, míg a terciér aminocsoportot tartalmazó származékokat különböző szintézisutakon keresztül állítottuk elő. A szterikus zsúfoltság növelése érdekében a 10 vegyületet N-benzileztük, így jutottunk az N,N-dibenzil aminodiolhoz (11). A 10 vegyület formaldehydes gyűrűzárása, majd a képződő 12 LiAlH<sub>4</sub>-del történő gyűrűfelfnyitása a 13 N-benzil-N-metilaminodiol eredményezte.

A 13 vegyület továbbalakítása kétféle úton történt: az elsőben regioselektív O-alkilezéssel a 14 vegyületet kaptuk; a második szintézisúton a 13 vegyület katalitikus debenzilezésével a 15 szekunder aminodiolhoz jutottunk. A 15 formaldehydes gyűrűzárásával a 16 N-metiloxazolidint állítottuk elő.

A pinánvázon a diamin funkció csoport kiépítését a 17 (-)-apopinénből kiindulva valósítottuk meg (3. ábra). A 17 monoterpén kettős kötésére történő klórszulfonil-izocianát (CSI) cikloaddíciója regio-és sztereoselektív módon kizárólag a 18 β-laktámot eredményezte. Az így nyert aze-tidinon kiváló kiindulási anyagként szolgált a β-aminosavamidok és diaminok szintézisében.

A 18 β-laktámot di-*tert*-butil-dikarbo-náttal aktiváltuk, így az 19 N-Boc β-laktám gyűrűnyitása dimetilaminnal, enyhe körülmények között is végbement (3. ábra). A Boc védőcsoport eltávolításával a 22 primer, majd ezt követő benzilezéssel a 25 szekunder aminocsoportot tartalmazó N,N-dimetilamid-származékokhoz jutottunk. A tozilezett β-aminosavamidok, illetve diaminok szintézise tozil-kloriddal végzett tozilezéssel, majd a savamid funkció



i) CCl<sub>3</sub>CN, DBU, DCM, 0 °C; majd vízmentes K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, absz. xilol, reflux, 24 h, 92%; ii) OsO<sub>4</sub>/t-BuOH, NMO/H<sub>2</sub>O, acetone, 25 °C, 24 h, 83%; iii) 18% HCl/H<sub>2</sub>O, Et<sub>2</sub>O, 25 °C, 24 h, 52%; iv) 15% KOH/H<sub>2</sub>O, CHCl<sub>3</sub>; v) 6a-ból kiindulva, 7: absz. acetone, 8: ciklohexanon, absz. EtOH, 9: dietilketon, absz. EtOH, NaBH<sub>4</sub>, 7: 59%, 8: 85%, 9: 18%; vi) 6-ból kiindulva, PhCHO, Et<sub>3</sub>N, majd NaBH<sub>4</sub>, absz. EtOH, 25 °C, 81%; vii) BnBr, Et<sub>3</sub>N, MeCN, reflux, 24 h, 30%; viii) 35% HCHO/H<sub>2</sub>O, Et<sub>2</sub>O, 25 °C, 1 h, 97%; ix) LAH, THF, reflux, 1,5 h, 38%; x) BnBr, NaH, THF, reflux, 8 h, 44%; xi) Pd(C) 5%, H<sub>2</sub>, 1 atm, MeOH, 25 °C, 2 h, 57%; xii) 35% HCHO/H<sub>2</sub>O, Et<sub>2</sub>O, 25 °C, 1 h, 41%.

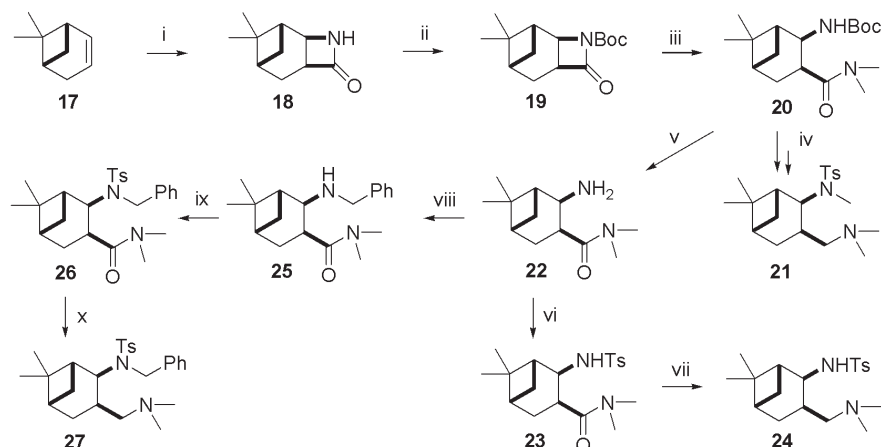
## 2. ábra. Pinánváz aszaminodiolok előállítás

csoport LiAlH<sub>4</sub>-es redukciójával történt (23, 24, 26 és 27). Az N-metil funkció kiépítése miatt a 20 tozilezését redukció előzte meg; LiAlH<sub>4</sub>-del a savamidot aminná, a

Boc védőcsoportot pedig metilcsoporttá redukáltuk.

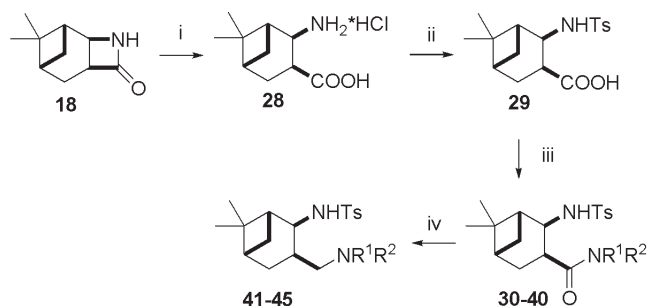
A 19 laktám nyitása más nukleofillel, például dietilaminnal, sikertelen volt. Al-

## 3. ábra. Pinánváz β-aminosavamidok és diaminok előállítás



i) CSI, absz. Et<sub>2</sub>O, 25 °C, 7 nap; ii) Boc<sub>2</sub>O, TEA, DMAP, THF, 25 °C, 6 h; iii) Me<sub>2</sub>NH/EtOH (33%) vagy Me<sub>2</sub>NH/H<sub>2</sub>O (40%), 25 °C, 24 h, 86% vagy 89%; iv) LAH, absz. THF, reflux, 6 h, 85%; majd TsCl, TEA, DMAP, absz. CHCl<sub>3</sub>, reflux, 6 h, 78%; v) 5% HCl/H<sub>2</sub>O, Et<sub>2</sub>O, 25 °C, 24 h, 93%; vi) TsCl, TEA, DMAP, absz. CHCl<sub>3</sub>, reflux, 6 h, 72%; vii) LAH, absz. THF, 25 °C, 2 h, 69%; viii) PhCHO, EtOH, 25 °C, 2 h, majd NaBH<sub>4</sub>, absz. EtOH, 25 °C, 6 h, 67%; ix) TsCl, TEA, DMAP, absz. CHCl<sub>3</sub>, reflux, 20 h, 51%; x) LAH, absz. THF, 25 °C, 20 h, 53%.

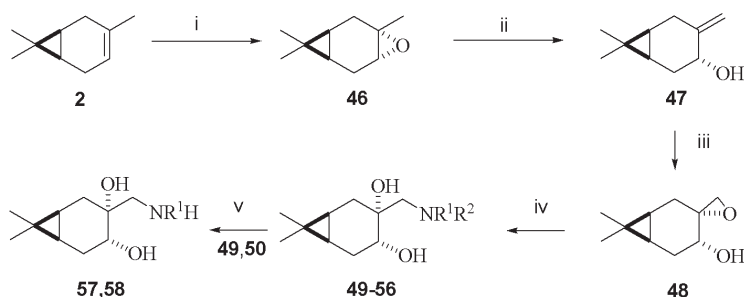




30 és 41:  $R^1 = R^2 = \text{Et}$ ; 31 és 42:  $R^1R^2 = (\text{CH}_2)_4$ ; 32:  $R^1 = \text{H}$ ,  $R^2 = \text{Bn}$ ; 33:  $R^1 = R^2 = \text{H}$ ; 34 és 43:  $R^1 = \text{Me}$ ,  $R^2 = \text{Bn}$ ; 35 és 44:  $R^1 = \text{Me}$ ,  $R^2 = \text{Ph}$ ; 36:  $R^1 = \text{H}$ ,  $R^2 = \text{CH}(\text{Me})\text{Ph}$  (*R*); 37:  $R^1 = \text{H}$ ,  $R^2 = \text{CH}(\text{Me})\text{Ph}$  (*S*); 38:  $R^1 = \text{H}$ ,  $R^2 = \text{Me}$ ; 39 és 45:  $R^1R^2 = (\text{CH}_2)_5$ ; 40:  $R^1 = \text{H}$ ,  $R^2 = \text{Ph}$

i) 18%  $\text{HCl}/\text{H}_2\text{O}$ , 25 °C, 2 h; ii) TsCl, TEA, DMAP, absz.  $\text{CHCl}_3$ , 25 °C, 24 h, 50%; iii)  $\text{SOCl}_2$ , absz. toluol, 60 °C, 3 h, majd  $\text{NHR}^1\text{R}^2$ , absz. DCM, reflux, 8 vagy 20 h, vagy MW, 20 vagy 95 min, 40-90%; iv) 30, 31, 34, 35, 39-ból kiindulva: LAH, absz. THF, 25 °C vagy reflux, 2 vagy 20 h, 41-80%;

#### 4. ábra. Pinánvázis $\beta$ -aminosavamidok és diaminok előállítása



49:  $R^1 = \text{Me}$ ,  $R^2 = \text{Bn}$ ; 50:  $R^1 = R^2 = \text{Bn}$ ; 51:  $R^1 = \text{H}$ ,  $R^2 = \text{Bn}$ ; 52:  $R^1 = \text{Bn}$ ,  $R^2 = \text{CH}(\text{Me})\text{Ph}$  (*R*); 53:  $R^1 = \text{Bn}$ ,  $R^2 = \text{CH}(\text{Me})\text{Ph}$  (*S*); 54:  $R^1 = \text{H}$ ,  $R^2 = \text{CH}(\text{Me})\text{Ph}$  (*R*); 55:  $R^1 = \text{H}$ ,  $R^2 = \text{CH}(\text{Me})\text{Ph}$  (*S*); 56:  $R^1 = \text{H}$ ,  $R^2 = i\text{-Pr}$ ; 57:  $R^1 = \text{Me}$ ; 58:  $R^1 = \text{H}$

i) MCPBA,  $\text{CHCl}_3$ , 25 °C, 1 h, 60%; ii) *n*-BuLi, 2,2,6,6-tetrametilpiperidin,  $\text{Et}_2\text{AlCl}$ , absz. toluol, Ar atm, 0 °C, 2 h, 58%; iii) MCPBA, DCM,  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  puffer, 25 °C, 1 h, 65%; iv)  $\text{HNR}^1\text{R}^2$ ,  $\text{LiClO}_4$ , MeCN, reflux, 6-40 h, 18-70%; v) 10% Pd/C, MeOH,  $\text{H}_2$ , 1 atm, 57: 37%, 58: 63%.

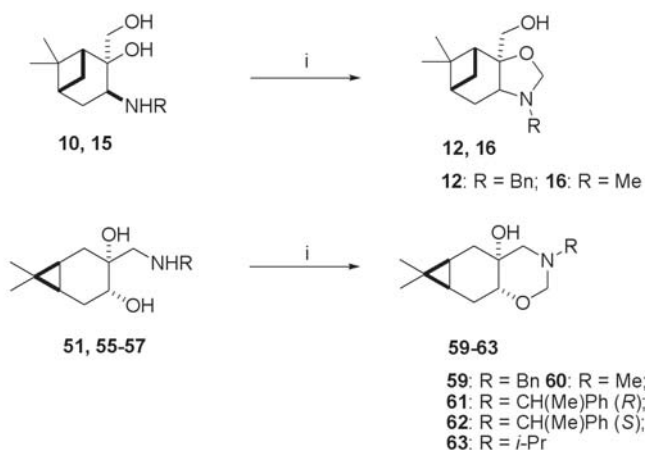
#### 5. ábra. Karánvázis aminodiolok előállítása

ternatív megoldást jelentett a  $\beta$ -aminosavból kiinduló szintézisút (4. ábra). A 18 aze-tidinon vizes sósavas felnyitásával, majd

az így kapott 28 tozilezésével a 29 aminosavhoz jutottunk. Az amidálás, savkloridon keresztül, különböző primer, szekunder aminokkal, illetve ammóniával történt. Az így kapott aminosavamidokat (30–40)  $\text{LiAlH}_4$ -del redukáltuk, azonban csak a tozilezett tercier diaminokat (41–45) sikerült izolálni.

A (-)-mirtentalhoz hasonlóan a (+)-3-karén (2) is természetes monoterpén, kettős kötése lehetőséget biztosít újabb funkciók csoportok szelektív kialakítására. A (+)-3-karén (2) *m*-klór-perben-

#### 6. ábra. Pinán- és karánvázis aminodiolok gyűrűzárása



i) 35%  $\text{HCHO}/\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{Et}_2\text{O}$ , 25 °C, 1 h, 12: 97%, 16: 41%, 59-63: 63-96%.

zoesavval (MCPBA) epoxidálva az irodalomban is leírt sztereospecificitást tapasztaltuk, a 46 karén-oxid keletkezett [12]. Az így kialakított 46 epoxidot dietilaluminium-tetrametilpiperidinnel diasztereoselektíven a 47 allilalkohollá alakítottuk. Az allilalkohol kettős kötését ismételt MCPBA-val epoxidáltuk. A reakció során a két lehetséges diasztereomer közül a *diexo*- (48) származék keletkezett. Az oxirángyűrű felnyitását primer és szekunder aminokkal (49–56) végeztük el. A 49 és 50 aminodiolokat katalitikus hidrogénezéssel debenzileztük, így az 57 szerkezet, illetve 58 primer aminodiolokhoz jutottunk (5. ábra).

Korábbi munkáinkból kiindulva a rendelkezésünkre álló pinán- és karánvázis aminodiolok gyűrűzárási készségét is vizsgáltuk (6. ábra) [12a]. Célunk merev triciklusos szerkezet kialakítása volt, mely előnyös lehet e vegyületek királis katalitikus alkalmazásánál [10g]. Az irodalomban leírt pinánvázis aminodiolok gyűrűzárása során spiro-oxazolidin-származékok keletkeztek [12a]. A 6a, 7, 10–16 származékok az előzőekben említett pinánvázis aminodiolok regioizomerjei, melyek gyűrűzárása öt-, illetve hattagú oxazolidin-, vagy oxazinszármazékokat eredményezhet attól függően, hogy az aminodiolok melyik hidroxilcsoportja épül be a képződő heterociklusba. A karánvázis analógok esetén az öttagú spiro-oxazolidin vagy a hattagú, karánvázissal kondenzált oxazinok képződésére van lehetőség.

A szekunder aminocsoportot tartalmazó aminodiolokat (10, 15, 51, 55-57) formaldehiddel gyűrűbe zárva a gyűrűzárás minden esetben regio szelektíven ment végbe, a pinánvázis származékok esetében a 12 és 16 oxazolidinek, míg a karánvázis aminodioloknál monoterpénnel kondenzált, hattagú 1,3-oxazinok (59–63) keletkeztek.

Az így előállított aminodiolokat és diaminokat királis katalizátorként benzaldehyd (64) és dietilcink reakciójában alkalmaztuk. A képződő 1-fenil-1-propanol (65) enantiomertisztaságát királis gázkromatográfia segítségével, irodalmi retenciós idők alapján állapítottuk meg. A katalizátorok alkalmazása során elért eredmények közül néhány példát az 1. táblázatban tüntetünk fel.

A modellreakció enantioszelektivitását a pinánvázis aminodiolok (6a–16) esetében az  $\text{NH}_2\text{<NRR<NHR}$  szubsztituátság befolyásolta, a legnagyobb értéket (*ee* = 61%) a 10 *N*-benzilaminodiol alkalmazása esetén érték el, míg a 12 és 16 oxazolidin-származékok alkalmazása során nem ta-



pasztaltunk kiemelkedő enantioszelektivitást. A modellreakcióban a pinánvázas aminodiol katalizátorok alkalmazásával az *R* szekunder alkohol képződött (1. táblázat). A tozilezett diaminok (21, 24, 27, 41–45) és β-aminosavamidok (23, 26, 30–40) katalizátorként történő felhasználásakor közepes, illetve jó szelektivitást tapasztaltunk. A szekunder amidszármazékok katalitikus aktivitása egyes esetekben lényegesen jobb volt, a legjobb enantiomerfelesleget (*ee* = 83%) a 39 *N*-fenilamidddal értük el. A modellreakció enantioszelektivitása az amid-, illetve aminfunkció szubsztituáltsága függvényében változott: a primer és tercier β-aminosavamidok, illetve a tercier diaminok esetén az (*R*)-1-fenil-1-propanol volt a major termék, a szekunder β-aminosavamidok esetében a termék az *S* enantiomer volt (1. táblázat). A karánvázas aminodiolokkal alacsony enantiomerfelesleg-értékeket értünk el. A 49–58 aminodiolok szubsztituensfüggő hatása a modellreakció szelektivására nézve az NH<sub>2</sub><NHR<NRR irányba erősödött. A gyűrűzárt 59–63 1,3-oxazinok kiválóan alkalmazható királis segédanyagoknak bizonyultak, a legtöbb esetben 90% feletti enantiomerfelesleget értünk el, míg a 61 (*R*)-α-metilbenzil-származék alkalmazása során 96 %-os enantiomerfelesleggel kaptuk az (*S*)-1-fenil-1-propanolt (1. táblázat).

Kiválasztva a legjobb katalizátort (61), a modellreakciót kiterjesztettük különböző aromás és alifás aldehidekre is, a képződő szekunder alkoholok abszolút konfigurációja minden esetben *S* volt.

A termékek enantiomertisztaságát királis gázkromatográfia segítségével, egyes esetekben HPLC-módszerekkel állapítottuk meg, és jó, illetve kiváló szelektivitást tapasztaltunk. Az alifás aldehidek alkilezési reakciója során elért eredmények különösen jelentősek, ugyanis az irodalomban leírt enantiomerfelesleg-értékek viszonylag alacsonyak (például: (*S*)-ciklohexilpropán-1-ol: *ee* = 42%, (*R*)-heptán-3-ol: *ee* = 25%) [13].

Munkánk rövid összefoglalásaként elmondható, hogy enantiomertiszta mono-terpénekből sztereoselektív lépéseken keresztül 1,2- és 1,3-difunkciós vegyületeket állítottunk elő. A pinán-, illetve karánvázas aminodiolokat és a pinánvázas diamino-

Katalizátor	Hozam (%)	<i>ee</i> (%)	A főtermék konfiguráció	
	R <sup>1</sup> = R <sup>2</sup> = H: 6a	83	0	---
	R <sup>1</sup> = Me, R <sup>2</sup> = Bn: 13	73	26	<i>R</i>
	R <sup>1</sup> = H, R <sup>2</sup> = Bn: 10	85	61	<i>R</i>
	R <sup>1</sup> = Bn: 12	73	27	<i>R</i>
	R <sup>1</sup> = Me: 16	77	8	<i>R</i>
	R <sup>1</sup> = Ph, R <sup>2</sup> = R <sup>3</sup> = Me: 27	88	0	---
	R <sup>1</sup> = H, R <sup>2</sup> = R <sup>3</sup> = Et: 41	85	29	<i>R</i>
	R <sup>1</sup> = Me, R <sup>2</sup> = Ph: 35	75	65	<i>R</i>
	R <sup>1</sup> = H, R <sup>2</sup> = Bn: 32	80	76	<i>S</i>
	R <sup>1</sup> = H, R <sup>2</sup> = Ph: 39	90	83	<i>S</i>
	R <sup>1</sup> = R <sup>2</sup> = H: 58	73	0	---
	R <sup>1</sup> = H, R <sup>2</sup> = <i>i</i> -Pr: 56	73	30	<i>R</i>
	R <sup>1</sup> = Bn, R <sup>2</sup> = CH(Me)Ph( <i>R</i> ): 52	75	31	<i>R</i>
	R <sup>1</sup> = Bn: 59	74	94	<i>S</i>
	R <sup>1</sup> = CH(Me)Ph( <i>R</i> ): 61	77	96	<i>S</i>

1. táblázat. Benzaldehid enantioszelektív alkilezése 10 mol% katalizátor jelenlétében

Termék	R	Hozam (%)	<i>ee</i> (%)
67a	(4-MeO)C <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	89	97
67b	(4-Me)C <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	93	97
67c	(3-MeO)C <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	91	96
67d	(3-Me)C <sub>6</sub> H <sub>4</sub>	90	93
67e	2-naftil	86	96
67f	ciklohexil	80	92
67g	<i>n</i> -butil	87	77

2. táblázat. Különböző aldehidek és dietilcink reakciója a 61 katalizátor jelenlétében

kat királis katalizátorként optikailag aktív szekunder alkoholok enantioszelektív szintézisében alkalmaztuk, és középestől kiváló szelektivitást tapasztaltunk. Az aminodiolok gyűrűzárását vizsgálva megállapítottuk, hogy a pinánvázas aminodioloknál az öttagú heterociklusok keletkeztek, a karánvázas származékok esetén kizárólag a vázzal kondenzált 1,3-oxazinok képződtek. A modellreakcióban a legmagasabb *ee* értékeket a karánvázas 1,3-oxazinokkal értük el, melyek ugyancsak jól használható katalizátornak bizonyultak egyéb aromás, illetve alifás aldehidek és dietilcink reakciója során is. A diverz szerkezetű pinánvázas diaminok modellreakcióban történő alkalmazásával az (*R*)-1-fenil-1-propanolt, illetve az (*S*)-1-fenil-1-propanol is sikerült viszonylag magas enantiomerfelesleggel előállítani.

IRODALOM

[1] E. Fülöp, B. Noszál, Gy. Szász, K. Novák Takácsné, Gyógyszerészi kémia. (szerk.), Semmelweis Kiadó, Budapest, 2010.

[2] a) F. Fülöp, Chem. Rev. (2001) 101, 2181. b) E. Forró, E. Fülöp, Curr. Med. Chem. (2012) 19, 6178.

[3] a) V. Caprio, J. M. J. Williams, Catalysis in Asymmetric Synthesis, John Wiley, Oxford, 2009. b) L. Pu, H.-B. Yu, Chem. Rev. (2001) 101, 757. c) H. A. McManus, P. J. Guiry, Chem. Rev. (2004) 104, 4151. d) S. K. Panday, Tetrahedron: Asymmetry (2011) 22, 1817.

[4] N. Oguni, T. Omi, Tetrahedron: Asymmetry (1984) 9, 4166.

[5] M. Kitamura, S. Suga, K. Kawai, R. Noyori, J. Am. Chem. Soc. (1986) 108, 6071.

[6] a) K. Soai, S. Niwa, Chem. Rev. (1992) 92, 833. b) M. Kitamura, S. Suga, H. Oka, R. Noyori, J. Am. Chem. Soc. (1998) 120, 9800. c) R. Roudeau, D. G. Pardo, J. Cossy, Tetrahedron (2006) 62, 2388. d) V. M. Mastrouzo, E. Santacruz, G. Huelgas, E. Paz, M. V. Sosa-Rivadeneira, S. Bernes, E. Juaristi, L. Quintero, C. Anaya deParrodi, Tetrahedron: Asymmetry (2006) 17, 1663.

[7] a) M. N. Patil, R. G. Gonnade, N. N. Joshi, Tetrahedron (2010) 66, 5036. b) C. Olsson, S. Helgesson, T. Frejd, Tetrahedron: Asymmetry (2008) 19, 1484. c) S. M. Lait, D. A. Rankic, B. A. Keay, Chem. Rev. (2007) 107, 767. d) X. F. Yang, Z. H. Wang, T. Koshizawa, M. Yasutake, G. Y. Zhang, T. Hirose, Tetrahedron: Asymmetry (2007) 18, 1257. e) D. Murinho, M. Elisa Silva Serra, A. M. d'A Rocha Gousalves, Tetrahedron: Asymmetry (2010) 21, 62.

[8] a) Z. Szakonyi, T. A. Martinek, A. Hetényi, F. Fülöp, Tetrahedron: Asymmetry (2000) 11, 4571. b) Z. Szakonyi, F. Fülöp, Arkivoc (2003) 14, 225. c) S. Györfalvi, Z. Szakonyi, F. Fülöp, Tetrahedron: Asymmetry (2003) 14, 3965. d) Z. Szakonyi, Á. Balázs, T. A. Martinek, F. Fülöp, Tetrahedron: Asymmetry (2006) 17, 199. e) Z. Szakonyi, T. A. Martinek, R. Sillanpää, F. Fülöp, Tetrahedron: Asymmetry (2007) 18, 2442. f) Z. Szakonyi, T. A. Martinek, R. Sillanpää, F. Fülöp, Tetrahedron: Asymmetry, (2008) 19, 2296. g) A. Hetényi, Z. Szakonyi, I. M. Mándity, É. Szolnoki, G. K. Tóth, T. A. Martinek, F. Fülöp, Chem. Commun. (2009) 177. h) Z. Szakonyi, R. Sillanpää, F. Fülöp, Mol. Div. (2010) 14, 59.

[9] a) Ho, T.-L. Enantioselective Synthesis of Natural Products from Chiral Terpenes, John Wiley, New York, 1992. b) Terpenes: Advances in Research and Application, Scholarly Editions, Atlanta, 2011.

[10] a) C. Cimarelli, D. Fratoni, G. Palmieri, Tetrahedron: Asymmetry (2009) 20, 2234. b) R. Pedrosa, C. Andrés, P. Mendiguchia, J. Nieto, J. Org. Chem. (2006) 71, 8854. c) C. C. Watts, P. Thoniyot, L. C. Hirayama, T. Romano, B. Singaram, Tetrahedron: Asymmetry (2005) 16, 1829. d) T. Rosner, P. J. Sears, W. A. Nugent, D. G. Blackmond, Org. Lett. (2000) 2, 2511. e) E. A. Koneva, D. V. Korchagina, Y. V. Gatilov, A. M. Genaev, A. P. Krysin, K. P. Volcho, A. G. Tolstikov, N. F. Salakhutdinov, Russ J. Org. Chem. (2010) 46, 1109. f) B. Goldfuss, M. Steigelmann, S. I. Khan, K. N. Houk, J. Org. Chem. (2000) 65, 77. g) C. Andres, R. Infante, J. Nieto, Tetrahedron: Asymmetry (2010) 21, 2230.

[11] a) Z. Szakonyi, K. Csillag, F. Fülöp, Tetrahedron: Asymmetry (2011) 22, 1021. b) K. Csillag, L. Németh, T. A. Martinek, Z. Szakonyi, F. Fülöp, Tetrahedron: Asymmetry (2012) 23, 144. c) K. Csillag, Z. Szakonyi, F. Fülöp, Tetrahedron: Asymmetry (2013) 24, 553.

[12] a) Z. Szakonyi, A. Hetényi, F. Fülöp, Tetrahedron (2008) 64, 1034. b) L. A. Paquette, R. J. Ross, Y.-J. Shi, J. Org. Chem. (1990) 55, 1589. c) H. C. Brown, A. Suzuki, J. Am. Chem. Soc. (1967) 89, 1933.

[13] a) S.-X. Wang, F.-E. Chen, Chem. Pharm. Bull. (2007) 65, 1011. b) A. L. Braga, R. M. Rubim, H. S. Schrekker, L. A. Wessjohann, M. W. G. de Bolster, G. Zeni, J. A. Sehnem, Tetrahedron: Asymmetry (2003) 14, 3291.





Borsodi Nikolett<sup>1</sup>–Miskolczi Norbert<sup>1</sup>–Bartha László<sup>1</sup>–Auer Róbert<sup>2</sup>

■ <sup>1</sup>Pannon Egyetem, MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Tanszék | borsodnikolett@almos.uni-pannon.hu | mnorbert@almos.uni-pannon.hu | bartha@almos.uni-pannon.hu

■ <sup>2</sup>MOL, Magyar Olaj- és Gázipari NyRt., Százhalombatta | RAuer@MOL.hu

# Kőolaj-finomítói alapanyagok előállítására műanyag és egyéb hulladékok krakkolásával

## Bevezetés

A hulladékok hosszú távon is fenntartható kezelése és hasznosítása napjaink egyik fontos kérdése. A különböző műanyagok, vagy nagy műanyagtartalommal rendelkező anyagáramok sajátos helyet foglalnak el a hulladékokon belül. A műanyagok felhasználás során előnyt jelentő tulajdonságai – például jó vegyszerállóság, lassú lebomlás – a használatuk után sok nehézséget vetnek fel, mert ezek miatt nem képesek a hulladék műanyagok belátható időn belül elbomolni. A műanyagipar viszonylag fiatal iparág, hiszen míg az ötvenes években még kevesebb mint 10 millió tonna műanyagot állítottak elő világszerte, addig napjainkra ez a szám meghaladja a 300 millió tonnát. Részben ez az oka annak is, hogy viszonylag kevés valós információ áll rendelkezésre a természetben történő lebomlásukkal kapcsolatban: egyes tanulmányok száz-, míg mások ezeréves időtartamot határoznak meg [1, 2].

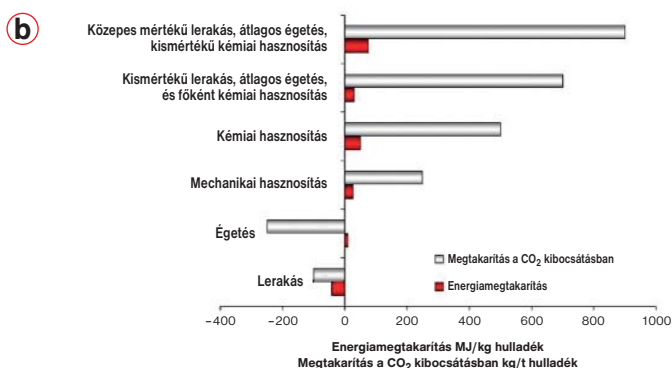
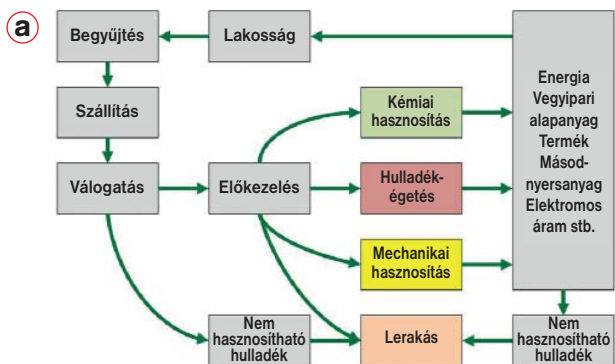
A hulladékkezelés négy nagy csoportba sorolható: hulladéklerakás, hulladékégetés, mechanikai hasznosítás és kémiai hasznosítás [3]. Napjainkban, sajnos, a hulladéklerakás a leginkább alkalmazott hulladékkezelési módszer, mely azonban hosszú távon nem lehet megoldása a hulladékok jelentette problémának. A kedvezőtlen térfogat/tömeg aránnyal rendelkező műanyagok ugyanis a lerakókban felhalmozódva jelentősen csökkentik azok élettartamát. Mindemellett gazdasági szempontból sem indokolt a jelentős, ún. rejtett energiatartalommal rendelkező műanyagok mint másodnyersanyagok néhány 10 cm-rel a föld alá történő helyezése. A hulladékégetés szintén vitatott területét képezi a hasznosítási megoldásoknak. Politikai és gazdasági érdekek ugyanis időről időre átrendezhetik a szabályozási környezetet. A legfőbb nehézség a gazdasági előnyökkel (pl. energiatermelés) kecsgetett hulladékégetéssel kapcsolatban a káros anyagok kibocsátásának csökkentése. Ez azért is fontos, mert például az Egyesült Királyságban már megjelentek olyan tanulmányok, melyek az egészségkárosítóként alkalmazott brómtartalmú vegyületek jelenlétét mu-

tatták ki véradók vérében [4]. A tanulmány a probléma forrásaként a jelentős mennyiségű égésgátló anyagot tartalmazó elektronikai hulladékok (WEEE) égetéssel való kezelését jelölte meg. A mechanikai hasznosítás során a szelektíven válogatott műanyag hulladékot ugyanolyan típusú gyári alapanyaggal keverik össze, majd a keverékből hagyományos formázási eljárásokkal állítanak elő használati és műszaki tárgyakat, alkatrészeket. A módszerrel kapcsolatban legfőbb nehézségként a nagyfokú fajtszelektivitás és a tisztaság említhető meg. Nem megfelelő alapanyagok esetében – összeférhetőségi problémák miatt – a késztermékek jelentős minőségromlásával kell számolni. Emiatt erre a célra elsősorban a szigorú hulladékkezelési szabályok mellett működő feldolgozó vállalatok hulladékai és melléktermékei a legalkalmasabbak. A kémiai hasznosítás során a hulladékok hosszú szénláncai, oxigénmentes környezetben, elsősorban termikus hatásra a C–C kötések mentén széttörnek, aminek eredményeképpen a kőolajipari és petrokémiai anyagáramokkal nagy hasonlóságot mutató szénhidrogének keletkeznek [5]. Ugyanakkor az is elmondható, hogy a különböző tanulmányok arra a következtetésre juttattak, hogy univerzális megoldás nincs; vagyis önmagában egyik említett kezelési mód sem képes a hulladékok jelentette problémák megoldására [9]. Rámutattak arra, hogy mind a CO<sub>2</sub>-kibocsátás csökkentésében, mind pedig az előállított energia tekintetében az előbb említett négy módszer valamilyen kombinálása adta a legjobb eredményt (1. ábra).

Az előbbi problémát tovább bonyolítja az a tény, hogy a műanyag hulladékok általában más hulladékokkal össze vannak keveredve. Ez azt jelenti, hogy a lakossági műanyag hulladékok esetében nemcsak arra kell számítani, hogy a polietilén (HDPE, LDPE), polipropilén (PP), polisztirol (PS), polietilén-tereftalát (PET), polivinil-klorid (PVC), poliamid (PA) és egyéb műanyagok egymással, hanem arra is, hogy például papírral, textíliával, élelmiszer- vagy növényi maradványokkal is össze vannak keveredve. Megjegyzendő, hogy világszerte évente közel 3,5 milliárd tonna települési szilárd hulladék keletkezik, melynek 8–10%-a műanyag.

A hulladékok krakkolással és pirolízissel történő újrahasznosítására vonatkozóan számos kutatási eredmény érhető el [5–8]. Az alkalmazott hőmérséklet-tartomány 350 és 1000 °C között válto-

\* Az eredeti közlemény a MOL Group Scientific Magazine 2012/2. számában „MOL Rubber bitumen – Part I” címmel jelent meg.



1. ábra. A különböző hulladékkezelési módok (a) és az általuk elérhető megtakarítás a CO<sub>2</sub>-kibocsátásban és a felhasznált energiában (b)

zik, ami elsősorban a termékek mennyiségére és szénhidrogén-csoporteloszlására van jelentős hatással. Minél nagyobb ugyanis a folyamat hőmérséklete, a C–C kötések csökkenő termikus stabilitása miatt egyre inkább a könnyebb termékek (pl. benzin jellegű termék, gáztermék) mennyiségének domináló jellegét lehet megfigyelni. A hőmérséklet növelésének másik jelentős hatása az, hogy az aromatizációs, kondenzációs reakciók előtérbe kerülése miatt növekszik a termékek aromás és poliaromás tartalma amellet, hogy jelentős kokszképződéssel is számolni kell. Mivel nagyobb krakkolási hőmérsékleten a műanyag lánc könnyebben hasad, a keletkező elsődleges gyökök reagálni tudnak a már korábban keletkezett telített alifás szénhidrogénekkel, és Diels–Alder-reakciókban aromások képződhetnek.

A krakkolás során alkalmazott nyomás 1–5 bar tartományba esik, de tipikusan atmoszférikus nyomást használnak. A kísérleteket túlnyomórészt atmoszférikus nyomáson végzik. Nagyobb nyomást csak a hidrogénatmoszférában lejátszódó degradációs folyamatok során alkalmaztak, mert a mólszámcsökkenéssel járó hidrogénezési reakciónak kedvez a nyomás növelése. A nyomás kismértékű növelése adott hőmérsékleten kismértékben kedvez a gáz halmazállapotú termékek keletkezésének. Ekkor nagyobb mértékű a krakkolódás, csökken a termékek átlagos molekulatömege és telítetlen-tartalma is [5].

A reakcióidő mind a termékek hozamára, mind pedig azok összetételére jelentős hatást gyakorol. Minél nagyobb ugyanis a reakcióidő, annál nagyobb az illékony termékek (gáz és folyadék) hozama is, és egyre inkább a könnyebb termékek jelenléte dominál majd a frakciókban (pl. emiatt csökken a termékek átlagos molekulatömege is). A nagyobb reakcióidő kedvez a másodlagos reakciók (aromatizációs, polimerizációs, kokszképződési) lejátszódásának is [5].

A hulladékok termikus krakkolását egyaránt megvalósíthatják szakaszos és folyamatos reaktorkonstrukciókban. Az alkalmazott reaktorkonstrukciók tekintetében az üstreaktor, a csőreaktor és a fluid ágyas megoldások a leginkább alkalmazottak [5, 10–12]. A reaktorok tekintetében a műszaki kérdések mellett elsősorban a gazdaságossági kérdések döntenek egyik vagy másik megoldás javára. Például fluid ágyas megoldásokat csak nagy kapacitású (több mint 30 000–40 000 t/év) technológiák esetén lehet alkalmazni, míg csőreaktoros vagy üstreaktoros megoldásokkal kevesebb alpanyag feldolgozása mellett is gazdaságos lehet az eljárás.

A műanyagok katalizátorokkal segített krakkolása során leggyakrabban ZSM–5 katalizátort, mordenitet, X, Y, b, w zeolitokat, alumínium-szilikát-foszfátokat és különböző fémekkel (gallium, alumínium) szerkezetükben helyettesített zeolitokat alkalmaznak [13–15]. A katalizátorokkal a termék mennyisége és szerkezete egyaránt befolyásolható. A katalizátorok másik fontos szerepe az endoterm krakkreakciók hőigényének csökkentésében van. A termékeszerkezet kialakításában a katalizátorok nagy pórusfelülete és porozitása játsza a legfőbb szerepet, emellett a zeolitok kristályszerkezete, mikropórusainak sajátosságai nagymértékben meghatározzák azok szelektivitását is. A krakkreakciók a katalizátor makropórusos felületének savas helyein vagy a mikropórusos felületen egyaránt lejátszódhatnak, habár a hőbontási folyamatok kezdetén a nagyméretű molekulák sztérikus okok miatt a katalizátorok amorf savas részén krakkolódnak. A mikropórusos felületek csak adott molekulamérettel rendelkező szénhidrogének számára hozzáférhetők. A vonatkozó szakirodalmi közlemények alapján a katalizátorok koncentrációja 0,05 és 10% között változik, habár a megvalósult ipari eljárások általában 1%-nál kevesebb katalizátort kevernek az alapanyaghoz. A katalizátorokkal kapcsolatban nagyon fontos szempont azok elhelyezése, illetve használatuk utáni kezelése. A legtöbb ipari megoldás ugyanis az alapanyaghoz keverve alkalmazza a katalizátort, melynek a nehéz terméktől való elválasztása sok nehézséget jelent.

Jelenleg a műanyagok ipari méretben zajló újrahasznosításának életképességét egyértelműen a folyamat gazdaságossága szabja meg. Az újrahasznosítás révén azonban csökkenthető az energiafogyasztás és a környezetszennyezés; az újrahasznosítható anyagok értékes energiaforrást képeznek az ipar számára, így akár jelentős gazdasági haszon érhető el alkalmazásukkal. A műanyagok újrahasznosításának költségbecslése bonyolult, ugyanis az újrahasznosítás közvetlen költségei mellett figyelembe kell venni a hulladékok gyűjtésének, szállításának, válogatásának, az esetleges előzetes kezelés (pl. tisztítás) költségeit, a munkabéretet, valamint a különböző vegyszerek és azok további kezelésének költségeit is. A műanyag hulladékok újrahasznosításának költségét az is meghatározza, hogy az történetesen hol keletkezik (mekkora távolságra az újrahasznosító üzemtől). Emiatt gondolják sokan, hogy környezetvédelmi és gazdasági szempontok alapján a műanyag hulladékok kezelésére a kémiai újrahasznosítás a legjobb alternatíva [16]. A kémiai újrahasznosítás még nagy kapacitások esetén is hasonló költségekkel jár, mint a mechanikai újrahasznosítás vagy az energetikai újrahasznosítás, azonban megvan az az előnye, hogy megfelelő működés esetén nem jár károsanyag-kibocsátással. A mechanikai újrahasznosítással szemben pedig azért jelent kedvezőbb megoldást, mert sokkal kevésbé érzékeny az alapanyag összetételére és tisztaságára.

Az elmúlt években több krakkoló technológiát is kifejlesztettek [5]. A 2. ábra a legfontosabb eljárásokat foglalja össze. Az eljárások nagy részével azonban nem lehet szennyezett alpanyagot feldolgozni, vagy jelentős korlátozások vannak az alapanyag



Eljárás	Kapacitás	Alapanyagok	Termékek
Akzo-eljárás	50 000 t/év	Magas PVC-tartalmú aprított polimer hulladék	CO, HCl, H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , egyéb szénhidrogének, hamu
Amoco-eljárás	n. a.	PE, PP, PS vákuumolajba keverve	Gázok, benzin, könnyű szintetikus kőolaj
Battelle-eljárás	500 t/év	Aprított kevert műanyag hulladékok (PE, PS, PVC)	40% etilén, 27% metán, 17% hidrogén, egyéb szénhidrogének
Chevron-eljárás	n. a.	Műanyag hulladék és használt motorolaj	n. a.
DBA-eljárás	6 t/h	Műanyag hulladék	Energia
Ebara-eljárás	4 t/h	Műanyag hulladék	Energia
Fuji-eljárás	5000 t/év	Poliolefin hulladékok	15% gáz, 80% olaj, 5% szilárd maradék
Hamburg/ABB-eljárás	1 t/h	Műanyag hulladék (PVC-mentes)	Pirolízisgáz, könnyű gázolaj, olaj, BTX-ben gazdag frakció, kátrány
Kobe Steel-eljárás	1 t/h	Műanyag hulladék	Gázok, olaj, energia
PARAK-eljárás	20 000 t/év	Csomagolóipari PE, PP	50% paraffin wax (C <sub>18</sub> -C <sub>30</sub> ), 40% olaj
BP Polimer krakkoló-eljárás	25 000 t/év	Tisztított műanyag hulladék (max. 2% PVC-tartalommal)	Paraffin wax, melyet finomítói anyagáramokba integrálnak
Wayne-eljárás	50 t/nap	PE, PP, PS	15–20% könnyű olaj, 75–89% középölaj
Toshiba-eljárás	n. a.	Műanyag hulladék por formában (max. 20% PVC-tartalommal)	90% olaj
Lurgi-Eco-eljárás	n. a.	HDPE, PP	Éghető gázok
OzmoFuel-process	5000 t/év	HDPE, PP	Középedesztillátum

2. ábra. Néhány példa műanyagok krakkolással történő hasznosítására

szennyezőanyag-tartalmára (legtöbbször PVC- és PET-tartalmára) vonatkozóan. A nagyobb szennyezőanyag-tartalommal (> 5% PVC, PET vagy magas klór- esetleg brómtartalmú alapanyag, PA, ABS, WEEE, veszélyes hulladékok stb.) rendelkező alapanyag újrahasznosítására jelenleg nincs kidolgozott eljárás, hiszen az ilyen alapanyagból kapott termékek heteroatom-tartalmukból eredő hátrányos tulajdonságaik miatt csak nagyon alacsony áron vagy egyáltalán nem értékesíthetők. Mivel az újrahasznosítási arányt az EU-tagállamoknak folyamatosan növelniük kell, ezeknek a szennyezett műanyag hulladékoknak az újrahasznosítására is mielőbb megoldást kell találni.

### A krakkolási folyamat

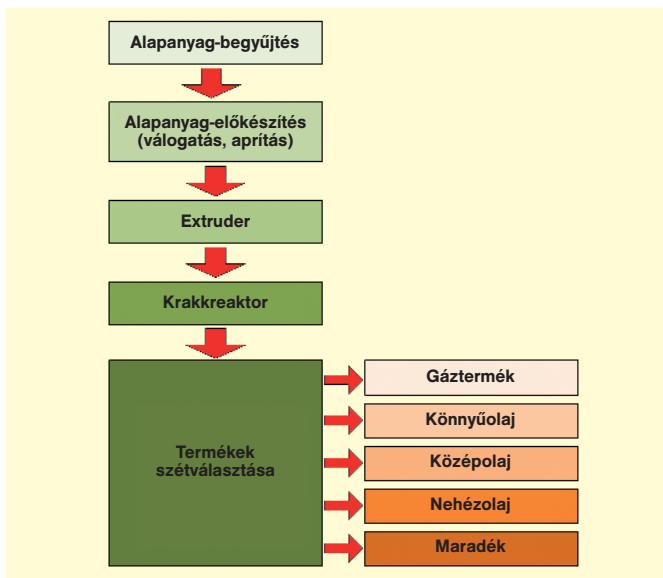
#### Felhasznált anyagok

Kutatásaink során különböző hulladékok (műanyag hulladékok, települési szilárd hulladékok, RDF, veszélyes hulladékok stb.) és műanyagipari melléktermékek termikus és katalizátorokkal segített termokatalitikus krakkolását vizsgáltuk. Jelen összeállításunkban lakossági műanyag hulladék (MPW), elektronikai hul-

ladék (WEEE), csomagolóipari hulladék (PW) és válogatott lakossági műanyag hulladék (SMPW) termikus krakkolásakor kapott eredményeket mutatjuk be. Az alapanyagok főbb jellemzőit az 1. táblázatban foglaljuk össze.

	MPW	WEEE	PW	SMPW
<b>Összetétel, %</b>				
HDPE	22,4	4,6	47,6	15,4
LDPE	27,7	4,9	49,3	21,1
PP	30,4	3,2	3,1	61,3
PS	15,0	59,8	–	2,2
ABS	–	27,5	–	–
PA	1,4	–	–	–
PVC	3,1	–	–	–
Hamutartalom, %	1,92	2,75	1,14	2,58
Nedvességtartalom, %	2,1	1,8	1,1	1,0
Cl, %	1,57	–	–	–
N, %	0,09	3,93	–	–
Br, %	–	2,41	–	–

3. ábra. A kísérleti berendezés vázlatos sémája

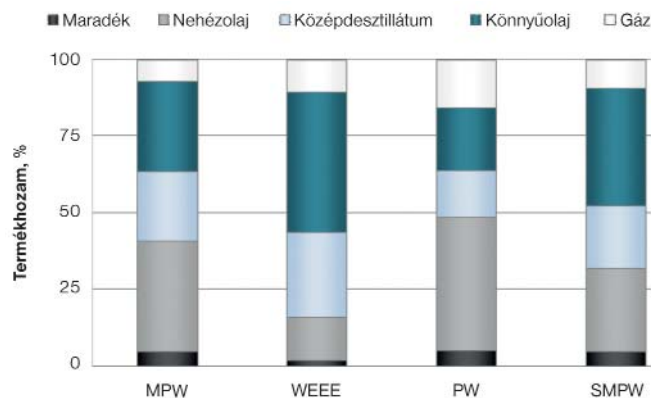


1. táblázat. A felhasznált műanyag hulladékok főbb jellemzői

#### Kísérleti berendezés

A műanyagok krakkolását folyamatos reaktorban végeztük. Az alkalmazott berendezés vázlatos rajza 3. ábrán látható. A készülék három fő részből állt, az extruderből, a fűthető reaktor-testből, valamint a szétválasztó egységből.

A műanyag hulladékokat apríték formájában lehetett a berendezésbe beadagolni. Az alapanyag egy adagolótölcséren keresztül jutott az elektromos fűtésű extruder egységbe, ahol a hulladék műanyag megolvadt. A krakkreakciók a reaktorban játszódtak le. A reaktor végéhez egy desztillálóoszlop csatlakozott, amely a szénhidrogénelegyet gázokra, könnyűolaj, középdesztillátum és maradék termékekre választotta szét. A folyadékokat szedőedényekben fogtuk fel, a gáztermékek mennyiségét gázórán mértük, majd mintavétel után fáklyán elégettük. A megfelelő szétválasztás érdekében a kolonna fenékhőmérséklete szabályozható volt. A kísérleteket állandó műveleti paraméterek mellett végeztük (500–550 °C reaktorhőmérséklet, 5 kg/h alapanyag-betáplálás),



4. ábra. A krakkolás során kapott termékek hozamai

így a termékminőségre csak az alapanyag összetétele volt hatással.

## Eredmények

### Termékhozamok

A krakkolás termékhozamait a 4. ábra mutatja be. A kapott termékek közül a későbbi felhasználás tekintetében a gáz-, könnyűolaj- és középpárlat-frakciók a legértékesebbek. Ezeket együttesen illékonytermékeknek nevezzük. Az illékonytermék-hozam az elektronikai hulladékok krakkolása során volt a legnagyobb (83,9%), míg a csomagolóipari hulladék esetében volt a legkisebb (51,5%). Ennek oka az, hogy a műanyagok szénláncainak termikus stabilitását alapvetően az azokat felépítő szénatomok rendűsége határozza meg, és stabilitás a rendűséggel csökken. Ennek megfelelően a például az egyenes láncú polietilén termikus degradációjához több energia szükséges, mint a metilcsoportokat vagy aromás gyűrűket tartalmazó polipropilénhez vagy polisztiroléhoz. Emiatt ugyanolyan körülmények között a polipropilénből vagy polisztirolból több illékonyterméket kapunk. A csomagolóipari hulladék 96,9%-ban tartalmazott polietilént (HDPE + LDPE), az elektronikai hulladéknak azonban mindössze 9,6%-át tette ki ez a műanyag típus. Az illékonytermékek hozamát nemcsak a szénatomok rendűsége szabja meg, hanem az alapanyag szennyezőanyag-tartalma is nagyban. Mint az ismeretes, a szén-szén kötés stabilitása nagyobb, mint a szén-heteroatom kötéseké. Ez azt jelenti, hogy amennyiben a műanyag láncában heteroatomokat tartalmaz (mint pl. a PVC), a szén-heteroatom kötések hasadása már alacsonyabb hőmérsékleten megindul (ez igaz heteroatom-tartalmú adalékok esetében is, mint amilyenek például a brómtartalmú égésgátló adalékok). Az ilyen módon létrejövő molekulafragmentumok pedig iniciálják a többi polimer további bomlását. Ezáltal csökken a krakkolódási reakciók aktiválási energiája, és azonos krakkolási hőmérsékleten nő az illékonytermék-hozam. A legnagyobb szennyezőanyag-tartalommal (2,41%-os Br-tartalom) az elektronikai hulladék rendelkezett.

A gázhozamok 7,1 és 15,7% közöttiek voltak. Érdekes módon a legnagyobb érték a csomagolóipari hulladék krakkolásakor volt tapasztalható, míg a legkisebb gázhozam a lakossági hulladék alapanyag esetén adódott. A csomagolóipari hulladék volt ugyanis, amely a legkisebb illékonytermék-hozamot szolgáltatta. Ez a jelenség részben azzal magyarázható, hogy a csomagolóipari hulladék alapanyag nem tartalmazott sem polisztirolt, sem pedig ABS-t, melyekre inkább nagy és aromásokban dús folyadékhozam (könnyűolaj- és középpárlat-hozam) jellemző.

A könnyűolaj-hozamok 20,4 és 45,7% közöttiek voltak. A leg-

több könnyűolaj az MPW alapanyagból és polisztirolban, valamint ABS-ben gazdag elektronikai hulladékból volt nyerhető, míg a legkevesebb a kizárólag poliolefinékből álló csomagolóipari hulladékból. Ez azzal magyarázható, hogy a poliolefinék termikus bomlásának aktiválási energiája nagyobb, mint az általunk alkalmazott többi polimeré. Azt is meg kell említeni, hogy a csomagolóipari hulladék nem tartalmazott jelentős mennyiségben szennyeződést, ez ebből képződött gyökök csökkenthetnék volna az aktiválási energiát.

A középdesztillátum-hozamok hasonlóképpen alakultak, mint a könnyűolaj-hozamok, így tehát a legnagyobb értéket az elektronikai hulladék, a legkisebbet pedig a csomagolóipari hulladék krakkolásakor tapasztaltuk. A középdesztillátum-termék mennyisége azonban minden esetben kisebbnek bizonyult, mint a könnyűolaj-hozam (53–76%). Értéke 15,4–27,7% között változott.

### A gáztermékek összetétele

A gáztermékek összetételének gázkromatográfiás módszerrel határoztuk meg. Az eredményeket a 2. táblázat foglalja össze. A gáztermékek minden esetben a C<sub>1</sub>–C<sub>5</sub> szénatomszám tartományba estek. Az alapanyag összetétele nemcsak a termékhozamokat,

	MPW	WEEE	PW	SMPW
C <sub>1</sub>	19,1	21,5	8,9	13,6
C <sub>2</sub>	20,5	33,7	20,7	20,4
C <sub>3</sub>	24,8	20,6	28,4	41,5
C <sub>4</sub>	29,1	14,9	31,3	19,3
C <sub>5</sub>	6,5	9,3	10,7	5,2

2. táblázat. A krakkolás során kapott gáztermékek szénatomszám-eloszlása, %

hanem a termékek összetételét is befolyásolta. Ez a gáztermékek szénatomszám-eloszlásában is megfigyelhető volt. A polietilén termikus bomlásakor a gáztermékben a C<sub>2</sub> C<sub>3</sub> és C<sub>4</sub> termékek domináltak, míg a polipropilén jellemzően a C<sub>3</sub> frakcióban gazdag gázterméket adott. Ez a műanyagok monomeregységeinek szénatomszámával hozható összefüggésbe. A kísérleteink során kapott gáztermékek szénhidrogén-összetételében is jól látszik az alapanyag összetételétől való függés. A zömében polietilént tartalmazó csomagolóipari hulladékból kapott gáztermékben a C<sub>2</sub> C<sub>3</sub> és C<sub>4</sub> komponensek együttes mennyisége ugyanis 74,4% volt, míg a legnagyobb mennyiségű polipropilént tartalmazó válogatott lakossági hulladék (SMPW) esetében a gáztermék 41,5%-ban C<sub>3</sub> szénhidrogénekből állt. A gáztermékek fűtőértéke a 46,6–47,3 MJ/kg tartományba esett. A legnagyobb fűtőértékkel az elektronikai hulladék krakkolásakor kapott gáztermék rendelkezett a nagy mennyiségű könnyű C<sub>1</sub> és C<sub>2</sub> szénhidrogén-tartalma miatt. A legkisebb fűtőértéket pedig a csomagolóipari hulladék adta, mivel ez tartalmazta a legtöbb a C<sub>5</sub> frakciót. Fontos megjegyezni, hogy a gázok nemcsak szénhidrogén-komponenseket, hanem szennyezőanyagokat is tartalmazhatnak, mivel az alapanyag halogéneket, ként vagy nitrogént tartalmazott, így azok a gáztermékben szervesetlen komponensek (HCl, HBr, HCN, NH<sub>3</sub>, H<sub>2</sub>S stb.) formájában megjelentek.

### A könnyűolajok tulajdonságai

A könnyűolajok további felhasználás szempontjából legfontosabb jellemzőit a 3. táblázat foglalja össze. Mint az a desztillációs



adatokból és a gázkromatográfiás eredményekből egyértelműen kitűnik, a könnyűolajok a krakkolás során keletkező C<sub>5</sub>–C<sub>12</sub> szénatomszám-tartományba eső frakciót jelentik. Látható az is, hogy a könnyűolaj-termékek szénhidrogén-csoportösszetételüket tekintve *n*-paraffin, *n*-olefin, alifás elágazó, aromás és nafténes szénhidrogénekből álltak. A kőolajipari és petrokémiai felhasználás szempontjából fontos lehet, hogy ezek közül melyik csoport az, mely a könnyűolajokban dominál. A könnyűolajok szénhidrogén-csoportösszetétele és az alapanyag minősége szoros össz-

	MPW	WEEE	PW	SMPW
<b>Szénhidrogén-csoportösszetétel, %</b>				
<i>n</i> -paraffin	18,5	13,9	44,6	23,0
<i>n</i> -olefin	27,1	11,7	41,0	16,8
alifás elágazó	36,3	10,4	11,8	50,7
aromás	15,3	58,3	2,4	8,2
naftén	2,8	5,7	0,2	1,3
Sűrűség, g/cm <sup>3</sup>	0,756	0,747	0,761	0,753
Kf <sub>p</sub> , °C	29	28	29	31
Vf <sub>p</sub> , °C	202	200	205	203
Cl, mg/kg	1 069	0	0	0
N, mg/kg	208	0	0	0
Br, mg/kg	0	1 785	0	0

### 3. táblázat. A könnyűolajok jellemzői

szefüggést mutat. Látható például, hogy amennyiben az alapanyag főként egyenes láncú polimereket tartalmazott (HDPE, LDPE, PP), a könnyűolajokban is az alifás szénhidrogének (*n*-paraffin, *n*-olefin és alifás elágazó) voltak túlsúlyban. A csomagolóipari hulladék esetében a könnyűolaj-termék több mint 90%-ban alifás szénhidrogéneket tartalmazott. Amennyiben az alapanyag óriásmolekulái egyenes láncúak voltak kevés elágazással (HDPE, LDPE), a belőlük kapott könnyűolajok nagyobb arányban tartalmaztak *n*-paraffin és *n*-olefin szénhidrogéneket. Ezzel szemben az elágazásokat is tartalmazó PP-ből inkább elágazó alifás szénhidrogének keletkeztek. Míg azokban az esetekben, amikor a polimerláncok aromás gyűrűket is tartalmaztak (pl. PS, ABS), a könnyűolajok jelentős aromás- és nafténtartalommal bírtak. A csoportösszetételeket vizsgálva minden esetben viszonylag nagy olefintartalom volt megfigyelhető, melynek oka a krakkolás reakciómechanizmusában (β-bomlási reakciók) keresendő.

A termékek sűrűségei a motorbenzinekhez hasonló értékeket mutattak. Amennyiben a könnyűolajban az egyenes láncú komponensek voltak többségben, a sűrűség valamivel nagyobb volt, mint amikor az aromások és a naftének voltak nagyobb koncentrációban.

Mivel a lakossági és az elektronikai hulladékok heteroatom-tartalmú komponenseket is tartalmaztak, ezek a termékekben is megjelentek. A lakossági hulladékból származó könnyűolajban klór- és nitrogén-szennyeződés volt megfigyelhető, míg az elektronikai hulladék esetében a könnyűolaj jelentős mennyiségű brómot tartalmazott. A másik két alapanyagnál ezek a szennyezők nem voltak jelen a termékekben. A krakktermékek későbbi értékesíthetősége és felhasználása szempontjából a szennyezőanyag-tartalom, különösen a halogéntartalom kulcsfontosságú. A halogéntartalmú savas komponensek ugyanis komoly problémákat (úgy mint korrózió, lerakódások, dugulások stb.) okozhatnak a további feldolgozás során. Vannak olyan szennyezők is, melyek a további feldolgozás során alkalmazott katalizátorokat mérgezik meg.

Éppen ezért az egyes termékfrakciók szennyezőanyag-tartalmára a kőolaj-finomítók belső előírásokkal rendelkeznek, melyek például a halogének esetében leggyakrabban néhány 10 ppm, vagy akár ez alatti koncentrációt szabnak meg. Ezek alapján érthető, hogy a napjainkban krakkolással kapcsolatos kutatások fő irányát a termékek szennyezőanyag-tartalmának csökkentésére irányuló eljárások kifejlesztése képezik. Látható ugyanis, hogy az alapanyag mindössze 1–2%-os szennyezőanyag-tartalma akár több mint ezer ppm-es koncentrációt jelenthet a könnyűolajok esetén, ami két nagyságrenddel nagyobb, mint a kívánt érték.

### A középdesztillátumok tulajdonságai

A krakkolás során kapott nehezebb folyadékfrakció a középdesztillátum. A négy különböző alapanyagból kapott középdesztillátumok főbb tulajdonságait a 4. táblázat mutatja be.

A középdesztillátum-termékekben elsősorban a C<sub>10</sub>–C<sub>18</sub> szénhidrogének voltak jelen nagy mennyiségben. A középdesztillátumok szénhidrogén-csoportösszetétele nagy hasonlóságot mutatott az ugyanazon alapanyagból nyert könnyűolajok összetételével, itt is megfigyelhető volt a viszonylag nagy olefintartalom, va-

	MPW	WEEE	PW	SMPW
<b>Szénhidrogén-csoportösszetétel, %</b>				
<i>n</i> -paraffin	28,5	16,4	50,9	23,5
<i>n</i> -olefin	20,6	11,3	32,2	13,6
alifás elágazó	39,4	10,5	15,7	53,3
aromás	9,9	57,6	1,2	8,1
naftén	1,6	4,2	0,0	1,5
Sűrűség, g/cm <sup>3</sup>	0,840	0,832	0,843	0,837
Kf <sub>p</sub> , °C	54	54	55	53
Vf <sub>p</sub> , °C	281	282	284	281
Kin. viszkozitás, 40 °C-on, mm <sup>2</sup> ·s <sup>-1</sup>	4,67	4,53	4,69	4,55
Zárt téri lobbanáspont, °C	45	46	48	46
Cl, mg/kg	1911	0	0	0
N, mg/kg	507	0	0	0
Br, mg/kg	0	2963	0	0

### 4. táblázat. A középdesztillátumok jellemzői

laminat a szénhidrogén-csoportösszetételnek az alapanyagtól való függése is. A könnyűolajokhoz hasonlítva a középdesztillátumok minden esetben valamivel nagyobb mennyiségben tartalmaztak *n*-paraffin szénhidrogéneket, míg az aromás és nafténes komponensek koncentrációja kisebb volt.

Sűrűségüket és viszkozitásukat tekintve a középdesztillátumok a gázolajokhoz hasonló értékeket mutattak, és sűrűségeikben hasonló tendenciák voltak megfigyelhetők, mint a könnyűolajok esetében. A középdesztillátum-termékek zárt téri lobbanáspontja alacsonyabbnak bizonyult, mint a gázolajok esetében mérhető (min. 55 °C-os) érték. Ez a desztillációs adatokat is figyelembe véve nem meglepő, hiszen a könnyűolaj-termék a nem megfelelő élességű szétválasztás következtében kis mennyiségben ugyan, de tartalmazott könnyebb (C<sub>6</sub>–C<sub>9</sub>) komponenseket is.

Amennyiben a termékek szennyezőanyag-tartalmát vizsgáljuk, kitűnik, hogy a lakossági hulladékból nyert középdesztillátumok klór- és nitrogéntartalma és az elektronikai hulladékból nyert középdesztillátumok brómtartalma magasabb értéket adott,



mint a könnyűolajoké, a szennyezőanyag-tartalmak a könnyebb folyadékfrakcióhoz hasonlítva majdnem kétszer akkoraak voltak. Ezek a szennyeződések a középdesztillátum-frakció forráspont-tartományába eső heteroatom-tartalmú szerves molekulák formájában voltak jelen.

## A nehézőolajok tulajdonságai

A krakkolás során a desztilláló kolonna fenéktermékéből a kokszszerű maradék kiszűrése után marad vissza a nehézőolaj-termék. A kísérletekben kapott nehézőolajok legfontosabb tulajdonságait az 5. táblázat foglalja össze. A nehézőolajok  $C_{19}^+$  szénhidrogéneket tartalmaztak, átlagos móltömegük 1130 és 1580 közötti volt. Szobahőmérsékleten szilárd anyagok, melyek dermedéspontja 70,8 és 73,2 °C, nyílt téri lobbanáspontja pedig 202 és 208 °C közé esett. A nehézőolajok dermedéspontja magasabb volt, mint a könnyű és extra könnyű fűtőolajoké (legfeljebb 51 °C), azonban

	MPW	WEEE	PW	SMPW
Dermedéspont, °C	73,2	71,3	70,8	72,1
Nyílt téri lobbanáspont, °C	208	203	202	205
Kin. viszkozitás, 100 °C-on, $mm^2 \times s^{-1}$	11,9	11,6	11,5	11,7
M, g/mol	1130	1200	1580	1370
Fűtőérték, MJ/kg	38,75	39,04	38,96	39,03
Cl, mg/kg	2706	0	0	0
N, mg/kg	834	0	0	0
Br, mg/kg	0	3770	0	0

5. táblázat. A nehézőolajok jellemzői

nyílt téri lobbanáspontjuk jóval az előírt érték (legalább 101 °C) felett volt. A 100 °C-on mért kinematikai viszkozitások értékei minden esetben a könnyű fűtőolajokhoz hasonló értéket adtak. A nehézőolajok fűtőértéke meglehetősen magas, 38,75 és 39,04 MJ/kg közötti értéknek adódott, mely összemérhető egy jó minőségű barnaszén fűtőértékével. A krakkolás során az alapanyag szennyezőanyag-tartalmának legnagyobb része a fenéktermékben koncentrálódik. Az 5. táblázatban feltüntetett szennyezőanyag-tartalmak azonban, habár magasabbak voltak, sem a lakossági, sem pedig az elektronikai hulladék esetében nem haladták meg nagymértékben a folyadékok (különösen a középdesztillátumok) szennyezőanyag-tartalmát. E nehézőolajok szennyezőanyag-tartalma azonban még így is magasnak mondható, amennyiben fűtőolajként vagy a kőolajiparban kívánjuk felhasználni.

## A maradékok tulajdonságai

A maradék termékek az alapanyag hamutartalmából és a ciklizációs, illetve kokszképződési mellékreakciókban keletkező nagy

6. táblázat. A maradékok jellemzői

	MPW	WEEE	PW	SMPW
Fűtőérték, MJ/kg	22,3	20,6	23,4	21,5
Cl, ppm	22 400	0	0	0
N, ppm	3568	0	0	0
Br, ppm	0	37 800	0	0

széntartalmú, kokszszerű anyagból tevődik össze. Főbb tulajdonságait a 6. táblázat tartalmazza. A maradékok fűtőértéke jóval alacsonyabbnak (majdnem feleannyinak: 20,6–23,4 MJ/kg) adódott, mint a nehézőolajoké, köszönhetően a nagy széntartalomnak. Az is látszik, hogy a fűtőérték a két nagyobb hamutartalmú alapanyag esetében alacsonyabb volt, mint a másik két esetben. A szennyezett alapanyagokból keletkezett maradékok klór-, nitrogén- és brómtartalma pedig egy nagyságrenddel nagyobbak adódott, mint a nehézőolajoké. Ennek az az oka, hogy a szennyezőanyagok jelentős része a kokszszerű maradékkal együtt kiszűrhető volt a fenéktermékből.

## IRODALOM

- [1] PlasticsEurope, EuPC, EuPR, EPRO and Consultic (2009) The Compelling Facts about Plastics – An analysis of European plastics production, demand and recovery for 2008.
- [2] A. Ammala, S. Bateman, K. Dean, E. Petinakis, P. Sangwan, S. Wong, Q. Yuan, L. Yu, C. Patrick, K. H. Leong, An overview of degradable and biodegradable polyolefins, Prog. Polym. Sci. (2011) 36, 1015.
- [3] S. M. Al-Salem, P. Lettieri, J. Baeyens, Recycling and recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review, Waste. Manage. (2009) 29, 2625.
- [4] A. Sjödin, D. G. Patterson, Jr. A. Bergman, A review on human exposure to brominated flame retardants – particularly polybrominated diphenyl ethers, Environment International (2003) 29, 829.
- [5] J. Scheirs, W. Kaminsky, Feedstock Recycling and Pyrolysis of Waste Plastics: Converting Waste Plastics into Diesel and Other Fuels, John Wiley & Sons Ltd., Edithwale, 2006.
- [6] S. Kumar, A.K. Panda, R. K. Singh, A review on tertiary recycling of high density polyethylene to fuel, Resour. Conserv. Recy. (2011)55, 893.
- [7] M. N. Siddiqui, H.H. Redhwi, Pyrolysis of mixed plastics for the recovery of useful products, Fuel Process. Technol. (2009) 90, 545.
- [8] J. Walendziewski, Continuous flow cracking of waste plastics, Fuel Process. Technol. (2005) 86, 1265.
- [9] A. Tukker, Grootschalige thermo-chemische verwerking van kunststofval, TNO report (1993) 94, 93.
- [10] Pyrolysis of brominated feedstock plastic in a fluidised bed reactor – William J. Hall, Paul T. Williams. – J. Anal. Appl. Pyrolysis 77 (2006) 75-82
- [11] Influence of time and temperature on pyrolysis of plastic wastes in a semi-batch reactor – A López, I. de Marco, B. M. Caballero, A. López, M. F. Laresgoiti, A. Adrados. – Chemical Engineering Journal 173 (2011) 62-71
- [12] Catalytic degradation of polyethylene using thermal gravimetric analysis and a cycled-spheres-reactor – J. Schirmer, J. S. Kim, E. Klemm. – J. Anal. Appl. Pyrolysis 60 (2001) 205–217
- [13] G. Elordi, M. Olazar, G. Lopez, M. Amutio, M. Artexte, R. Aguado, J. Bilbao, Catalytic pyrolysis of HDPE in continuous mode over zeolite catalysts in a conical spouted bed reactor, J. Anal. Appl. Pyrolysis (2009) 85, 345.
- [14] G. Elordi, M. Olazar, G. Lopez, P. Castaño, J. Bilbao, Role of pore structure in the deactivation of zeolites (HZSM-5, H $\beta$  and HY) by coke in the pyrolysis of polyethylene in a conical spouted bed reactor, Appl. Catal. B-Environ. (2011) 102, 224.
- [15] A.K. Panda, R.K. Singh, D.K. Mishra, Thermolysis of waste plastics to liquid fuel. A suitable method for plastic waste management and manufacture of value added parameters – A world prospective, Renew. Sust. Energ. Rev. (2010) 14, 233.
- [16] S. Chaiansutcharit, R. Katsuthat, A. Chaisuwan, T. Bhaskar, A. Nigo, A. Muto, Y. Sakata, Catalytic degradation of polyolefins over hexagonal mesoporous silica: Effect of aluminium addition, J. Anal. Appl. Pyrolysis. (2007) 80, 360.

## ÖSSZEFOGLALÁS

*Borsodi Nikolett, Miskolczi Norbert, Bartha László, Auer Róbert:*  
**Kőolaj-finomítói alapanyagok előállítása műanyag és egyéb hulladékok krakkolásával**

A krakkolás alkalmas eljárás műanyag hulladékok újrahasznosítására. Segítségével hulladék műanyagokból a kőolaj-finomítói anyagáramok összetételével nagy hasonlóságot mutató szénhidrogénelemek nyerhetők. A krakkolás nagy előnye a mechanikai újrahasznosítással szemben, hogy kevésbé érzékeny az alapanyag összetételére, tehát szennyezett vagy kevert alapanyag is feldolgozható az eljárás segítségével. A termékek hozamát és összetételét azonban nagyban meghatározza az alapanyag minősége, amennyiben ugyanis szennyeződések (heteroatomokat) tartalmaz, azok megjelennek a termékekben is, ezzel jelentős mértékben rontva azok értékesíthetőségét és további feldolgozási lehetőségeit. Éppen ezért a szennyezett alapanyagokból nyert termékek szennyezőanyag-tartalmát mindenképpen csökkenteni kell.





Körtvélyessy Gyula

■ Email: gyula@kortvelyessy.hu

Biztonsági adatlapok. Nyolcadik rész

# Az adatlapok formája: általános követelmények

## Bevezetés

Sajnálattal kell megállapítanunk, hogy mióta a biztonsági adatlapok „forgalomban vannak”, a formai kérdések uralták az ellenőrző hatóság vizsgálódását. De ha megvizsgáljuk, hogy a rendeleti háttér milyen újdonságokat hozott, meg kell állapítanunk, hogy sem 2007-ben a REACH, sem a 453/2010/EK bizottsági rendelet (az ún. adatlap-rendelet [1]) 2010-ben nem hozott lényeges *tartalmi* változásokat (lásd később is a szakaszok nevének összehasonlítását). Hiszen már a 44/2000 EüM rendelet 11. melléklete tartalmazta azt az – európai irányelvből átvett – „iránymutatást”, mely kitűnően meghatározta, hogy miről kell(ene) szólnia egy adatlapnak. Az más kérdés, hogy a vállalatok egyáltalán nem tartották be ezeket az előírásokat és – amint több európai felmérés és a hazai tapasztalatok is bizonyították – az adatlapok nem feleltek meg a jogi követelményeknek.

Azáltal, hogy a jogi alap irányelv volt, sajátos nemzeti rendeletekbe áttéve, nem is lehetett kikényszeríteni egy nem hazai beszállítótól, hogy egyáltalán adjon adatlapot, aztán azt sem, hogy magyarul adja. Arra meg már senkinek nem volt energiája, hogy tartalmilag is megfelelőt kérjen (ha egyáltalán volt ilyen!).

Elvileg az adatlapon szereplő dátum (nem a nyomtatás, nem az első kiadás, hanem az utolsó átdolgozás) meghatározza, hogy melyik rendeletnek kell megfelelnie, amint ezt már tárgyaltuk. Az adatlap-rendelet alapján, és mivel minden felmentés ez alól 2012. december 1-jével lejárt, a következő néhány közleményben ennek formai és tartalmi követelményeit fogjuk ismertetni.

## Általános tartalmi követelmények

Az adatlapnak vagy számozott oldalakat a teljes oldalszámmal, és/vagy olyan jelzést (pl. „lásd a következő oldalt” és „utolsó oldal”) kell tartalmaznia, hogy egyértelmű legyen, hogy az olvasónak minden oldal a kezében van.

Egyértelmű kell, hogy legyen, hogy mikor adták ki az utolsó verziót. Ezen túlmenően nagyon sokféleképpen lehet a változtatokat jelezni a rendelet szerint. Mindezek megfelelnek az ISO-szabványokban megadott, a szabályozott dokumentumokkal szemben támasztott követelményeknek.

Célszerű is, ha minden vállalkozás beveszi az adatlapokat az

irányítási rendszerébe. Ennek következménye az is, hogy cég-specifikusan megfogalmazza, hogy ki kapja, és milyen feladatokra kell az adatlap ismeretében elvégezni. Teljesen hasonlóan, mint a jogszabályi megfelelésnél. Az adatlap-rendelet azt is előírja, hogy a változásokat vagy a 16. szakaszban kell felsorolni, vagy másképp a szövegben jelezni.

Az irányítási rendszernek része az is, hogy meddig kell a már lecsereelt adatlapokat megőrizni. Sajnos ez ügyben az adatlap-rendelet és a csatlakozó iránymutatás semmit nem mond. Hiába van a rendeletben, hogy „az utoljára történt gyártás, import, szállítás vagy felhasználást követő tíz évig kell megőrizni az adatlapban leírtak végrehajtásához szükséges információkat”, ezt a kifejezést az iránymutatás sem tudja értelmezni.

Számomra a munkavállalók oktatásánál általam kifejtettek jelentik az értelmes feloldást: ha feljegyeztük, hogy melyik adatlapot milyen időtartományban használtuk és mely munkavállalóknak oktattuk, akkor szükséges és érdemes a végfelhasználóknak a megfelelő adatlapokat megőrizniük. A szállítóknak ugyanígy csak akkor, ha feljegyezték, hogy mely változatú adatlapot kinek és mikor adták át, és azt is, hogy az honnan származott és/vagy milyen információk alapján készült. Egyik sem kifejezett követelmény, de legalább van értelme. Csak így bizonyíthatjuk, hogy milyen veszélyességű termékekre mikor milyen intézkedések voltak előírva és azt tudattuk-e és mikor az érintettekkel. Nem igazán találok céggel, mely ezt maradéktalanul megtette volna, de nyilvánvalóan vagy ilyen a rendszerünk, vagy csak az éppen érvényes adatlapokat érdemes megőriznünk.

A következő oldalon látható összehasonlítás jól bizonyítja, hogy mennyire formalitásokban merült ki a legújabb adatlap-rendelet.

A rendelet a B részekben egyértelműen előírja, hogy miként kell mind a főcímet, mind az alcímet megfogalmazni és számozni. Eddig ilyen követelmény nem volt, nem véletlen, hogy nagyszámú „változattal” lehetett találkozni. Mindenki úgy nevezte el, ahogy gondolta, vagy a fordító jól-rosszul kitalálta. De az új adatlap-rendelet megváltoztatta a REACH jogi alapszöveg 31. cikk (6) bekezdésének szövegét az alábbiak szerint, és ezt figyelembe kell venni!

A dőlt betű utólagos módosítást jelez, eredetileg csak „Elsősegélynyújtás” szerepelt a B részben.



## REACH 31. cikk (6)

- 1) az anyag/ keverék és a társaság/vállalkozás azonosítója;
- 2) a veszély azonosítása;
- 3) összetétel/az alkotórészekre vonatkozó információ;
- 4) elsősegély-nyújtási intézkedések;
- 5) tűzvédelmi intézkedések;
- 6) intézkedések baleset esetén;
- 7) kezelés és tárolás;
- 8) az expozíció ellenőrzése/egyéni védelem;
- 9) fizikai és kémiai tulajdonságok;
- 10) stabilitás és reakciókészség;
- 11) toxikológiai információk;
- 12) ökológiai információk;
- 13) ártalmatlanítási szempontok;
- 14) szállítási információk;
- 15) szabályozási információk;
- 16) egyéb információk.

## 453/2010/EK rendelet B rész

1. SZAKASZ: Az anyag/keverék és a vállalat/vállalkozás azonosítása
2. SZAKASZ: A veszély meghatározása
3. SZAKASZ: Összetétel vagy az összetevőkre vonatkozó adatok
4. SZAKASZ: *Elsősegély-nyújtási intézkedések*
5. SZAKASZ: Tűzvédelmi intézkedések
6. SZAKASZ: Intézkedések véletlenszerű expozíciónál
7. SZAKASZ: Kezelés és tárolás
8. SZAKASZ: Az expozíció ellenőrzése/egyéni védelem
9. SZAKASZ: Fizikai és kémiai tulajdonságok
10. SZAKASZ: Stabilitás és reakciókészség
11. SZAKASZ: Toxikológiai adatok
12. SZAKASZ: Ökológiai információk
13. SZAKASZ: Ártalmatlanítási szempontok
14. SZAKASZ: Szállításra vonatkozó információk
15. SZAKASZ: Szabályozással kapcsolatos információk
16. SZAKASZ: Egyéb információk

A 16-ból 7 szakaszban új a cím. Új az is, hogy a SZAKASZ szót fel kell tüntetni. Az iránymutatás egyértelmű ebben a „fontos” kérdésben. További követelmény, hogy a B rész felsorol rengeteg alpontot. Ezek feltüntetése, és ami sokkal fontosabb, kitöltése, kötelező. Ha nem tudunk adat hiányában valahova valamit beírni, vagy az adott pont a termékünkre nem értelmezhető, akkor sem hagyhatjuk el, hanem ezt kell beírunk. Emiatt dagadtak az eddig 3–4 oldalas adatlapok 10–15 oldalasra. Nem pedig a megszorodott fizikai-kémiai, toxikológiai, vagy ökotoxikológiai adatok, vagy ami sokkal fontosabb, a részletesebb kitanítás miatt, hogy miként lehet a veszélyes terméket biztonságosan felhasználni. Bár természetesen vannak jó kivételek is!

Itt kell megjegyeznem, hogy a Cefic 2010-ben kiadott egy biztonsági adatlap-úrlapot angolul és németül, de ez nem felelt meg

a fenti általános követelményeknek. Már nincs a honlapjukon, de mégis sokan átvették és használják. ●●●

## IRODALOM

- [1] A BIZOTTSÁG 453/2010/EU RENDELETE (2010. május 20.) a vegyi anyagok regisztrálásáról, értékeléséről, engedélyezéséről és korlátozásáról (REACH) szóló 1907/2006/EK rendelet módosításáról. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2010:133:0001:0043:HU:PDF>

## ÖSSZEFOGLALÁS

**Körtvélyessy Gyula: Biztonsági adatlapok. Nyolcadik rész. Az adatlapok formája: általános követelmények**

Az adatlap formai követelményeivel kapcsolatban a legfontosabb, hogy a vállalat irányítási rendszerének részévé kell tenni. Az új adatlap-rendelet sok új formai előírást vezetett be, ezeket szigorúan be kell tartani.

## GÁBOR DÉNES-DÍJ 2013

### Általános felterjesztési felhívás



A NOVOFER Alapítvány Kuratóriuma kéri a gazdasági tevékenységet folytató társaságok, a kutatással, fejlesztéssel, oktatással foglalkozó intézmények, a kamarák, a szakmai és természettudományi egyesületek, a szakmai vagy érdekvédelmi szervezetek, szövetségek vezetőit, továbbá a Gábor Dénes-díjjal korábban kitüntetett szakembereket, hogy jelöljék GÁBOR DÉNES-díjra azokat az általuk szakmailag ismert, kreatív, innovatív, jelenleg is tevékeny, az innovációt aktívan művelő (kutató, fejlesztő, feltaláló, műszaki-gazdasági vezető) szakembereket, akik a műszaki szakterületen:

- kiemelkedő tudományos, kutatási-fejlesztési tevékenységet folytatnak,
- jelentős, a gyakorlatban az elmúlt 5 évben bevezetett, konkrét tudományos és/vagy műszaki-szellemi alkotást hoztak létre,
- megvalósult tudományos, kutatási-fejlesztési, innovatív tevékenységükkel hozzájárultak a környezeti értékek megőrzéséhez, a fenntartható fejlődéshez,
- személyes közreműködésükkel megalapozták és fenntartották intézményük innovációs készségét és képességét.

A díjak odaítéléséről a Kuratórium dönt. A Kuratórium döntése végleges, az ellen fellebbezésnek helye nincs.

A hiányos (adatlapot, indoklást, szakmai életrajzot, vagy ajánlóleveleket nem tartalmazó) jelöléseket a Kuratórium formai okból figyelmen

kívül hagyja. Nem lehet jelölő vagy ajánló a NOVOFER Alapítvány kuratóriumának vagy felügyelő bizottságának elnöke vagy tagja, az elbírálást segítő szakmai bizottság tagja, a jelölttel családi vagy alárendeltségi kapcsolatban álló személy.

A díjak személyre szólnak, így alkotóközösségek csoportosan nem jelölhetők.

A díjak csak egyszer nyerhetők el és a Kuratórium nem adományoz posztumusz díjat.

Az ideális jelölt teljesen új tudást létrehozó szakember, akinek műszaki-szellemi alkotását eredményesen hasznosítják, aki ismereteit a gyakorlatban alkalmazza, látóköre messze meghaladja a szűken vett szakterületet, és a felterjesztéskor még nem töltötte be az 55. életévét.

A Kuratórium fenntartja magának a jogot arra, hogy a tárgyévét megelőző évek jelöltje számára is adományozzon díjat, amennyiben a jelölt a tárgyévi felhívás minden kritériumának megfelel és a jelölők, valamint az ajánlók a kuratórium ez irányú megkeresése során fenntartják korábbi javaslatukat.

Az adatlap, a felhívás és a jelöléssel (előterjesztéssel) kapcsolatos részletes tudnivalók a [www.novofer.hu](http://www.novofer.hu) honlapról letölthetők.

A jelölést (előterjesztést) mind elektronikusan ([alapitvany@novofer.hu](mailto:alapitvany@novofer.hu)), mind papíralapon (1112 Budapest, Hegyalja út 86.) be kell nyújtani.

Az elektronikus jelölés beküldési, a papíralapú jelölés postára adási határideje: **2013. október 10.**

Eredményhirdetés és díjátadás: 2013. december vége.

További felvilágosítás: e-mail: [alapitvany@novofer.hu](mailto:alapitvany@novofer.hu), tel.: 1/319-8913, fax: 1/319-8916, mobil: 30/4848-004.

**Dr. Gyulai József**

# Híresek és Kémikusok

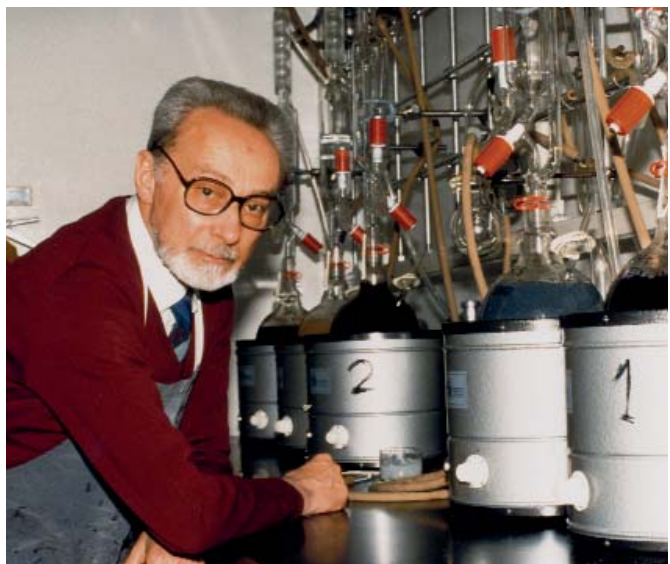
## Primo Levi

Primo Levi (1919–1987) a 20. század egyik leghíresebb olasz írója volt. Olvasói számára minden bizonnyal nem újdonság, hogy nyugdíjazásáig a vegyiparban dolgozott, mert ez a tény művei jelentős részében is fontos szerepet kap. *A periódusos rendszer* című elbeszélés-gyűjteménye a Brit Királyi Intézet 2006-os szavazásán a „minden idők legjobb tudományos könyve” címet kapta meg (l. a keretes írást).

Primo Levi Torinóban született liberális zsidó családban. Édesapja, Cesare az első világháború előtt évekig Budapesten dolgozott a Ganz-gyárban, majd 1944-ig a cég olaszországi képviselője volt. Cesare nagyon szeretett olvasni, és felesége, Ester is igen művelt volt. A családnak a torinói Corso Re Umberto utcában volt lakása, Primo Levi kisebb megszakításokkal szinte egész életében ott élt.

Primo kitűnő tanuló volt, 1934-től a Massimo d’Azeglio liceo classico középiskolában tanult, amely képzési színvonalával mellett antifasiszta érzelmű tanáraitól is nevezetes volt. Az oktatók között volt Cesare Pavese (1908–1950) is, aki később kora egyik leghíresebb olasz regényírója lett. Primo Levi iskolásként olvasta Sir William Henry Bragg (1862–1942), az 1915-ös fizikai Nobel-díjas tudós *A dolgok természete* című könyvét, amelynek hatására a kémiaát választotta élethivatásául. 1937-ben vették fel a torinói egyetemre, s 1941-ben végzett kitűnő eredménnyel. Az akkoriban elfogadott antiszemita törvények miatt nehezen talált diplomamunkájához témavezetőt, végül Dr. Nicolò Dallaporta irányítása mellett vizsgálta a királis vegyületek konfigurációjának megváltozásával járó Walden-inverziót.

Primo Levi már egyetemista korában is nagyon szeretett a hegyekben kirándulni, így 1941 decemberében örömmel fogadta el egy bánya állásajánlatát: munkája során az ott képződő meddő nikkeltartalmát kellett kinyernie. Az antiszemita törvények miatt álnéven, hamis papírokkal dolgozott. A helyzet tragikus iróniája, hogy kutatásainak végső célja mindenekelőtt a háborús német fegyvergyárak nikkelhiányának enyhítése volt. 1942 júniusától Milánóban dolgozott egy svájci cégnél azon, hogy zöldségekből cukorbetegség elleni gyógyszert állítson elő. Hamar felismerhette,



hogy a feladat lehetetlen, de ennek bizonyítása természetesen a vállalat egyetlen alkalmazottjának sem volt érdeke. 1943 őszétől az olasz partizánmozgalom néhány tagjával a hegyekben bujkált, de csoportjuk semmiféle kiképzést nem kapott, így egy fasiszta milícia szinte azonnal elfogta őket. Először olaszországi munkatáborba került, majd Auschwitzba szállították, ahol a 174,517-es azonosítószámot kapta. David Blaine, az 1973-as születésű amerikai illuzionista ezt a számot tetováltatta a bal alkarjára.

Primo Levi azon kevesek közé tartozott, akik túlélték a koncentrációs tábor borzalmait. Ebben két véletlennek is nagy szerepe volt: Egyrészt a későbbi neves író kémiai szakértelme fontosnak számított a táborban működő IG Farben Buna műgumit előállító vegyipari üzemében, és így csekély védelmet jelentett számára. Másrészt súlyos betegség támadta meg, közvetlenül mielőtt a Vörös Hadsereg 1945. január 18-án elérte Auschwitzot. A skarlátos, magas lázzal küzdő Primo Levit a sietve visszavonuló német csapatok egyszerűen sorsára hagyták.

1946 januárjától Torinóban a DUCO (Du Pont Company) festékgyárában talált munkát, s ekkor kezdte irodalmi pályafutását is. Azon írók közé tartozik, akik elsősorban a saját élettörténetüket akarták megosztani az olvasókkal. Első regényének címe *Ember ez?* (Se questo è un uomo?); a kötet 1947 őszén jelent meg. Ekkorra a szerző már saját tanácsadó céget tartott fenn egy ba-

Az 1799-ben alapított Brit Királyi Intézet (Royal Institution of Great Britain) 2006-ban közzét felhívást minden idők legjobb „tudományos könyvének” megválasztására. Tudósok, írók és közéleti személyiségek (például a Canterbury éresek) jelöltek műveket, amelyekből 2006. október 19-én az Imperial College-ban tartott „döntőn” részt vevő vendégek választották ki a legjobbat. Az elismerést Primo Levi *A periódusos rendszer* című műve kapta. A döntőn, illetve az azt megelőző jelölési eljárásban jelentős számú szavazatot kapó művek közül magyarul is megjelentek a következők:

Konrad Lorenz: *Salamon király gyűrűje*

Tom Stoppard: *Árkádia*

Richard Dawkins: *Az önző gén*

James Watson: *A kettős spirál*

Bertolt Brecht: *Galilei élete*

Charles Darwin: *Egy természettudós utazása a Föld körül*

Douglas R. Hofstadter: *Gödel, Escher, Bach. Egybefont gondolatok birodalma*

Oliver Sacks: *A férfi, aki kalapnak nézte a feleségét*

Paul Davies: *Hogyan építsünk időgépet?*

Richard P. Feynman: *Tréfál, Feynman úr?*

Paul De Kruif: *Bacillusvadászok*



rátjával, Alberto Salmonival, amely elsősorban ón(II)-kloridot szállított üvegyárainak. 1948 áprilisában újra váltott, a SIVA márkanévű festékeket gyártó cégnél lett kémikus, majd 1950-tól műszaki igazgató.

Első irodalmi műve eleinte nem váltott ki különösebb visszhangot, egy évtized alatt mindössze 1500 példányt vásároltak belőle. 1958-ban azonban újra kiadták, és ekkor már nemzetközi körökben is felfigyeltek rá, rövidesen lefordították angolra és németre is. Az 1960-as évektől kezdve egyre többet írt, a torinói La Stampa napilap rendszeres publicistái közé tartozott, és Damiano Malabaila néven tudományos-fantasztikus történeteket is megjelentetett. 1977-ben végleg nyugdíjba ment a SIVA-tól – csak innen-től tekintette magát hivatásos írónak.

A *periódusos rendszer* (Il sistema periodico) című novellagyűjteménye összesen 21 írást tartalmaz, mindegyik címe egy-egy elem neve. Az írások közül tizenkettő magyarul is olvasható a 2009-ben kiadott *Angyali pillangó* című válogatásban. A *Vas* című, az író egyetemi éveiről szóló elbeszélés egy rövid részlete igen jól érzékelteti Levi kémia iránti szenvedélyes lelkesedését:

„A fizikát már együtt tanultuk, és Sandro elképedve hallgatta, amikor megpróbáltam kifejtetni neki néhányat az akkortájt fejemben kavargó eszmék sokaságából. Hogy az Ember nemessége, melyet száz évszázad megpróbáltatásai és tévedései árán ví-

vott ki magának, abban nyilvánul meg, hogy úrrá lett az anyagon, és én azért iratkoztam be a vegyészetre, hogy hű maradjak ehhez a nemes emberi eszményhez. Hogy az anyagot azzal győzzük le, ha megértjük, és azért kell megértenünk, hogy megértsük a világegyetemet és önmagunkat; és hogy éppen ezért Mengyelejev periódusos rendszere, melyet azokban a hetekben kezdtünk igazából áttekinteni, tulajdonképpen egy költemény, nagyobb és megrendítőbb, mint bármelyik vers, amit a gimnáziumban tanultunk: sőt, ha úgy vesszük, még rímei is vannak. S ha keresné a hidat, a hiányzó láncszemet az írott világ és a dolgok világa között, nem kéne messzire mennie: ott van az Autenrieth-ben, azokban a mi füstös laboratóriumainkban meg a jövőendő mesterségünkben.” (Fordította: Székács Vera)

Primo Levi 1987. április 11-én halt meg, miután lakóházának lépcsőházában háromemeletnyi magasságból lezuhant. A hivatásos íratok öngyilkosságának minősítették a történeteket, de néhány életrajzíró kételkedik ebben, inkább gyanakodnak balesetre. Noha Primo Levi valóban hajlamos volt a depresszióra, közeli ismerőei szerint abban az időszakban jelentős tervek foglalkoztatták. Őket igazolja az is, hogy búcsúlevelet nem hagyott hátra, és kémiai ismeretei is megletek volna ahhoz, hogy az öngyilkosságának jóval kevésbé fájdalmas módját válassza.

Lente Gábor

## Egy kémikus gondolatai

*Ilosvay Lajos* (1851–1936), a Műegyetem később nagy tekintélyű professzora, 1880-ban hosszú tanulmányútra indult. Tapasztalatairól 1884-ben a Természettudományi Társulat ülésén is beszámolt. Az előadás írásos változatából idézünk néhány bekezdést.

„Az irodalmi művek pedig – úgy közlemények, mint tankönyvek alakjában – csak a végeredményeket tüntetik fel, de a tudományos életről, a gondolatok megvalósításánál követett eljárásokról felvilágosítást nem nyújtanak. Éppen azért, mert társadalmi és tudományos életünk annyiféleképpen függ össze a német viszonyokkal, és most Németországban a tudományos kémia a gyakorlati alkalmazással annyira összeforrott, hogy a tudományos kémia fejlesztői egyszersmind nevezetes ipari jelentőségű testek felfedezői is: elhatároztam, hogy először Németországban állapodom meg, ott legalább egy évet töltök és csak azután megyek Franciaországba, s végre Angliába. [...]

Mielőtt a laboratóriumi viszonyok ismertetésében kezdenék, lehetetlen elhallgatnom azt a kellemesen sajátos benyomást, melyet a



francia, s különösen a *sorbonne*-i auditórium gyakorol az idegenre. Már a német egyetemek hallgatóinak szorgalma és komoly magatartása meglepő; de ez a csendes, fegyelmhez szoktatott és néha fontoskodó németeknél természetesen látszik. Az élénkségükről híres franciáknál ilyesvalamit nem várunk; és azért lep meg bennünket a hallgatóság magaviselete. Mint hogy az előadások – kivéve a Conférences-okat – nyilvánosak, tarka közönség szokta a termet megtölteni. Férfi, nő, öreg, ifjú vegyesen foglalják el a terem nagy részét, csak az első egy-két sorban fenntartott és korláttal elkülönített helyek maradnak szabadon. Ezekre a szaktárggyal foglalkozó és bejegyzett rendes hallgatók tarthatnak számot. A teremben kalappal vagy anélkül ülhetnek. Szabadon járhatnak

a vendégek ki és be. De ez a szabadság legkevésbé sem szolgál visszafelé. Lehetőleg mindenki azon van, hogy a közfigyelmet csendháborítás ne zavarja meg. A csendet csak a kedvelt tanár bejövetele és el-távozásakor felhangzó taps szokta megzavarni. Tetszésüket néha előadás közben is tappsal fejezik ki. Annyival meglepőbb ez a nagy figyelem mind az előadó, mind egymás iránt, mennyivel többször láthattuk, hogy a pezsgő életkedv másutt ugyancsak korlátlanul nyilvánul. Amilyen szabadon jöhet, mehet a nagyközönség – mint vendég – éppen annyira meg vannak kötve a bejegyzett hallgatók. Minden előadásra való megjelenésüket a tanár belépése előtt kell sajátkezű aláírással igazolniuk. Ha a tanár belépett a tanterembe, a könyvet a felügyelő kiviszi. Ezt az eljárást a francia republikában nem tartják szabadságsértőnek. Próbálna meg valaki nálunk, a monarchikus Magyarországon hasonló ellenőrzést. [...]

Nem habozom annak kijelentésében sem, hogy bármennyire magával ragad nevezett tanároknak s általában a külföldi kémikusoknak termékenysége, feltétlen bámulójok nem vagyok. Ha valaki az uralkodó viszonyokhoz mérten *non multa sed multum* produkál, azaz aránylag kevesebbet közöl, azonban közleményeinek becse kétséget, visszautasítást, helyreigazítást nem tűr meg, gazdagította a tudományt, ha terjedelemben nem, legalább mélységben. De ha valaki csak azért dolgozik valamit és ír, hogy neve forgalomban legyen, az sem az irodalomnak, sem a tudománynak nem használ. Nagy részben ennek a hiúságnak tudhatjuk be, hogy a külföldi kémiai irodalomban bizony jól ismert tollakból is sok jelenik meg, ami elmaradhatott volna. Idő kell az eszmék megemésztéséhez, még több azok megvalósításához; és ha az eszme nem érett meg, a kidolgozás nem elég körültekintéssel történt, sok olyan adat kerül a világ elébe, melyeket használat esetén ellenőrizni kell. És ha ilyen ellenőrzés többször előfordul, nagy tekintélyekbe helyezett bizalmat is megingathat.”<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Természettudományi Közlöny, 1884. november, december.



## Biomolekulák elemzése

A bonyolult biológiai minták analízisének előfeltétele az alkotóelemek szétválasztása. Erre számos érzékeny módszert dolgoztak ki, és ezek lehetővé teszik a kis mennyiségű minták gyors analízisét.



### Elektroforézis (Tiselius)

Az elektroforézis például olyan laboratóriumi technika, amelynek segítségével elektromos töltésű szerves vagy szerves részecskék keverékét alkotórészeire lehet szétválasztani, mert a részecskék az elektromos térben eltérő sebességgel és polaritásuktól függő irányban vándorolnak. Az orvostudományban legfontosabb alkalmazása a szérum fehérjéinek vizsgálata. Az eljárást az előző század harmincas éveiben A. Tiselius (1902–1971) svéd kémikus vezette be. Ezért a munkájáért 1948-ban kémiai Nobel-díjjal tüntették ki.



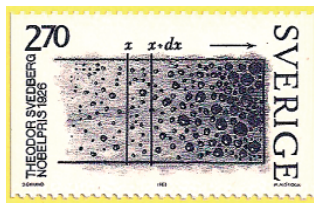
### Szétválasztás termodiffúzióval

Az ultracentrifugát T. Svedberg (1884–1971) svéd kémikus fejlesztette ki a makromolekulák ülepedési sebességének és mole-

Az elektroforézis például olyan laboratóriumi technika, amelynek segítségével elektromos töltésű szerves vagy szerves részecskék keverékét alkotórészeire lehet szétválasztani, mert a részecskék az elektromos térben eltérő sebességgel és polaritásuktól függő irányban vándorolnak. Az orvostudományban legfontosabb alkalmazása a szérum fehérjéinek vizsgálata. Az eljárást az előző század harmincas éveiben A. Tiselius (1902–1971) svéd kémikus vezette be. Ezért a munkájáért 1948-ban kémiai Nobel-díjjal tüntették ki.

Gázok és folyadékok alkotórészeit (pl. izotópokat) termodiffúzió segítségével is szét lehet választani. Az eljárás azon alapszik, hogy a nagyobb molekulák vagy nehezebb izotópok az alacsonyabb hőmérsékletű hely felé diffundálnak. A berendezés egy függőleges csőből áll, amelyet kívülről hűtenek, a tengelyében pedig egy fűtőszál fut. A hőmérséklet-különbség miatt a nehezebb izotópok lefelé, a könnyebbek felfelé vándorolnak. A termodiffúziós eljárást a II. világháború alatt G. Hertz (1887–

1975) ipari méretekben alkalmazta az urán izotópjainak szétválasztására.

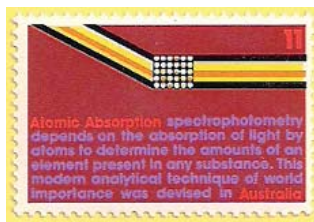


### Szétválasztás ultracentrifugával (Svedberg)



### Szétválasztás kromatográfiával (Martin és Synge)

Az atomabszorpciós spektrometria nagyon érzékeny analitikai eljárás. Alapelve az, hogy a vizsgálandó anyagot atomjaira bontják (pl. lángban vagy grafitkemencében), majd megvilágítják egy vájt katódú vagy elektród nélküli gázkisülési lámpával, a gerjesztett fényt – monokromátorral megsűrve – fotoelektron-sokszorozóval detektálják, majd kalibrálás után meghatározzák a minta koncentrációját. Főbb alkalmazási területei a klinikai, gyógyszeripari, agrokémiai, élelmiszer-ipari, törvényszéki, víz- és környezetvédelmi analízis.



### Atomabszorpciós spektrometria

Az elektronspin-rezonancia (ESR) spektrométer mágneses térben lévő minta elektromágneses abszorpcióját méri. A jelenséget először J. Zavojszkij (1907–1976) szovjet fizikus figyelte meg 1944-ben. Ezzel a módszerrel csak a páratlan elektront tartalmazó anyagok vizsgálhatók. Az abszorpciós spektrum alapján meghatározzák a minta koncentrációját.

Az elektronspin-rezonancia (ESR) spektrométer mágneses térben lévő minta elektromágneses abszorpcióját méri. A jelenséget először J. Zavojszkij (1907–1976) szovjet fizikus figyelte meg 1944-ben. Ezzel a módszerrel csak a páratlan elektront tartalmazó anyagok vizsgálhatók. Az abszorpciós spektrum alapján meghatározzák a minta koncentrációját.

### Elektronspin-rezonancia (Zavojszkij)



kulatömegének meghatározására. Munkájáért 1926-ban kémiai Nobel-díjat kapott. A biokémiában lipoproteinek szeparálására, fehérjék koncentrálására, koloidoldatok szétválasztására, vírusok izolálására használják.

A kromatográfia főként a szerves kémiában, a biokémiában, a mikrobiológiában és az élelmiszer-kémiában nélkülözhetetlen analitikai, preparatív és szeparációs eljárás. Lényege egy mozgó fázisnak egy álló fázison való áthajtása. A. J. P. Martin (1910–2002) és R. L. Synge (1914–1994) 1952-ben kapott Nobel-díjat a megosztási kromatográfia területén elért eredményeiért.

A radiokromatográfás módszerrel radioaktív izotópokkal jelzett gyógyszerek tisztaságát és eloszlását vizsgálják. Ezek nagy részét lágy béta-sugárzó izotópokat (trícium és C-14) tartalmaznak, amelyek mérését sugárdetektorokkal végzik.

Az atomabszorpciós spektrometria nagyon érzékeny analitikai eljárás. Alapelve az, hogy a vizsgálandó anyagot atomjaira bontják (pl. lángban vagy grafitkemencében), majd megvilágítják egy vájt katódú vagy elektród nélküli gázkisülési lámpával, a gerjesztett fényt – monokromátorral megsűrve – fotoelektron-sokszorozóval detektálják, majd kalibrálás után meghatározzák a minta koncentrációját. Főbb alkalmazási területei a klinikai, gyógyszeripari, agrokémiai, élelmiszer-ipari, törvényszéki, víz- és környezetvédelmi analízis.

Az elektronspin-rezonancia (ESR) spektrométer mágneses térben lévő minta elektromágneses abszorpcióját méri. A jelenséget először J. Zavojszkij (1907–1976) szovjet fizikus figyelte meg 1944-ben. Ezzel a módszerrel csak a páratlan elektront tartalmazó anyagok vizsgálhatók. Az abszorpciós spektrum alapján meghatározzák a minta koncentrációját.

Az abszorpciós spektrum alapján meghatározzák a minta koncentrációját.



tározható például az életfolyamatokban részt vevő szabad gyökök koncentrációja.

A *magmágneses-rezonancia spektroszkópia és képalkotás (NMR, MRI)* azon alapszik, hogy a rendezetlen eloszlású mágneses momentumú atommagok (pl. hidrogénmag) külső mágneses térben beállnak a tér irányába, majd az erre merőleges nagyfrekvenciás tér bekapcsolásakor a magok spinje a mágneses tér erővonalai körüli kúp felülete mentén mozog, precesszál. A nagyfrekvenciás tér kikapcsolásakor a spinek a környezetre jellemző relaxációs idővel visszatérnek nyugalmi állapotukba, miközben a nagyfrekvenciás tekercsben rezonanciajelet keltenek.

Boros László



Magspin



Koponya MRI-felvétele

## Nitrogén tér

Giorgio Nebbia, a Bari Egyetem emeritus professzora a következő levelet küldte nemrégiben egy levelezőlistára: „A kis olasz város, Bussi sul Tirino (Abruzzo) egyik terét a nitrogénről nevezték el: Piazza Azotónak (Nitrogén térnek) hívják annak emlékére, hogy 1902-ben itt épült fel az első olasz kalcium-ciánamid üzem. Hány olyan város lehet a világon, ahol elemről nevezték el utcát vagy teret?”

Perceken belül (és napokig) jöttek a válaszok. Kiderült, hogy igen gyakori a Nitrogén, Szén, Bór, Foszfor, Szilícium, Klór, Fluor, Bróm, Urán út/utca, és Dél-Afrikában szívesen nevezik el a közttereket elemekről. Namíbia fővárosában, Windhoekban Arany, Ezüst, Nikkel, Platina, Palládium, Kalcium, Réz és Kobalt utca is van.

A norvégiai Haldenben Sølvkata (Ezüst utca); Oslóban, Fredrikstadban Titangata (Titán utca); Trondheimben Kobbergata (Réz utca) található. Koppenhágában a Sølvtorveten (Ezüst piacon), Svédország számos városában a Jerntorgeten (Vas piacon) járkalhatunk. Az olasz kikötővárosban, Livornóban még a fém utcájának



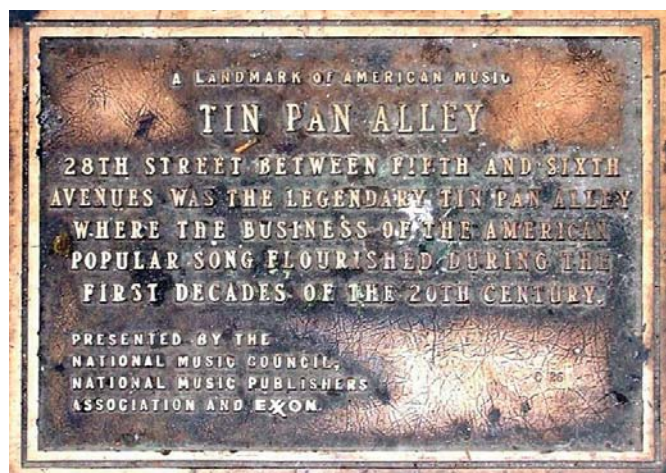
is dallamos a neve: Via del Metallo. A Hidrogén utca ritka, de például Ludwigshafenben ilyen is van.

Egy amerikai hozzászóló – többek között – a kristályról, elektrónról, lúgról, éterről, ionról, cukorról, vízről, grafitról elnevezett utcákat említette. Egy ausztrál levelező is hosszú utcalistát küldött. „Nálunk, São Paolóban – írta egy brazil vegyész – utcát nevezték el az alumíniumról, brómáról, kadmiumról, kalciumról, klórról, kobaltról, kriptonról, lítiumról, higanyról, nikkeltől, oxigénről, platináról, rádiumról, radonról, ezüstről, ónról, uránról, cinkről, plutóniumról (erről zsákutcát) és az ameríciumról. Az utaknak, tereknek, sétányoknak nem néztem utána.”



A Golden Square a londoni Sohóban; az 1670-es évek előtt legelő volt

Valaki megemlítette a Tin Pan Alley-t, ami valójában nem utca, hanem Manhattan (New York) egy darabja. Könnyűzenei kiadók, dalszerzők dolgoztak itt a 19. század végén és a 20. század első évtizedeiben. Néhol ma is Tin Pan Alley-nek nevezik azokat a háztömböket, ahol sok zenei kiadó, hangszerbolt működik egymás mellett. A „tin pan” (őnedény, ónszerpenyő) kifejezés a legenda szerint onnan ered, hogy a környék egyszerre püfölt, olcsó zongorái úgy szóltak, mintha több száz ónszerpenyőt kongattak volna [1].



Emléktábla New Yorkban

Az első sorok után biztosan elkezdtek törni a fejüket a magyar „elemi neveken”. Ezt tettem én is: Budapesten a Vas utca és egy városrész, Rézmál jutott az eszembe. Az utóbbiról kiderült, hogy nincs köze a rézhez: rózsahegyet jelent [2]. A VIII. kerületi Vas utca viszont egy boltról kapta 1838-ban az Eisen Gasse nevet, amit hamarosan magyarosítottak [2]. Korábban több Vas utca volt a városban; az elem neve az összetett szavakban is visszaköszön (pl. Vaslemez, Vasöntő, Vasrózsa utca).

De nézzük a periódusos rendszert és *Budapest teljes utcanévlexikonát*. A hatodik elemre jön az első találat: Csepelen van Szén utca, és a 18–19. századi szénpiac miatt a Deák tér környékén is



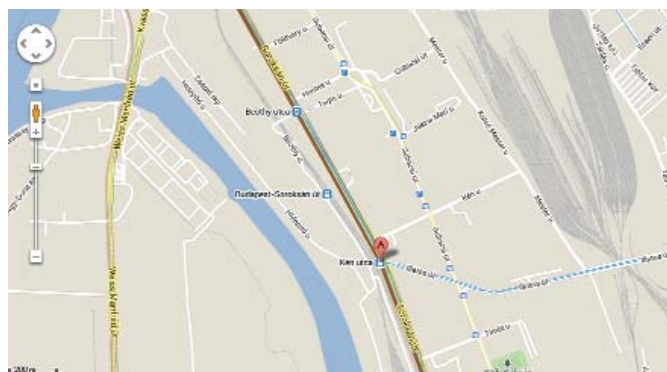
WIKIPÉDIA, FIN FÁHEJ FELVÉTELE

WIKIPÉDIA, BEN SUTHERLAND FELVÉTELE



lehetett Szén piac/tér. Sashalmon találjuk a Gyémánt utcát, de a grafit és a fullerén senkinek a fantáziáját nem mozgatta meg eddig. Nitrogén terünk ugyan nincs, de van Salétrom utcánk, a Józsefvárosban. Pár száz éve itt állt a „salétromégető ház” [2]. Az oxigén ózon formában szerepel utcanévként.

A következő periódust a Kén utca képviseli, a Ferencvárosban: a közeli Hungária, majd Budapesti Vegyiművekben, az Illatos úton bőven volt kén (az út nem a vegyi gyárról, hanem a közeli Illatos-árokra kapta a nevét).



Titán utca van a II. kerületben, a névadók azonban inkább a titánokra gondolhattak. A vassal és a rézzel kezdtük a budapesti keresgélést, de az még nem szerepelt, hogy a 16–17. században a Szentháromság utcát Kazánkészítők vagy Rézművesek útjának hívták, mert a török időkben a Várban laktak a rézművesek. Nemesgáz is szerepel a nevek között: Újpesten, a Tungstam közelében volt a Krypton utca. „Területrendezés miatt megszűnt” [2].

A következő periódusból két találat van: az első az Ezüst utca Rákosszabab-Újtelepen. (Az Ezüstfa, Ezüstgaras, Ezüsthegy utca után végre akad egy tér is Kelenföldön: ez az ezüstfenyőről kapta a nevét.) Az ónnak a XXII. kerületben van utcája: a 20. század elején telepítették ide, Nagytéténybe a Magyar Ónműveket (a későbbi Metallochémiát). A gyárból nemcsak színesfém, porfesték került ki, hanem irdatlan mennyiségű szennyezés is: 1990-ben, a rendszerváltó kormány hivatalba lépése után a „KÖJÁL felfüggesztette a Metallochemia gyár tevékenységét, mivel »poros volt a porkamra«. Valójában a felfüggesztést a jelentős környezet-szennyezés, illetve a felhalmozott veszélyes hulladékokkal járó környezet-egészségügyi kockázat miatti lakossági tiltakozás váltotta ki, de emiatt a gyár leállítását nem lehetett volna elrendelni” [4]. A kármentesítés 2004-től 2008-ig folyt.

Platina utca van Budafokon (és Borkó utca is, ez legalább az itteni borászatra utal), Arany utca pedig Csillaghegyen. „Arany” jelzős utcanevekkel szerte a városban találkozunk (pl. Aranyalma, Aranycsillag, Aranyforint, Aranyhal, Aranykéz). A higany Gazdagréten kapott utcát, az ólom Mátyásföldön (a közelben volt az Ikarus-gyártelep, de talán nem innen származik a név).

Nemcsak elemekről, hanem magáról az „elem” szóról is neveztek el utcát Újpesten, a Chinoin környékén (ahol Chinoin utca is van). A számos, kémiához társítható utcanév közül két budapesti példát ragadok még ki; előbb a Vegyész utcát, Albertfalván. Nem lehet véletlen a névválasztás: a közelben volt a „Lorrieux Chimie Rt. (1928) – Tintagyár (1949) – Lakk és Festékipari V. (1959) – Budalakk (1968) – Dunalakk (1989)” [5]. A Budalakknak valójában a 4. számú telephelye működött itt; ebből jött létre – a privatizáció után – a Dunalakk.

A só olyan fontos, hogy több utcát, teret neveztek el róla. A Szabadság híd lábánál, a Fővám tér és a Corvinus Egyetem környékén valamikor Salz Platz, Salzhaus Platz és Salzamt Gasse is

volt. Sóház és Só utca még mindig van erre felé. A sóház és a sóhivatal (Salzamt) a mostani belvárosból költözött ide az 1830-as években. A Só utcát előbb Tyúk, Kakas, sőt „Tyúkluk” (Hühnerloch) utcának hívták: „a tyúkluk tulajdonképpen gyalogkapu, minthogy a keskeny síkator a praeterező erődrendszernek egy jelentéktelen kicsiny kapujához vezetett, amelyet a pesti argó éppen jelentéktelensége miatt jelölt így” [6]. Budafokon szintén van Só utca, egy régi Salz Gasse a vízvárosi sóházra



A Salzach Salzburgnál. A város a folyóról kapta a nevét, a folyó pedig arról, hogy sót szállítottak rajta

emlékeztetett. Amikor a Tudományos Akadémiára megyünk, eszünkbe juthat a pesti sóház, amely eredetileg a Salz Platzra, a mai József nádor térre és Széchenyi István térre nézett.

SV

IRODALOM

- [1] <http://parlorsongs.com/insearch/tinpanalley/tinpanalley.php>
- [2] Mészáros György: Budapest teljes utcanévléxikona, Dinasztia–Gemini, Budapest, 1998. A [3–5] hivatkozás adatai, idézetei kivételével minden budapesti helytörténeti információ innen származik.
- [3] Pilinyi Péter: A Józsefváros története I–II., Budapest, 1999.
- [4] [www.dunamuseum.hu/public/laci/metallo.doc](http://www.dunamuseum.hu/public/laci/metallo.doc)
- [5] [http://www.museum.hu/museum/temporary\\_hu.php?ID=2&IDT=3408](http://www.museum.hu/museum/temporary_hu.php?ID=2&IDT=3408)
- [6] Buza Péter: in: Budapest teljes utcanévléxikona...



# Vegyészkalendárium

Pap József Sándor rovata

**KENICHI FUKUI (1918. OKTÓBER 4.) – UTAK ÉS HATÁROK.** Három fiú közül a legidősebb, szülővárosa a Hunsú szigetén található Nara. Apja külkereskedő és egy precíziós műszergyár vezetője, ezenkívül lelkes horgász, természetjáró. Kenichi gyermekként



maga is sokat barangol a környező tavak és erdők között, s természet iránti rajongása később sem lanyhul: ismert kémikusként, nemzetközi konferenciák meghívottjaként, ha teheti, mindig kihasználja az alkalmat a környék kabóca- és lepkeállományának felderítésére.

Anyja iskolázott asszony, aki tanulóbarát környezetet igyekszik teremteni fiai számára, ügyelve arra, hogy

inkább ösztönözze, mintsem kényszerítse őket a tudás megszerzésére. Oszakai középiskolájában Kenichi biológia szakkörre jár, így ismerkedik meg Fabre híres entomológiai könyvsorozatával (Fabre egyben kiváló kémikus is, bár e tudományért nem rajong). Nos, Kenichit sem nyűgözi le a kémia, annál inkább a többi tantárgy: az irodalom, a történelem és a matematika. Utolsó éves, amikor apja felkeresi jó barátját, Gen-itsu Kita kémiaprofesszort. Elmondja neki, hogy fia németet tanul és szereti a matematikát. Kita erre azt javasolja, ha a fiú a matematikát szereti (és ráadásul tud németül), akkor legyen kémikus. Így indul Fukui kutatói karrierje.

A Kiotói Egyetem mérnöki karának hallgatója lesz. Akkoriban elsősorban gyakorlati jelentőségük szerint tematizálják a tárgyakat, így választhat szilikát-, elektro-, fermentációs vagy polimerkémia között. Kita az, aki az alap kutatás irányába tereli az ifjút, mondván, anélkül úgysem lehet alkalmazott kutatást végezni. Így áthallgat a természettudományi karra és szinte autodidakta módon képezi magát kvantummechanikából (kapóra jön némettudása).

Kialakul az a nézete, hogy az empirizmus mellett a kémiában hangsúlyosabb szerepet kellene kapnia az elméleti megközelítéseknek. Harmadévesként Shingu professzor szárnyai alá kerül, akinél szénhidrogének (többek között antracén és naftalin) reakcióit tanulmányozza. Szerencsére, a tapasztalt reakciókészségek nem magyarázhatók az akkori modellekkel, és ez Fukui későbbi elméleteinek jó táptalajt biztosít.

1941-ben Shinjiro Kodama doktorandusz-hallgatója lesz, akinél telje-

sen megnyílhat a kvantummechanika felé. Dúl a háború, a fiatal kutatóra lecsap a hadsereg üzemanyag-kutató intézete. Feladata a benzín kompressziótűrésének javítása, amire az Egyesült Államokban az „izooktánt” alkalmazzák. Fukuinak cukorfermentációból származó butanolból kell valami hasonló tulajdonságú vegyületet képeznie: munkáját végül siker koronázza. A háború végeztével visszatér Kiotóba, folytatja a reakciótervezés területén elkezdett kutatásait és 1948-ban beadja a kémiai reaktorok belső hőmérséklet-eloszlásáról írott 200 oldalas disszertációját (3 kézzel írott példányban!). A másolásban segítségére van odaadó felesége, Tomoe. Ugyanebben az évben születik fiuk, majd 1954-ben lányuk. A doktori megszerzése után visszatér a kémiai reakciók elméletéhez, ehhez a kísérleti háttérrel naftalinos kutatásai szolgálatják.

1951-ben professzorrá nevezik ki. Egy tüzeset nyomán kénytelen megosztani laborját többek között Shingu professzossal. Ekkor születik meg a határpálya (FMO) elméletének magja, ami nem más, mint hogy egy adott molekula reaktivitásában a legkülső pályákon lévő elektronoknak van meghatározó szerepük. Elméletét alkalmazva összefüggést talál a naftalin határpályájának elektronsűrűség-eloszlása és elektrofil szubsztitúciós reakcióinak regioselectivitása között. 1952-ben jelenik meg első publikációjuk Shingu professzossal a *J. Phys. Chem.* hasábjain (Shingu javasolta a határ = frontier megjelölést az külső pályákra). Két évre rá az elmélet egy fejlettebb változatát is közli, amely már a legalacsonyabb energiájú betöltetlen (LUMO) pályával is számol. Fukui hamar felismeri, hogy az FMO-teória igen széles körben alkalmazható. Mégis Woodward és Hoffmann tíz évvel később közölt,

„emészhetőbb” szabályaira van szükség ahhoz, hogy jobban elterjedjen a köztudatban. 1962-ben japán akadémiai díjban részesül, ekkor veti fel Yoshio Tanaka, hogy e felfedezés akár Nobel-díjra is érdemes lenne, és lehetne-e alkalmazni ezt a megközelítést sztereospecifikus reakciók magyarázatára. Mindezt három évvel a Woodward-Hoffmann-szabályok megjelenése előtt. (Fukui egyébként 1964-ben, egy könyvfejezetben, „A simple quantum theoretical interpretation of the chemical reactivity of organic com-

*Fiatalon nem volt erős fizikumú, ezért nagyon szerette a kötelező középiskolai testedzéseket. A kendőt, vagyis a japán kardvívást választotta, és szinte mindennap lelkesen járt edzésre. Kezdetként mestern tudott győzni, mire egy nap szöveget adott neki: „Ne számíts arra, hogy győzelmet aratsz, inkább csak tedd meg a tőled telhető legtöbbet.” Ezzel a tanáccsal felfegyverkezve egyre többször kerekedett felül ellenfelein és elsajátította a kendő fortélyait.*

## Kenichi Fukui Nobel-diplomája







pounds” címmel már rámutat a HOMO- és LUMO-pályák szimmetriaviszonyainak fontosságára a Diels–Alder-reakciók során.)

1964-ben találkozunk Hoffmann-nal, akivel életre szóló barátságot köt, 1970-ben pedig, egy amerikai útján Woodwarddal is. Ekkoriban közli a belső (intrinsic) reakciókoordináta (IRC) definícióját egy rövid *J. Phys. Chem.*-cikkből, amelyről a bírálónak az a véleménye, hogy bár semmi eredeti nincs benne, azért közlésre érdemes. (Valóban, maga a tény, hogy Eyring könyvének megjelenése után 30 évig senki sem definiálta az IRC fogalmát, Fukuit is meglepte. Ettől függetlenül ez az „egyszerű, de nagyszerű” cikk számos további kutatás alapját képezte, mivel segítségével egyértelműen meghatározható a kedvezményezett reakcióút az átmeneti komplextól a termékekig.)

Munkájának méltó elismeréseként 1981-ben Hoffmann-nal megosztva neki ítéltek a kémiai Nobel-díjat. Számos új kötelezettség nyomja a vállát, és a Kiotói Műszaki Intézet elnöki kinevezése is egyre inkább elvonja kutatásaitól. Előadásokat tart szerte a világon, idősen is rendkívül aktív, mígnem 1997 telén gyomorrákot diagnosztizálnak nála. A gyors műtét ellenére sem épül már fel, 1998 januárjában távozik az élők sorából. Nagyjából 300 közleménye jelenik meg angolul, amelyek közül 230 elméleti munka.

(Forrás: A. D. Buckingham, H. Nakatsuji, *Biogr. Mem. Fell. R. Soc.* 2001, 47, 223–237.)

**HENRY LOUIS LE CHATELIER (1850. OKTÓBER 8.) – ELVÉHEZ HŰ A KÉMIA.** Apja befolyásos francia mérnökember, aki szerepet játszik több fémipari technológia franciaországi bevezetésében és jelentős francia, spanyol és osztrák vasútfejlesztésekben. Henry apja nyomdokait követve lépked az iskolai ranglétrán, mindenütt eminens tanulóként tartják számon. De mindez „családi szokás”, hiszen öt testvére közül többen is neves értelmiségivé nőnek fel. Ebben bizonyára közrejátszik, hogy anyjuk szinte katonás fegyelemmel neveli gyermekeit. Henryt a renhez és törvényekhez való ragaszkodása egész életén át elkíséri.



1869-ben iratkozik be a műegyetemre, Párizs 1871-es védelmében alhadnagyként vesz részt. Ebben az évben kerül be a Bányamérnöki Egyetemre (Écoles des Mines), ebbe a kicsiny, de annál nagyobb presztízsű intézménybe. Közben azért látogatja a Sorbonne és a Collège de France tudományos

műhelyeit is. Nagy hatással van rá Sainte-Claire Deville kutatói munkássága. A képzés alatt jóformán beprogramozzák elméjét a mérnöki gondolkodásra, később is sokkal többre tartja a kísérleti tapasztalatokat a pusztán elméleti okfejtéseknél, indoklásoknál. A diploma megszerzése után Algériába kerül egy mérnöki stáb tagjaként, majd Besançonban helyezkedik el mint bányamérnök. Esze ágában sincs akadémiai babérokra törni, 1877-et írnak, amikor egy meghívás az École des Mines-tól mégis megváltoztatja életét. Innentől tehát kémiát oktat a híres falak között, de feltett szándéka kutatások indítása is. Deville-hez fordul tanácsért, hogy mivel lenne érdemes foglalkoznia. Deville megnyugtatja, hogy akármit választ is témaként, rövidesen talál majd érdekes problémákat.

Le Chatelier a cementek vizsgálata mellett dönt, amelyekről akkoriban keveset tudnak. Érdekesség, hogy doktoriját ugyan a cementek szilárdulásáról írja, első cikke mégis kohászati témában, a kovácsolt vas szilárdulásáról születik. Disszertációját 1887-ben adja be, melyben szisztematikusan bemutatja a gipsz hidratációs/dehidratációs lépéseit, és tárgyalja a cement, valamint a bárium-szilikátok hasonló, de bonyolultabb folyamatait. Eközben nagy hőmérséklet méréséhez pirométereket fejleszt ki, amelyek később az ipar is átvesz.

A cementek vizsgálata során kalcium-karbonát bomlását is tanulmányozzák: ez vezet el a kémiai egyensúlyok törvényszerűségeinek felismeréséhez. A nevéhez fűződő Le Chatelier(–Brown)-elvet 1884-ben fogalmazza meg és publikálja először. A témakörben nagyjából 30 cikket közöl, sokat merít van't Hoff és Gibbs munkáiból (Gibbs kevésbé ismert és elterjedt tanulmányait Le Chatelier fordítja le franciára). 1887-ben az ipari kémia professzora lesz. Nagy hőmérsékletű gázok fajhőit vizsgálva alapos kutatásokat kezd szén-dioxid és szén-monoxid egyensúlyi átalakulásáról, valamint a vasnak és oxidjainak erre gyakorolt hatásáról. Évekkel később (1900-ban) odáig jut, hogy meghatározza a sikeres ammóniaszintézis receptjét (200 bar, 600 °C, vaskatalizátor), de egy balul sikerült kísérlet miatt félredobja az ötletet. (A kísérlet során felrobban a reaktor és egy technikus kis híján meghal. Később kiderül, hogy a reaktorban maradt levegő okozta a bajt. 1912-ben Haber sikerre viszi az eljárást.)

A Collège de France-ban és a Sorbonne-on is oktat, fontos érdemei vannak az ipari kémia fejlesztésében. A francia után az angol akadémia is tagjának választja, alapvető fontosságú ipari kémiai könyveket jelentet meg. Alapítója a *La Revue de Métallurgie* c. folyóiratnak. Az 1890-es évektől egyre nagyobb hangsúlyt fektet a fémötvözetek kutatására, számos vizsgálati módszert és eszközt fejleszt ki e területen.

Prominens mérnök-kutatóként sokat tesz a tudományos oktatás fejlesztéséért is. A taylorizmus („tudományos menedzsment”) híve és európai terjesztője. Politikai nézeteiben konzervatív, de nem radikális. 1876-ban nősül, hét gyermeke és harmincnégy unokája születik. Bár idős korára egyre romló hallása gyötöri, haláláig nagyon aktív részese a szakmai közéletnek. 1936 szeptemberében távozik az élők sorából.

(Forrás: C. H. Desch, *Obit. Not. Fell. R. Soc.* 1938, 2, 250–259.)





TÚL A KÉMIAÁN

## A dezodor-tévedés

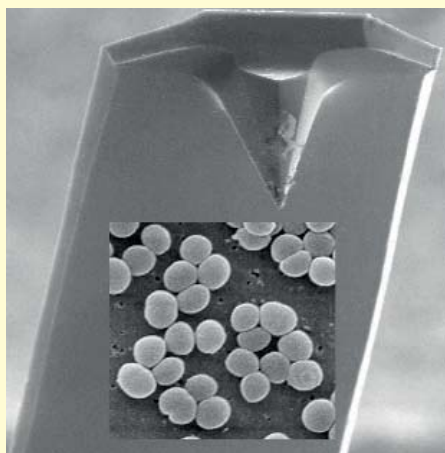
Egy közelmúltban megjelent cikkben a dezodorhasználat és a társadalmi nyomás összefüggéseit vizsgálták meg részletesen. Az már régóta ismeretes, hogy a testhajlatokban a kellemetlen szagot valójában nem az izzadság okozza, hanem az ott megtelepedő baktériumok működése során keletkező anyagok, például a 3-metil-2-hexénsav. A mikroorganizmusok táptalaja viaszszerű molekuláktól származik, amelyeket speciális, csak a testhajlatokban megtalálható apokrin mirigyek termelnek, s transzportfehérjék segítségével jutnak a bőrfelszínre. Az európai emberek nagyjából 2%-ában a transzportfehérjét kódoló gén olyan recesszív változat, amelynek következményeként a viaszmolekulák nem jutnak ki a bőrfelszínre, így a kellemetlen szag sem jelentkezik (ázsiai emberek között ez a gén sokkal gyakoribb). Az új tanulmány megállapítása szerint Nagy-Britanniában az ilyen genetikájú embereknek is több mint háromnegyede használ dezodort annak ellenére, hogy számukra ennek semmi jelentősége nincsen. A jelenség egyik oka a szülői nyomás lehet, aminek háttérben a gének recesszív, vagyis rejtett jellegű öröklődése áll. A másik ok természetesen a reklám: a dezodorok világszinten nagyjából évi 18 milliárd dollár bevételt jelentenek a gyártóknak; erről senki nem mond le könnyedén.

*J. Invest. Dermatol.* 133, 1760. (2013)

## Gyors baktériumteszt

Svájci kutatók baktériumok kimutatására alkalmas új, nanomechanikai eljárást dolgoztak ki. Egy atomerő-mikroszkóp szilícium-nitridből készült letapogató tűjében baktériumok jelenlétének hatására a kisméretű (<1 kHz) oszcillációk amplitúdója megváltozik. A módszert *Escherichia coli* és *Staphylococcus aureus* baktériumokon próbálták ki, s a tapasztalatok szerint az élő baktériumok nagyobb jelet generáltak, mint azok, amelyeket gyógyszerekkel elpusztítottak. Így az eljárás antibiotikum-rezisztencia kialakulásának gyors vizsgálatára is alkalmas lehet.

*Nat. Nanotechnol.* 8, 522. (2013)



### CENTENÁRIUM

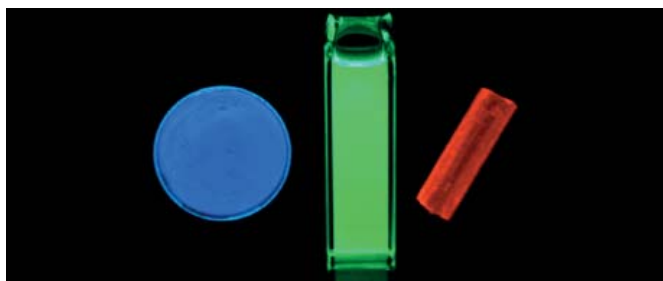
Wilhelm Traube: Über Fluorsulfonsäure und ihre Salze *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, Vol. 46, pp. 2525–2530. (1913. július–december)

Wilhelm Traube (1866–1942) német kémikusként vált ismertté, de édesapja, Moritz Traube is neves tudós volt. Heidelbergben, Breslauban (a mai Wrocław), Münchenben és Berlinben tanult. Zsidó származása miatt a második világháború alatt bebörtönözték, ennek következtében halt meg. Nevét a purinszármazékok (például koffein) előállítására alkalmas Traube-szintézis örizte meg az utókornak.

## Háromszínű fluoreszcencia...

Érzékelők fejlesztésében rendkívül hasznosak lehetnek az olyan molekulák, amelyek külső környezeti hatásokra megváltoztatják fluoreszcenciájuk színét. Nagyon speciális esetekben akár háromféle színt is lehet látni: ilyen például a japán kutatók által kifejlesztett, ciklo-oktatetraén maggal kondenzált antracénimid „szárnyakat” tartalmazó molekula. Ha a molekula sík alkatú, a kibocsátott fény színe zöld, ha megköt egy vendégmolekulát és ezáltal görbült alakot vesz fel, akkor kék, ha pedig kristályos állapotban egymással lépnek kölcsönhatásba a molekulák, a fluoreszcencia piros színű lesz.

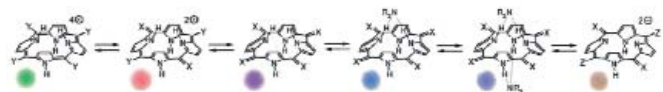
*J. Am. Chem. Soc.* 135, 8842. (2013)

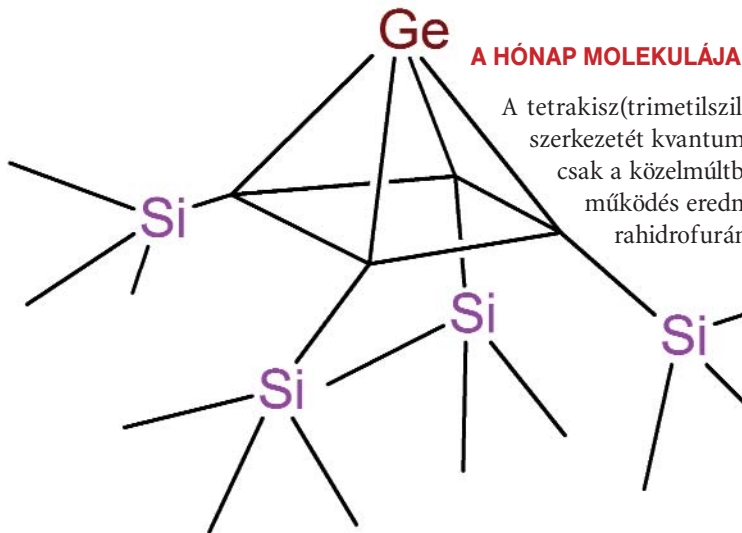


## ...és négyszínű indikátor

A háromszínű fluoreszcenciát mutató vegyület mellett ugyancsak japán kutatóknak sikerült olyan sav-bázis indikátort előállítaniuk, amely négyféle színt is mutathat. Az eddig is ismert, sok színt mutató univerzális indikátor valójában több különböző indikátor keveréke, az azonban igen ritka, hogy egyetlen molekulának háromnál több színe legyen a pH-tól függően. Az újonnan kidolgozott oxoporfirinogén típusú festék márpedig erre képes: semleges formája diklórmetán oldószerben kék színű. A színt az anionokkal képzett hidrogénkötések még erősebbé teszik. Lúg hatására deprotonálódás következik be, ekkor halványbarna a színe. Erős savak több protont is át tudnak adni az oxoporfirinogénnek; a kétszeresen pozitív forma piros, míg a négyszeresen pozitív élénkzöld.

*Chem. Commun.* 49, 6870. (2013)





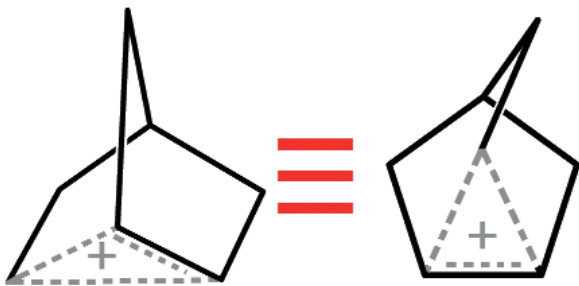
A tetrakis(trimetilszilil)-germapiramidának ( $C_{16}H_{36}GeSi_4$ ) és rokon vegyületeinek szerkezetét kvantummechanikai módszerekkel már sokat vizsgálták, de előállítani csak a közelmúltban sikerült őket egy japán–francia–oroszl tudományos együttműködés eredményeként. Tetrakis(trimetilszilil)-ciklobutadién dianion tetrahidrofurán oldószerben diklórgermilén dioxánadduktumával reagáltatva szobahőmérsékleten majdnem kvantitatív hozammal keletkezett a piramidánszármazék. A Ge–C atommagtávolságok értéke 217 pm, a kisebb C–Ge–C kötésszög (a szomszédos szénatomokkal)  $40^\circ$ , a nagyobb (az átellenes szénatomokkal bezárt) pedig  $58^\circ$ .

*J. Am. Chem. Soc.* 135, 8794. (2013)

## Kifagyasztott norbornilkation

A 2-norbornilkation szerkezete már jó fél évszázada élénk vita tárgya. A termodinamikai és spektroszkópiai adatok értelmezése nem volt ellentmondásmentes, s bár kristályokat többször is sikerült előállítani, ezekben a belső rendezetlenség elég jelentős volt, így diffrakciós szerkezet-meghatározásra alkalmatlannak bizonyultak. Német kémikusoknak azonban végül sikerült egy speciális, 40 K-re való hűtést alkalmazó technikával megfelelő kristályos fázist létrehozniuk. A szerkezeti adatok szerint a molekula kérdéses részében lévő szénháromszögben két azonos, 180 pm-es kötéstávolság van, míg a harmadik távolság 139 pm. Ez alapján egyértelmű, hogy az úgynevezett „nem klasszikus” szerkezet valósul meg, amelyben egy háromcentrumos, kételektronos kötés található.

*Science* 341, 62. (2013)



## Fertőtlenítő napozás

A világ teljes lakosságának mintegy egyötöde nem jut elektromos áramhoz. Ilyen körülmények között a fertőtlenítés és a megfelelő higiéniai körülmények fenntartása igen nagy probléma lehet. Az amerikai Rice Egyetem szakemberei ezen igyekeztek segíteni azzal, hogy olyan autoklávot építettek, amely arany nanorészecskékkel, pusztán a napsütés energiáját felhasználva képes gózt fejleszteni és legalább 5 percig  $130^\circ\text{C}$  felett tartani a hőmérsékletet. A berendezés a legtöbb fertőtlenítési célra megfelel. Az arany nanorészecskék használata első hallásra elég drágának tűnhet, de ezek aktivitásukat évekig megőrzik, így valójában akár még gazdaságos is lehet az új módszer más lehetőségekhez képest.

*Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 110, 11677. (2013)



## Gyöngygömb

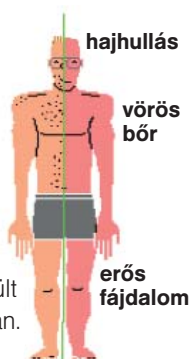
Aligha foglalkozik emberek (és tudósok) tömege a kérdéssel, hogy miért is gömb alakúak az igazgyöngyök. Ha valaki mégis kíváncsi rá, akkor spanyol és francia kutatók cikkében megtalálhatja a választ. Pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatok szerint egy nyersgyöngy felszínén párhuzamos, lépcsőszerű képződmények jönnek létre. Ez a mintázat egyfajta záróstruktúráként működik, amely garantálja, hogy minden irányban ugyanúgy fejlődjön ki a gyöngyszem felszíne.

*Langmuir* 29, 8370. (2013)



## APRÓSÁG

Tianle Li vegyész 2011 elején a munkahelyéről, azaz a Bristol-Myers Squibb laboratóriumából beszerzett, kevesebb mint 1 grammnyi talliumsóval gyilkolta meg férjét, Xiaoye Wangot az Egyesült Államok New Jersey államában.



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



## XXIV. International Conference on Coordination and Bioinorganic Chemistry

Smolenice, 2013. június 2–7.

A 24. szlovákiai, Nemzetközi Koordinációs és Bioszervetlen Kémia Konferenciát (ICCBIC) hagyományosan a Kis-Kárpátok lábánál fekvő Smolenicében, magyar nevén Szomolányban rendezték meg, idén június 2–7. között. A konferencia helyszínét biztosító, piciny szlovák falu felett őrködő festői kastély nagy múltra tekint vissza: a sok viszontagságot megélt, többször lerombolt falakat gróf Pálffy József 1880 és 1900 között építtette neogótikus stílusban újjá – most is ebben az állapotában láthattuk. Ma a Szlovák Akadémia Konferenciaközpontja működik benne.

Milan Melník elnök nyitóbeszédével vette kezdetét az ötnapos konferencia, melyen olyan kiváló védnökök vettek részt, mint Edward I. Solomon (USA), Lee Brammer (UK) vagy Norimichi Kojima (JP). Az utóbb említett japán professzor nyitotta plenáris előadásával a hétfői napot, melyet még öt előadás követett molekuláris mágnesesség témakörében. A délelőttök mindig plenáris előadásokkal kezdődtek, melyeket délután tematikusak követtek két helyszínre osztva. A prezentációk a következő témaköröket ölelték fel:

- Molekuláris és kristályszerkezetek
- Oldat- és szilárd fázisú reaktivitás
- Alkalmazott szervetlen és koordinációs kémia
- Komplexek a humán medicinában és a környezetben

A csütörtöki napon, a plenárisok után a konferencia hagyományaihoz híven fiatal kutatók kaptak lehetőséget, hogy tízperces angol nyelvű előadásban mutassák be munkásságuk kivonátát – jómagam is ezen keretek közt prezentáltam eredményeimet.

Az előadások végén olykor érdekes, izgalmas szakmai viták kezdtek kibontakozni, melyek a kávészünetekben, a vacsorákon és a kastély alatt elterülő hatalmas parkerdőben tett kora esti séták alkalmával folytatódtak. A régi szakmai kapcsolatok ápolásához, új kapcsolatok születéséhez a történelmi hangulatú helyszín gyönyörű panorámája nyújtott hátteret.

A Magyar Kémikusok Egyesületének jóvoltából a konferenciáról hasznos szakmai tapasztalatoktól inspiráltan térhettem haza – a megáradt Dunán kelve át.

**Bors István**

## European Conference on Chemistry for Life Sciences

Barcelona, 2013. június 10–12.

A 2011-es hazai (Budapest) konferenciát követően a Magyar Kémikusok Egyesülete támogatásának köszönhetően 2013. június 10–12. között újra részt vehettem az immár ötödik alkalommal megrendezett European Conference on Chemistry for Life Sciences (ECCLS) barcelonai konferencián.

A korábbi hagyományokat követve idén is a multidiszciplináritáson volt a hangsúly. Számos példát láthattunk olyan nagyszabású projektek kivitelezésére, melyek a kémiát, a biológiát, a biofizikát és az anyagtudományokat egyszerre állították az orvostudomány szolgálatába. A hallottak ránk is hatással voltak, sokakkal beszélgetve arra a következtetésre jutottunk, hogy az öncélú kutatások 2013-ban túl nagy luxusnak számítanak: a pusztá

kíváncsiság még nem elég nyomós indok projektek beindítására. Tanulságos volt a számomra, hogy az eredményes munkához nemcsak széles látókör, de hatékony együttműködések is szükségesek. Nyilvánvalóvá vált, hogy a szakterületemen sem hagyatkozhatom csak a kémiai intuícóra a tervezés során, szükséges a racionális gyógyszertervezés eszközeinek (pl. kvantummechanika/kvantumkémia) megismerése és alkalmazása, hogy időt, energiát és pénzt spóroljunk céljaink elérése közben.

A konferencián egész Európa bemutatkozott, így közel 200 résztvevő számolhatott be munkájáról, a szintetikus munka örömeiről és csapdájáról, valamint a várt biológiai aktivitás eredményességéről.

Végezetül elmondható, hogy a 67 előadás és a 111 poszter bemutatása impozáns példaként szolgált a fiatal kutatók számára, hogy a jövőben követendő példaként álljon előttük a kutatásaik során.

**Hadházi Ádám**

## Colloquium Spectroscopicum Internationale

Tromsø, 2013. június

A Magyar Kémikusok Egyesületének pályázatán nyert utazási támogatásból a Colloquium Spectroscopicum Internationale (CSIXXXVIII) elnevezésű konferencián vettem részt. A XXXVIII. CSI szimpózium 2013 júniusában a norvégiai Tromsø városában került megrendezésre. A kétévente szerveződő kongresszus a spektrokémia területén kutatásokat végző szakemberek számára biztosít lehetőséget legújabb eredményeik megvitatására, szakmai kapcsolatok kialakítására.

A Debreceni Egyetem Kémiai Tudományok Doktori Iskola harmadéves doktoranduszhallgatójaként humán vérszérum minták fehérje-speciációs elemáanalitikai vizsgálatával foglalkozom. Az egyes szérumfehérjékhez kötődő nyomelemek mennyiségi meghatározásával szélesebb képet kaphatunk a szervezet normál, valamint betegségek esetén fellépő nyomelemstátuszáról, amely táblainformációval szolgálhat olyan nehezen felismerhető degeneratív elváltozásoknál, mint például az autoimmun betegségek. A Norvég Spektrokémiai Társaság és az Oslói, valamint a Tromsøi Egyetem közös rendezésű konferenciájára benyújtott összefoglalómat a tudományos szervezőbizottság elfogadta és részvételemet ingyenes regisztrációs lehetőséggel támogatta. Poszterprezentációm a kongresszus harmadik napján megtartott poszterszekcióban mutattam be, amely elsősorban a spektrokémiai módszerek biológiai applikációs lehetőségeivel foglalkozott.

A konferencián számtalan prezentációt hallgathattam meg, melyek mindegyike a szűk szakmaterületemhez kapcsolódott. A megszerzett tapasztalatok nagy segítségemre lesznek további kísérleti munkám tervezésében, valamint a doktori disszertációm véglegesítésében.

A konferencián laborlátogatások keretében ismerkedhettem meg a résztvevők a szervező egyetemen folyó kutatási témákkal, mélyebb betekintést nyerve a kutatócsoportok mindennapos munkájába. A szakmai programokon kívül szervezett közösségi események kitűnő alkalmat adtak kötetlenebb beszélgetésekre, kapcsolatok és jövőbeni együttműködések kialakítására.

**Fehérné Baranyai Edina**

PhD-hallgató

## OKTATÁS

Kémiai diákolimpiák  
2012-ben és 2013-ban

Magyarország csapata az elmúlt két évben két-két kémiai tárgyú diákolimpián is részt vett. A jobban ismert Nemzetközi Kémiai Diákolimpián (IChO) alapítóként 1968 óta ott vagyunk, és eddig mind a 45 olimpián indultunk. Friss volt viszont a meghívásunk tavaly a Mengyelejev Diákolimpiára, ami tulajdonképpen a volt ösz-szovjet versenyek utódaként zajlik, de mára már túllépett az orosz érdekszférán, részt vesz rajta például Törökország, Románia, Franciaország. A két verseny nagyjából egyidős, de lebonyolításuk és elvárásaik eltérők. A jelen tanévben különösen erős volt a kettő között a kapcsolat, hisz az IChO helyszíne Oroszország volt, mégpedig a moszkvai Lomonoszov Egyetem, ahonnan a Mengyelejev Olimpia szervezői is kikerülnek.

*Eredmények*

Az eredményeink tavaly is örömteliek voltak (l. MKL, 2012. október), de az idén sokéves viszonylatban is kiemelkedő érmek születtek. Ebben természetesen a diákok tehetsége és munkája az elsődleges tényező, de talán a két olimpia folytán megszerzett tapasztalat és gyakorlat is segítette őket:

**Sályi Gergő**, ELTE Apáczai Csere János Gimnázium, kémiatanára Villányi Attila, IChO-*aranyérem* (6. helyeztként), Mengyelejev-*aranyérem* (1. helyeztként),

**Székely Eszter**, Fazekas Mihály Budapesti Általános Iskola és Gimnázium, kémiatanára Albert Attila, IChO-*aranyérem* (22. hely), Mengyelejev-*bronzérem* (51.hely),

**Bolgár Péter**, Eötvös József Gimnázium, Tiszaujváros, kémiatanára Kissné Ignáth Tünde, IChO-*ezüstérem*(49. hely), Mengyelejev-*ezüstérem*(12. hely),

**Czipó Bence**, Fazekas Mihály Budapesti Általános Iskola és Gimnázium, kémiatanára Albert Attila, IChO-*ezüstérem* (88. hely),

**Debreceni Ádám**, Boronkay György Műszaki Középiskola és Gimnázium, Vác, kémiatanára Kutasi Zsuzsanna, Mengyelejev-*bronzérem*(47. hely).

Mindkét olimpián nemzetenként négy diák indulhat, és szigorúan egyéni a versengés. Persze, a csapatok átlagpontszáma alapján nem nehéz rápillantani a nemzetek közti sorrendre. A moszkvai olimpián a magyarok *71 országból az 5. helyre* kerültek. Az első helyeken levő három ázsiai ország, Kína, Korea és Tajvan mindig kiemelkedik a mezőnyből feltehetően extenzív felkészülésük és számos motivált és tehetséges diákjuk miatt. Az Egyesült Államok eredménye, négy távol-keleti versenyzőjével, tizedszázalékokkal volt jobb, mint a mienk. Az idén sikerült a többi, általában jól szereplő ázsiai országot (India, Szingapúr, Vietnam, Japán, Thaiföld) és Oroszországot is megelőznünk. Az európai uniós országok közül Lengyelország (8.), Szlovákia (17.) ért el említésre méltó eredményt – a többi ország a középmezőnybe vagy lejjebb került. A Mengyelejev Olimpia 19 részt vevő nemzete közül átlagpontjaink alapján ott csak Oroszország diákjai voltak nálunk jobbak.

*Az olimpiák lebonyolítása*

A kétféle olimpia szervezése és tartalma jellegzetesen eltér, bár nagyjából ugyanazon a szinten mozognak az elvárásaik. A diákoktól mindkét esetben a klasszikus kémia, a középiskolai anyag alapos ismeretét várjuk el a modern kémia néhány kulcsfogal-

mával kiegészítve (pl. szabadentalpia, kinetika és reakciómechanizmusok alapfogalmai, a szerves kémia reakciótypusai, sztereokémia).

A Nemzetközi Kémiai Diákolimpiákon a szervező ország a meghatározó tényező. A verseny mérete miatt egyre nehezebb erre vállalkozót találni, hisz az 500 főnél többet mozgató rendezvényre dollármilliókat és sok-sok közreműködőt kell felhajtani. Nem véletlen, hogy az elmúlt két évtizedben már harmadszor volt Moszkvában a verseny. Sok országban nincs is olyan egyetem vagy más intézmény sem, ahol egyszerre 300 diák tud laboratóriumi munkát végezni, ugyanis az IChO két ötórás versenydolgozattól az egyik gyakorlati, a másik tisztán elméleti forduló.



**Az IChO-delegáció Micsurin szobra előtt a Lomonoszov Egyetemen (Villányi Attila, Kóczán György, Bolgár Péter, Székely Eszter, Czipó Bence, Sályi Gergő, Magyarfalvi Gábor)**

Mindkét IChO-dolgozat feladatai a szervező országtól származnak. A javasolt feladatokat a kísérő tanárok vita során helyenként átszabják, és aztán minden diák számára lefordítják. Nem meglepő így, hogy évről évre nagy hullámmás tapasztalható a feladatok nehézségében és érdekességében. Mára a verseny szabályai rögzítik a globális alaptananyagot, és azt is, hogy legfeljebb öt haladó témakört érhetnek a kérdések ezen kívül. Ezeknek a témaköröknek ráadásul meg kell jelenniük a verseny előtt fél évvel kiadott gyakorló feladatok között is. Ugyanez vonatkozik a laborfeladatokra is – csak néhány alapeljárás (titrálás, szűrés) ismerete és a józan ész tételezhető fel.

Mindezek ellenére a feladatkitűzők, akik általában egyetemi oktatók, nem mindig gondolnak bele saját nehéz helyzetükbe. Ugyanis a kiemelkedően tehetséges, de a kémia minden területére koruknál fogva elmélyedni nem tudó diákoktól ötleteket, kémiai szemléletet, tudásuk újszerű alkalmazását érdemes várni. Az ismereteket szimplán számon kérő, iskolás kérdések egyetemi vizsgákon megfelelnek a célnak, itt viszont a többség megoldja őket gond nélkül. Néha ezt a problémát úgy próbálják megkerülni a szervezők, hogy olyan területekre tévednek a kérdésekkel, amelyek messze állnak a legtöbb középiskolástól. Határvonalat persze nehéz húzni – pl. a spektroszkópia, kvantummechanika alapuló elméletével, nyilvánvalóan nem középiskolai anyag. Mégis a modern szerves kémiában lépten-nyomon használatos egyszerű NMR-spektrumok értelmezését néhány órában el lehet magyarázni középiskolásoknak is, sőt nagyon is élvezik az így kapható fejtörőket.

A Mengyelejev Olimpia rendező országa is változik évről évre, de a vendéglátó fő szerepe a technikai lebonyolítás és finanszí-



**Az IChO-csapat orosz kísérőjével (Czipó Bence, Kristina Lobko, Bolgár Péter, Székely Eszter, Sályi Gergő)**

rozás. A feladatokat egy évről évre nagyjából változatlan bizottság állítja össze. Ennek a moszkvai Lomonoszov Egyetem a fő koordinátora, és tagjai tapasztalt példaszerzők a versenyen részt vevő országokból. A tehetséges diákok számára nekik is nehéz kihívást keresniük az adott korlátok között. Előfordulnak laikus szemmel nézve nagyon rázós kérdések, de a válaszokra rá lehet jönni a feladat szövegében megadott információkból.

A gyakorlottabb feladatkitűző bizottságnak köszönhetően a Mengyelejeven a kísérő tanárok vitájára nincs szükség. A feladatokat a tanárok a diákok után ismerik meg, hacsak nem kívánják lefordítani őket a hivatalos orosz és angol verzióról. Ez esetben viszont csak a versenyfordulók előtti éjszakán, lezárt teremben dolgozhatnak, hogy kizárható legyen a diákokkal való kommunikáció. Ez kemény munka, ugyanis az olimpia egy hete alatt három versenyforduló is lezajlik. Az 5–5 órás elméleti és gyakorlati forduló mellett még egy további elméleti fordulóra is sor kerül, ahol 5 tágabb területről (szerves, szervetlen, analitika, fizikai kémia, polimer és biokémia) 3–3 feladatot tűznek ki. A végső pontversenybe területenként egy, mégpedig a legjobb megoldás pontszáma számít be, tehát a versenyzők választása is fontos tényező, hisz ilyen nehézségű feladatokból ötöt sem könnyű öt óra alatt megoldani.

### *Feladatok*

Érdekes a feladatok tartalmára is fordítani némi időt. A Mengyelejev Olimpián jóval kisebb az ingadozás, de a 2012-es kazahsztáni verseny feladatai talán valamivel nehezebbek voltak, mint az idejüzbegisztáni versenyéi. A legjellegzetesebb feladatok tavaly és idén is anyagok és reakciók azonosítását várták el gondosan adagolt információk alapján. Az ókori görög épületek festékeitől a gyógyszerek pontos célba juttatására használt polimerekig számtalan téma előfordult. A gyakorlati fordulón a hidrogén-peroxid bomlásának sebességét tanulmányozták a versenyzők idén, tavaly pedig egy aminosav-származék szintézise és azonosítása olvadáspont alapján, illetve egy másik aminosav titrimetriás analízise volt a feladat.

Sokkal nagyobb volt az eltérés a két IChO feladatai között. Tavaly az Amerikai Kémiai Társaság (ACS) volt a szervező, a helyszín pedig a Washingtonhoz közeli Marylandi Egyetem. A verseny előtt szétküldött gyakorló feladatok eltúlzottan nehezek voltak: a megengedettnél több és szélesebb egyetemi szintű terület szerepelt. Volt NMR-spektroszkópia bennük, de nem csupán egyszerű spektrumok szerepeltek, hanem heteromagok és a spekt-

rumok hőmérsékletfüggése is. Szerves kémiában is mélyre ástak – a periciklusos reakciók kapcsán még a Woodward–Hoffmann-szabályok is előkerültek. Ezen felül még persze ott volt sok más mellett a kristályszerkezet-felderítés, a fémkomplexek izomériái, kvantumkémiai számolások is. Mindezt a hivatalosan lehetséges két hét felkészítésbe szinte lehetetlen bezsúfolni.

Ezek után nagy meglepetés volt, hogy az olimpiára kitzúzni szánt feladatok kevés kihívást és aránylag sok hibát tartalmaztak. A hibák jó részét sikerült végül kiküszöbölni, de az átlagos pontszám igen magas lett az igazán gondolkodtató feladatok hiányában. A versenyzők több mint fele 70% felett és 90% alatt teljesített, ami azzal járt, hogy az érmeik színéről századpontos döntöttek. Azért voltak szép feladatok is – az egyik laborfeladatban az acetone jódozásának kinetikáját és mechanizmusát retentív egyszerű eszközzel, PE cseppentőkkel egészen alaposan derítették fel a versenyzők.

Az igazán sajnálatos és szerencsére eddig még precedens nélküli eset a gyakorlati forduló másik feladatával történt meg. Egy mangán(III)komplex szintézise és titrálásos analízise volt a feladat, de csak utólag derült ki, hogy a diákok mérései reprodukálhatatlan, használhatatlan fogyásokat adtak. Utólag megfontolva ez nem meglepő, hisz a vegyületet aszkorbinsavval redukálva és a felesleg visszamérésével kívánták megállapítani oxidációs állapotát. Csakhogy a reakcióelegyben ott voltak a mangánionok, amelyek az aszkorbinsav levegő hatására történő oxidációját katalizálhatták. A szervezők ennek nem látták nyomát, de a diákoknál 2 ml-es eltérések is voltak a várható értékektől. Ezt csupán a feladat utólagos törlésével lehetett orvosolni, ami természetesen igazságtalan volt a feladattal sok időt és energiát töltesz versenyzőkkel.

Érdekes módon az idejü moszkvai olimpia feladatai sem értek fel kidolgozottságukban a Mengyelejev-versenyek feladataival. Utólag kiderült, hogy mi volt ennek az oka. Az orosz kormány bőségesen támogatta a szervezőket, de a költségvetésük csak az utolsó hetekben érkezett meg, így elég sok részletben a szervezőknek improvizálniuk kellett.

Talán épp az előző év alacsony pontszámaira való reakcióként a feladatokat viszonylag nehezebbre szabták, de a legkritikusabb pont a két dolgozat hossza volt. Ugyan az eredeti feladatokon sokat rövidített a tanárok alkotta zsűri, de még a legjobbaknak sem volt megoldható a rendelkezésre álló 5–5 órában a 8 elméleti feladat és a 3 laboratóriumi feladat. Így aztán 40% alatti eredménnyel is lehetett már érmet kapni, és 66% körül is aranyérem jutott.

### **Székely Eszter az IChO laboratóriumi fordulójában**





Különösen a laboratóriumi feladatok munkaigénye volt középiskolások számára eltűzött. Egy egyszerű szerves szintézis és a termékek vizsgálata mellett uszodavíz titrálásos és műszeres vizsgálata volt az első két feladat. Csakhogy ezen felül még polimeroldatok viszkozitását is kellett mérni, sőt a kísérletet megtervezve még a moláris tömegüket is meg kellett volna határozni.

Az elméleti feladatsor áttekintette a kémia széles területeit (metán-hidrát bomlásának termodinamikája, grafén adszorpciós tulajdonságai, reaktív ciklopropán-származékok kémiája, szokatlan permanganometriás titrálások, az archeák biokémiája), de a 40 oldal végére a legjobbak sem jutottak el.

Szerencsére, az időhiány a mi diákjainkat csak frusztrálta, de az eredményhirdetésen ez a frusztráció gyorsan elszállt. A verseny és a programok élményeiből mindez nem vont le.

### Felkészülés és a csapat kiválogatása

Mindkét diákolimpia esetében a verseny és a résztvevők ott-tartózkodásának költségeit elsősorban a szervezők állják. A washingtoni olimpia bőkezű főszponzora a Dow Chemical, a moszkvaié az orosz kormány volt. A kazah és az üzbég Mengyelejev-verseny a két ország kormányának jóvoltából jött létre. Mindkét ország esetében nagyon látványos volt, hogy talán nem minden szempontból feddhetetlenek és demokratikusak, de a két kormányzat az oktatási rendszereikbe rengeteg pénzt és energiát fektet.

A magyar csapatokba bármelyik, kémiát tanuló magyar középiskolás bekerülhet. Ennek útja az, hogy vagy az Országos Középiskolai Tanulmányi Versenyen, vagy a Középiskolai Kémiai Lapok pontversenyében bejut az élménybe. Ebből a körből mindenkit meghívunk a tavasszal tartott válogató-felkészítő első egyhetes fordulójába. Ezt az ELTE Kémiai Intézete szervezi az oktatási kormányzat támogatásával, jobbra volt diákolimpikon oktatók közreműködésével. Az igazán erőforrás- és laboratóriumigényes témákat az érettségi szünetben tartott második fordulóban oktatjuk, és összesen négy, ötórás versenydolgozat eredménye alapján válik el, hogy ki lesz a nyári IChO-ra utazó négy fő.

A Mengyelejev Olimpiát április végén rendezik, amikor a magyar versenyek még nem zárultak le. Ezért itt azt a rendszert vettük be, hogy a előző évi válogatón legjobbak, de még nem végzős diákok utaznak ki a következő évben a versenyre. Ennek az utazásnak a komoly költségeit a Richter Gedeon Nyrt., a Mol Nyrt. és az Egis Nyrt. támogatása fedezte a Magyar Kémikusok Egyesülete közreműködésével.

Jövőre a Mengyelejev Olimpiát Kijevben, a Nemzetközi Kémiai Diákolimpiát Hanoiban rendezik. Reméljük, hogy ismét sikerül majd támogatókat szerezni a Mengyelejev-re való utazáshoz – a csapat tagjait már kiválasztottuk.

Magyarfalvi Gábor

## HÍREK AZ IPARBÓL

### A Richter 2013. I. féléves gyorsjelentése

A Csoport árbevétele 2013 első félévében 177 877 MFt-ot (601,1 M€-t) tett ki, ami forintban, 7,1%-os (euróban mérve 6,9%-os) emelkedést jelent a 2012 azonos időszakában elért forgalomhoz viszonyítva. A Csoport számos kiemelt exportrégióban növekedést tudott elérni. Magyarországon 2013 első félévében 17 749 MFt (60,0 M€) árbevételt realizáltunk, amely 3,7%-os (euróban 3,4%-

os) növekedést jelent a bázis időszakhoz képest. A magyarországi piacsabályozási rendszer érdemben nem változott, a korábbi években tapasztalt jelentős forgalom-visszaeséseket követően a piac végre stabilizálódott. Az árbevétel növekedése elsősorban az elmúlt két évben bevezetett termékeknek volt köszönhető.

A Magyarországon kívüli piacokról származó árbevétel 2013 első féléve során 541,1 M€ volt, ami 36,7 M€-s, azaz 7,3%-os növekedést jelent a bázis időszakhoz képest elsősorban a jelentősen



megnövekedett kínai és ukrán árbevételnek, valamint egyes, az EU-régióba tartozó piacok megemelkedett forgalmának eredményeképpen. Tekintettel a piaci jelenlétünk megerősödésére, kínai árbevételünkéről külön régió-

ként adunk számot, az összehasonlíthatóság érdekében a bázis-időszaki adatokat is ennek megfelelően bontottuk meg. A FÁK-tagállamokban 4,7%-os (dollarban kifejezve 6,1%-os) növekedés mellett 259,9 M€ (341,6 M\$) árbevételt realizáltunk a vizsgált időszakban. Oroszországban lejárt egy, a Suprax értékesítésére vonatkozó tízéves szerződés, de az ebből származó árbevétel-csökkenést ellensúlyozni tudták az újonnan bevezetett termékek, így 2013 első félévében, euróban számítva, 0,9%-os növekedésről tudunk beszámolni. Dollárban mérve jelentősen, 22,4%-kal (euróban 20,7%-kal) emelkedett árbevételünk Ukrajnában, míg az egyéb FÁK-tagköztársaságokban, dollárban kifejezve, 10,2%-os (euróban mérve 8,6%-os) forgalombővülést tudunk elérni, ideértve a nagy- és kiskereskedelmi szegmens árbevételét is. Az Európai Unió országai irányuló eladások euróban kifejezve 3,8%-kal nőttek, az EU15 régióban, valamint a Romániában elért forgalomnövekedésnek köszönhetően. A 2012-es év első félévével összehasonlítva a romániai nagy- és kiskereskedelmi üzleti szegmens árbevétele is növekedést ért el. Az USA-régió értékesítése dollárban számítva 23,0%-kal csökkent. A Csoport kínai árbevétele 22,8 M€ növekedés után 24,9 M€-t tett ki a vizsgált időszakban. Az „egyéb országok” régióban a tavalyi év azonos időszakával összehasonlítva 2013 első félévében a forgalom, euróban kifejezve, kismértékben, 1,4%-kal növekedett.

Nagy Gábor

## Vegyipari mozaik

**MOL. A 2013. I. félévi eredményt a nehéz európai piaci környezet befolyásolta.** Az értékesítés nettó árbevétele 1320 Mrd forint. A második negyedéves, újrabeszerzési árakkal becsült EBITDA 112 Mrd forint, amely 21%-kal alacsonyabb az első negyedévinél. A pénzügyi pozíció javult, a nettó eladósodottság 5 éve nem látott alacsony szintre, 21%-ra csökkent.

2013 második negyedévében a MOL-csoport „tisztá” újrabeszerzési árakkal becsült EBITDA-ja 112 Mrd forintot ért el, amely 21%-kal marad el az ezt megelőző negyedévi értéktől. Az alacsonyabb eredmény elsősorban az Upstream üzletág gyengébb hozzájárulásával magyarázható, míg a Downstream és a Gáz Midstream üzletágak az előző negyedévihez hasonló eredményt adtak.

A Downstream üzletágban a szezonális okokból erősebb termékkereslet és -értékesítés pozitív hatását nagyrészt ellensúlyoz-



ták a romló külső körülmények, úgymint a csökkenő motorbenzin-termékmárzások, a szűkülő Brent–Ural jegyzésárkülönbség és néhány nem tervezett finomítói leállás. Az Upstream üzletágban az alacsonyabb olajár és a tovább csökkenő termelés negatívan befolyásolták az eredményességet. A Gáz Midstream üzletág viszonylag stabilnak mondható teljesítménye a szezonális okokból alacsonyabb hazai földgázszállítás (FGSZ) és a horvát gázkereskedelmi tevékenység hasonló okokból mérsékeltebb veszteségeinek eredője.

A Csoport pénzügyi pozíciója tovább erősödött, 238 Mrd forint működési cash-flow-t realizált 2013 második negyedévében, amely 47%-kal több, mint egy évvel ezelőtt, köszönhetően a csökkenő olajárak miatti alacsonyabb működőtőke-igénynek. A nettó eladósodottsági mutató 5 éve nem látott alacsony szintre, 21%-ra csökkent.

Hernádi Zsolt elnök-vezérigazgató közölte: „A második negyedév eredményeinek nem kedveztek sem a külső, piaci, sem a belső tényezők. Ez különösen igaz az Upstream területén, mivel az alacsonyabb kőolajár és a visszaeső szénhidrogén-termelés egyaránt nyomott hagyott a szegmens profitabilitásán. Ugyanakkor a kedvezőtlen piaci viszonyok mellett is képesek voltunk megerősíteni Upstream tevékenységünket. Két eseményt emelnék ki, melyek egyaránt fontosak az üzletág sikeres jövője szempontjából. Egyrészt jelentős mérföldkőhöz értünk Irak Kurdisztáni Régiójában, hiszen a regionális kormányzat elfogadta a Shaikan-blokk fejlesztési tervét, amely elérhető közelségbe hozta a termelés első fázisát. Az itt megtermelt olaj is hozzájárul majd érett mezőink termelés kiesésének pótlásához. Másrészt felső vezetésünket egy kiváló új szakemberrel erősítettük, aki a Kutatás-termelés szegmens ügyvezető igazgatójaként talán a legfontosabb üzletágunk irányításáért lesz felelős. Alexander Dodds figyelemre méltó nemzetközi iparági tapasztalatot hoz magával a MOL-csoportba. Biztos vagyok benne, hogy Alex jelentős mértékben járul majd hozzá hosszú távú sikereinkhez.”

A MOL-csoport fenntartható fejlődés melletti elkötelezettségének újabb jeleként 2013 első félévétől kezdődően a társaság negyedéves beszámolóiban is bemutatja fenntarthatósági teljesítményét. A nem-pénzügyi áttekintés röviden összefoglalja az adott időszakban fenntarthatósági területeken történt főbb eseményeket és elért eredményeinket, emellett néhány kiemelt teljesítménymutató aktuális értékét is közöljük. (MOL)

**2013. augusztus 1-től Fehér János az FGSZ Zrt. kinevezett vezérigazgatója.** Augusztus 1-től Fehér János az FGSZ Zrt. kinevezett vezérigazgatója. A közgazdász végzettségű szakember több mint 40 éve dolgozik az olajiparban, másfél évtizede pedig a MOL-csoportnál, ahol a kutatás és termelés területén betöltött különböző vezetői pozíciók után 2006 és 2011 között a MOL-csoport – mára a hazait is meghaladó – pakisztáni gáz- és olajtermelési munkálatait vezette. A szakembert 2011-ben kinevezték a MOL damaszkuszi irodájának élére, ahonnan a vállalatcsoport egész közel-keleti kutatás-termelését irányította, majd a MOL szíriai működésének felfüggesztése után az INA külföldi kutatás-termelését vezette.

Dr. Zsuga János, az FGSZ Zrt. korábbi vezérigazgatója a MOL-csoporton kívül folytatja pályafutását, távozását személyes okokkal és fáradtságra hivatkozva indokolta. A szakember egy évtizeden át irányította a MOL-tulajdonú nagynyomású földgázszállító hálózatot, gondoskodott annak fejlesztéséről, karbantartásáról, az ellátás folyamatosságáról. Vezetése alatt az FGSZ Zrt. Közép-Kelet-Európa megkerülhetetlen stratégiai szereplőjévé, a földgázpiac meghatározó vállalatává vált. Kiemelkedő érdeme, hogy a 2009-es januári ukrán-orosz gázvita miatt kialakult gázszállítási szünet alatt a régióban csak a magyar földgázellátás nem omlott össze. Dr. Zsuga János ezért a kiemelkedő vállalati teljesítményért kapta meg a Magyar Köztársasági Érdemrend lovagkeresztjét. (MOL)



**Elindult a MOL kőolajszállítása az Adriai-tengerről.** Az első kőolajszállítmány megérkezett a horvátországi Omisalj kikötőjébe. A MOL-csoport ezzel szélesíti beszerzési forrásait. A kőolajat a JANAF vezetéken és az Adria-vezetéken keresztül szállítják a Dunai Finomítóba.

A MOL és a JANAF 240 000 tonna kőolaj augusztus 1. és december 31. közötti szállításáról állapodott meg. A két társaság közti együttműködés nem új keletű, korábban is használták már ezt az útvonalat. Az új kőolaj-szállítási megállapodás keretében további szállítmányok várhatók. A kőolajat a JANAF rendszerén és az Adria-vezetéken keresztül szállítják a Dunai Finomítóba.

Horváth Ferenc, a MOL-csoport Downstream ügyvezető igazgatója elmondta: „Ez az együttműködés jól illeszkedik a MOL-csoport downstream célkitűzéseibe, mivel hozzáférést biztosít a versenyképes árakat és termékeket biztosító mediterrán olajpiacokhoz. A szállítások újraindítása lehetőséget biztosít a MOL számára, hogy különféle kőolaj típusokat teszteljen és alkalmas terméket arra is, hogy rugalmasabban kövesse a piaci változásokat.”

Dragan Kovačević, a JANAF vezérigazgatója és az igazgatóságának elnöke, hozzátette: „A JANAF elégedett, hogy megújította üzleti együttműködését a MOL-lal. Az együttműködés erősítheti a JANAF pozícióját Európa energiatérképén, és ösztönözheti új üzleti tevékenységeinket, mind a MOL-csoporttal, mind más üzleti partnerekkel. Az igazgatóság eddigi döntéseinek köszönhetően a JANAF üzleti működését a piaci elvárásokhoz és partnerei igényeihez igazító céggé pozicionálják. Ennek eredmé-







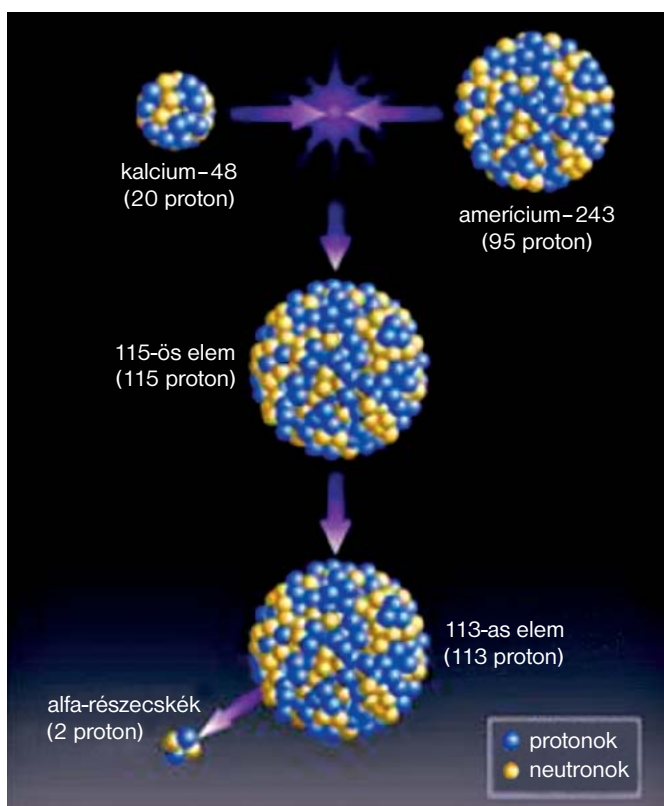
nyeként a JANAF még jobb üzleti eredményt érhet el az elkövetkező időszakban, amely hozzájárulhat a gazdaság egészének fejlődéséhez.”

Áldott Zoltán, az INA Igazgatóságának elnöke szerint: „A JANAF és az INA hosszú évek óta stratégiai partnerek, és ezért örülünk, hogy a MOL megerősíti kapcsolatait a JANAF-fal. Biztos vagyok benne, hogy a MOL megbízható partnerre támaszkodhat, és ez egy újabb lépés, amivel a horvát gazdaságot támogatja.” (MOL)



**A 115. Újabb szupernehéz elemmel bővülhet a periódusos rendszer.** Orosz és amerikai fizikusok, a dubnai Egyesült Atomkutató Intézet és a Lawrence Livermore Nemzeti Laboratórium tudósai 2004-ben állítottak elő ununpentium-atommagokat, az amerícium 243-as izotópjának vékony rétegét a kalcium 48-as izotópjával bombázva. A 115-ös rendszámú elem felfedezéséről a *Physical Review Letters* című folyóiratban számoltak be, de eredményeiket a szakmai körök nem tartották kellőképp bizonyítottak. Az eljárást most megismételték a Lundi Egyetem fizikusai a darmstadti Helmholtz Nehézion-kutató Intézet (GSI) gyorsítóján végzett kísérleteikben, és a bomlás során keletkező röntgensugárzásban sikerült azonosítaniuk az ununpentium „ujjlenyomatát”. A kísérletek, úgy tűnik, megerősítik az orosz és amerikai fizikusok felfedezését, de egyelőre még kérdéses, hogy elég meggyőzőnek bizonyulnak-e. Az eredmények alapján az IUPAC és az IUPAP dönti el, hogy szükségesek-e további kísérletek, mielőtt elneveznék az eddig ununpentiumként ismert elemet – magyarázta Lukács Béla fizikus az MTA-honlap munkatársainak.

A transzúrán elemek csoportjához tartozó ununpentiumból néhány atommagot sikerült előállítani, nagy valószínűséggel az elem 288-as tömegszámú izotópját, amelynek viszonylag hosszú, egytized másodperc a felezési ideje. A mag instabil, mivel mind a protonok (115), mind a neutronok száma (173) páratlan.



Az ununpentium kémiai tulajdonságainak meghatározásához létre kellene hozni magát az atomot, vagyis elektronhéjjal kellene ellátni a magot. Technikailag ez jelenleg nehezen oldható meg, de az alacsony energiás magfizika rohamos fejlődésének köszönhetően néhány éven belül valósággá válhat: „Ha »felöltöztetik« elektronokkal, valószínűleg a bizmuthoz vagy a nitrogénhez hasonló elem lesz. Léteznek számítások arra nézve, mekkora lesz az ununpentium fajsúlya, amennyiben fémnek bizonyul, és mekkora, ha gáznemű lesz. Valószínűleg fémről van szó, de ezt csak akkor tudhatjuk meg bizonyosan, ha ellátják elektronhéjjal.” (MTA)

**Banai Endre összeállította**

## KITÜNTETÉSEK

### Augusztus 20. alkalmából

Magyar Érdemrend Tisztikeresztje polgári tagozat kitüntetését kapott **Kalaus György**, a Magyar Tudományos Akadémia doktora, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem professor emeritusa több évtizedes, az alkaloidkémia területén elért, nemzetközileg is számon tartott tudományos eredményeiért, kiemelkedő oktatói, publikációs és szakmai, közéleti tevékenysége elismeréseként;

Magyar Érdemrend Lovagkeresztje polgári tagozat kitüntetését kapott **Báthory Katalin** vegyész-mérnök, a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat nyugalmazott tudományos főmunkatársa és **Bartha László**, a kémiai tudomány kandidátusa, a Pannon Egyetem Mérnöki Kar Vegyész- és Folyamatmérnöki Intézet egyetemi tanára.

Gratulálunk a kitüntetetteknek!

## MKE-HÍREK

### Konferenciák, rendezvények

#### Rendezvénynaptár – 2013

11. Környezetvédelmi és Analitikai Technológiai Konferencia	október 2–4.	Hajdúszoboszló
1 <sup>st</sup> EuCheMS Congress on Green and Sustainable Chemistry	október 13–15.	Budapest
3 <sup>rd</sup> European Energy Conference	október 27–30.	Budapest
Őszi Radiokémiai Napok	október 16–18.	Eger
Kozmetikai Szimpózium	november 21.	Budapest

#### XI. Környezetvédelmi és Analitikai Technológiai Konferencia

2013. október 2–4.

Hajdúszoboszló, Hotel Béke

Online jelentkezés <http://www.katt2013.mke.org.hu/>

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Schenker Beatrix,

[beatrice.schenker@mke.org.hu](mailto:beatrice.schenker@mke.org.hu)

#### 1<sup>st</sup> EuCheMS Congress on Green and Sustainable Chemistry

2013. október 13–15.

Budapest, Hotel Flamenco



Online regisztráció: <http://www.leugsc.mke.org.hu/>  
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!  
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Schenker Beatrix, [leugsc@mke.org.hu](mailto:leugsc@mke.org.hu)

## Őszi Radiokémiai Napok

2013. október 16–18.  
Eger, Szent János Továbbképző Központ (Foglár u. 6.)  
Online jelentkezés: <http://www.radiokemia.mke.org.hu/>  
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!  
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Bondár Mónika,  
[Monika.bondar@mke.org.hu](mailto:Monika.bondar@mke.org.hu)

## Az MKE Kozmetikai és Háztartás-vegyipari Társasága Kozmetikai Szimpózium – 2013

Budapest, Bara Hotel, 2013. november 21.

## SZÉPSÉG – EGÉSZSÉG – TUDOMÁNY

### Témák:

Új ható- és segédanyagok  
Új segédanyagok és technológiák  
Vizsgálati módszerek  
Klinikai és kozmetológiai vizsgálatok

### INFORMÁCIÓ:

Előadás-bejelentés, szponzorálás: Dr. Hangay György,  
tel.: 06-1-203 0089

SZERVEZÉSI KÉRDÉSEK: Schenker Beatrix, Magyar Kémikusok Egyesülete, tel.: 201 68 83, fax: 201 8056; email: [beatrix.schenker@mke.org.hu](mailto:beatrix.schenker@mke.org.hu)

Online jelentkezés a [www.mke.org.hu](http://www.mke.org.hu) honlapon keresztül, a rendezvényeknél.

A kolozsvári székhelyű Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság (EMT) 2013. november 21–24. között Nagybányán (Hotel MARA) a Babeş-Bolyai Tudományegyetem Magyar Kémia és Vegyészmérnöki Intézetével közösen szervezi meg a XIX. Nemzetközi Vegyészkonferenciát. Bővebb információk, jelentkezési lapok, valamint előadás/poszter-bejelentő lapok a konferencia honlapján – <http://chem.emt.ro/> – elérhetők.

## Jelölés a Náray-Szabó István Tudományos Díjra

A díj alapításának éve: 1994. Adományozható: a kémia tudományában kifejtett kiemelkedő munkásságért. Jelölést a szakosztályok elnökei és a területi csoportok elnökei nyújthatnak be.

Kérjük tehát a szakosztályok és a területi szervezetek, munkahelyi csoportok elnökeit, valamint az IB-tagokat, a Felügyelő és az Etikai Bizottság elnökét és tagjait, hogy tegyék meg javaslatukat az ez évi Náray-Szabó-díjra, vagy erősítsék meg a már előzetesen bejelentett jelölést október 31-ig az Egyesület titkárságán.

A Náray-Szabó-díjra a jelölést a javaslati lapon tehetik meg, melyet honlapunkon, [www.mke.org.hu](http://www.mke.org.hu), az Egyesületről menüben, azon belül az egyéb szabályzatok, és azon belül az MKE-díjszabályzat 2. mellékletében találhatnak meg.

## MKE-pályázat doktoranduszhallgatóknak

A Magyar Kémikusok Egyesülete pályázatot hirdet doktoranduszhallgatók számára, hogy kutatási témájukról szakmai ismeretterjesztő cikket írjanak, amely a Magyar Kémikusok Lapjában jelenhet meg. A cikk terjedelme max. 10 gépelt (A4 formátumú) oldal lehet.

**A pályázat beadási határideje: 2013. november 30.**

A pályázatokat a cikkek szakmai bírálatában részt vevő kollégák véleménye és a szerkesztőség előterjesztése alapján a szerkesztőbizottság bírálja el.

**Eredményhirdetés: 2014. február 28-án.**

Az öt legjobb pályamunkát díjazzuk a következők szerint:

1. díj: biztos támogatás a fiatalok MKE konferenciátámogatási pályázatán
2. díj: 3 éves előfizetés az MKL-re
- 3–5. díj: 1 éves előfizetés az MKL-re

További tudnivalók a pályázók/szerzők számára, beleértve a pályázat beküldésével kapcsolatos információt, a <http://www.mkl.mke.org.hu/tajekoztato-szerzoink-reszere.html> webcímen olvashatók.

**Magyar Kémikusok Egyesülete**

## HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

*LXVIII. No. 10. October 2013*

### CONTENTS

<i>My versatile, talented colleagues make me happy. An interview with Széchenyi Prize winner Professor Ferenc Fülöp</i>	290
<b>TAMÁS KISS</b>	
<i>Stereoselective synthesis and use of 1,2- and 1,3-difunctional compounds with monoterpene skeleton</i>	293
<b>KINGA CSILLAG, ZSOLT SZAKONYI, FERENC FÜLÖP</b>	
<i>Production of petroleum refinery feedstocks by cracking plastic and other wastes</i>	297
<b>NIKOLETT BORSODI, NORBERT MISKOLCZI, LÁSZLÓ BARTHA, RÓBERT AUER</b>	
<i>Safety data sheets. Part VIII. Data sheet form: general requirements</i>	303
<b>GYULA KÖRTVÉLYESSY</b>	
<i>Noted and Chemist. Primo Levi</i>	305
<b>GÁBOR LENTE</b>	
<i>Science on stamps. Analysis of biomolecules</i>	307
<b>LÁSZLÓ BOROS</b>	
<i>Nitrogen square</i>	308
<b>VERA SILBERER</b>	
<i>Chemistry calendar (Edited by JÓZSEF SÁNDOR PAP)</i>	310
<i>Chembits (Edited by GÁBOR LENTE)</i>	312
<i>The Society's Life</i>	314
<i>News of the Month</i>	315

# Az alumíniumról, másként

Harmadik éve, hogy súlyos ipari katasztrófa történt az ajkai MAL üzemében, amelyet csak „vörösiszap-áradásként” szoktunk



emlegetni. Azóta sok mindent történt; az ország lakossága és az állam igyekezett a károkat minimalizálni, a bajba kerülteket megsegíteni, kárpótolni. Bizonyos mértékig a tanulságok levonására is sor került. Lapunk is eddig három cikkben foglalkozott (MKL, 2010. december, 2011. január, 2012. december), a legilletékesebbek tollából, a szakmai

testületek széles körű, az EU és a hazai környezetvédelmi előírásoknak mindenben megfelelő, körültekintő munkájával, a kapott eredményekkel. Egy dologról nem nagyon esett szó, az alumíniumról. Az a híg, nagyon lúgos zagy alumíniumot is tartalmazott oldott alumínát formájában. Szerencsére, felhígt és már messze jár. Az alumínium az egészségre nem ártalmatlan

elem. Bár sok vita van erről, a tudományban számos adat mutat arra, hogy toxikus elem [1–3]. Azt is észre kell venni, hogy az elmúlt 20 évben a háztartásokból, a háztartási boltokból és a közétkeztetési intézményekből jórészt eltűntek az alumíniumból készült edények, konyhai eszközök, evőeszközök. Nem biztos, hogy csak a társadalom gazdagodása és esztétikai okok játszottak ebben szerepet. Egyetemi munkám során kisebb-nagyobb aktivitással több évet töltöttem az alumínium bioszervetlen kémiajének kutatásával, és kapcsolatba kerültem a fémion biológiai, fiziológiai hatásával is. Nem vagyok elfogult e tekintetben. Az alumínium hasznos elem, rengeteg ma még pótolhatatlan felhasználása van, de nem árt odafigyelni. Az alumínium biológiai hatásai a kutatók rendszeres konferencia-sorozatokon foglalkoznak. Ezek egyik terméke a „The Aluminum Age” című, angol nyelvű film, amely az interneten szabadon hozzáférhető, és pro és kontra beszél az „alumíniumkor” társadalmi következményeiről. A film Bert Ehgartner alkotása, a <https://vimeo.com/55766267> címen, az alu-lp jelszóval érhető el. Érdemes megnézni, hogy ismereteinket bővítsük.

Kiss Tamás

## HIVATKOZÁSOK

- [1] H. J. Gitelman (ed.), *Aluminium and Health*, Marcel Dekker, New York, 1989.
- [2] A. Sigel, H. Sigel, R.K.O. Sigel (eds), *Neurodegenerative Diseases and Metal Ions*, Wiley, Chichester, 2006.
- [3] C. Exley, *Human Exposure to Aluminium*, *Environmental Science Processes and Impacts*, DOI: 10.1039/C3EM00374D.

## FELHÍVÁS

Tisztelt nyugdíjas Tagtársak!

A nyugdíjas kémikusok óriási tapasztalatának megosztása alapvető feladata a *Magyar Kémikusok Egyesületének*. Ezért nem szabad veszni hagyni azt a fél évszázados hagyományt, amelyet a *Nyugdíjas Kémikusok Köre* képvisel, sőt az aktivitás fokozásával szélesíteni lehet egyrészt a tagságot, másrészt a konzultációs tevékenységet.

A Egyesület alapszabálya szerint: „Az MKE a kémia iránt érdeklődők önkéntes és egyéni aktivitáson alapuló szerveződése a széles értelemben vett szakmai információk cseréjére, értékelésére és közzétételére. Célja egyidejűleg a hazai kémikusok személyiségjegyeinek és tudásszintjének közösségi értékelése, emelése és elismerése itthon és külföldön egyaránt.”

Alapvető értékeink a szakmai tudás emelése, információk cseréje. Ennek elősegítése érdekében keressük azokat, akik tudásukat hajlandók megosztani másokkal, hogy a munkájuk során felhalmozott tapasztalataikat továbbadják.

**Keressük az aktív tagok között azokat a nyugdíjasokat, akik hajlandók szakmai kérdésekben tanácsokat adni, emellett havonta/kéthavonta megadott témakörök alapján szemináriumot rendezhetünk, ahol az adott kérdés legjobb szakértői tartanak előadásokat.**

*Néhány témajavaslat a gyógyszerkutatás köréből:*

- Mitől gyógyszer a bonyolult szerkezetű molekula? Egyáltalán: hogyan találjuk meg a megfelelő szerkezetű molekulát? Farmakológia, a gyógyhatás folyamata.
- Honnan tudjuk, hogy a molekula tényleg úgy néz ki? Szerkezetkutatás, analitika, kombinatorikus kémia.
- Tényleg: honnan tudom, hogy rám is hatással lesz, ha az

egerek gyógyulnak? Állatkísérletek – a gyógyszerhatás ellenőrzése.

- A térdem fáj – honnan tudja a gyógyszer, hogy azt kell meggyógyítania? A kémia és az élő szervezet összehangolása.
- A szabóólló és a gyógyszermolekula – hogyan hozzuk létre azt az előre megrajzolt formulát, ami a gyógyításhoz hasznosnak bizonyult? Szerves molekulák szintézise kicsiben és nagyban.
- A kémiai reakciók veszélyesek – de miért robban a vizes fázis?
- A környezet és a gyógyszerek – gyártás, védelem és kölcsönhatás a környezettel.
- Ha beveszem, a hatását érzem – de miért? Hatóanyagból gyógyszer – a forma és a tartalom egysége.
- Biológiai szintézis – apró élőlények hasznos tevékenysége.

De hogyan lesz ebből gyógyszer? Biotechnológia egyszerűen. A szemináriumokon természetesen *nemcsak* a szakemberek, hanem például kémia tanárok, középiskolások, egyetemi/főiskolai hallgatók, üzemi szakemberek és laikus érdeklődők is részt vehetnek.

Ezeknek a szemináriumoknak az anyagát beszerkesztve feltehetjük a honlapra, hogy a kémia iránt érdeklődő olvasó tájékozódhasson a legfrissebb, kémiával kapcsolatos információkról, és tájékozódási pontot adhatunk azoknak is, akik a jelenlegi „agymosott” kémiai tévhitek útvesztőjében eltévedtek...

Budapest, 2013. szeptember 7.

Ritz Ferenc

nyugdíjas vegyész-mérnök  
MKE RG Munkahelyi Szervezet titkára  
e-mail: f.ritz@t-online.hu

**NYUGDÍJAS**  
  
**KÉMIKUSOK KÖRE**

# Az új inoLab<sup>®</sup> műszerfamilád: pontos, megbízható, biztos



**Rendkívül pontosan lehet mérni...**  
... az inoLab 7110 sorozattal



**Megbízhatóan lehet dokumentálni...**  
... az inoLab 7310 sorozattal



**INTELLIGENS**

**DIGITÁLIS**

**SZENZOROK**

**I  
D  
S**

**Biztonsággal lehet mérni...**  
az inoLab Multi 9310 IDS sorozattal



## WTW PARAMÉTEREK:

**pH** **REDOX** **ION** **O<sub>2</sub>** **T** **TSZ** **NTU** **ZC** **BOI** **BIO**

\* pH \* redox potenciál \* ionszelektív mV \* oldott oxigén \* vezetőképesség \* telepszám  
\* hőmérséklet \* zavarosság \* BOI, BOI, \* biogáz, respirometria \* bonthatóság, talajlégzés

**CE** **UL** **EN ISO 9001** **GLP** **3 év garancia**

**PROFESSIONÁLIS MÉRÉSTECHNIKA**

**inolab<sup>®</sup>**  
a legjobb forrásból:

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

