A TARTALOMBÓL:

- A 2016. évi Nobel-díjak
- Szelektív hidrogénezés vízoldható átmenetifém-foszfin komplexekkel
- Új β-aminosav-származékok szintézise
- Híresek és kémikusok: Sir Isaac Newton

# MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXII. ÉVFOLYAM • 2017. FEBRUÁR • ÁRA: 850 FT

A lap megjelenését a Nemzeti Kulturális Alap támogatja
Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány a Magyar Tudományos Akadémia támogatásával készült

# AKTUÁLIS ÁRCSÖKKENTÉS

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

## SZŰKEBB KERETEKHEZ IGAZÍTOTT ÁRAK...

**szuper engedmények:**
**5 – 35 %**
Brutális árak március 30.-ig

**Néhány ajánlat a sok közül:** valamennyi **Macherey-Nagel** és **WTW-termékre 12%**, a kiemelt típusokra egyedi árak még jelentősebb (**22-35%**), engedménnyel, valamennyi **mérlegre 15% engedmény. Néhány példa:** NANOCOLOR **UV/VIS II szkennelős és zavarosságot is mérő fotométer tartozékaival: 1.200.000 Ft**, NANOCOLOR **VIS II szkennelős és zavarosságot is mérő fotométer tartozékaival: 750.000 Ft**, NANOCOLOR 500D precíziós laboratóriumi FOTOMÉTER: 540.000 Ft, **PF-12$^{plus}$ univerzális adattárolós, motoros hullámhossz állítású mobil fotométer zavarosság méréssel és kontrollal: 220.000 Ft**, az új **PF-3 kompakt okos-fotométer: 88.000 Ft**, VARIO C2 érintőképernyős termoblokk: 175.000 Ft.

WTW **pH 3110 terepi/labor koffer-szett készlet: 125.000 Ft,** pH/Cond multiparaméteres SET: 320.000 Ft. **Zavarosságmérők: 394.000.- Ft-tól,** mobil **optikai oldott oxigén mérőkészlet hordkofferben: 260.000,- Ft, IDS 5-paramétert mérő mobil WTW műszer hordkofferben 1elektródával: 225.000,- Ft. Árkedvezményes automata TOC analizátorok, elemtartalom analizátorok. Akciós áron gázballonok, gázórák, biogáz analizátorok és légtér szennyezettség mérő műszer készletek.** /Valamennyi fenti ár nettó, ÁFA nélküli./ Ez a tájékoztató nem teljeskörű, ezért:

## Kérje részletes ismertetőnket!

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

MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA
HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL
*LXXII. évf., 2. szám, 2017. február*

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

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

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

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

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

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

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

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete
Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank 10700024-24764207-51100005 sz. számlájára „MKL” megjelöléssel
Előfizetési díj egy évre 10 200 Ft
Egy szám ára: 850 Ft. Külföldön terjeszti a Batthyany Kultur-Press Kft.,
H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6.
1251 Budapest, Postafiók 30.
Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:
SÜLI ERIKA

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

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

Index: 25 541
HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)
HU ISSN 1588-1199 (online)

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

## KEDVES OLVASÓK!

*Biztosan egyetértenek velem, hogy méltán nevezik a kémiát a központi természettudománynak („Chemistry – the Central Science”), hiszen a fizikától a biológiáig, a földtantól az anyagtudományig nem találunk olyan területet, amely ne érintkezne a kémiával. Ezek a kapcsolatok nem egyirányúak: mind a kémia, mind a társtudományok korszerű műveléséhez és alkalmazásához nélkülözhetetlen a megismerésük. Az interdiszciplinaritás mindennapos gyakorlati haszna kétségtelen, de a tudományágak közötti kapcsolatok termékenyítően járulnak hozzá világunk folyamatainak, törvényszerűségeinek megértéséhez, gyökeresen új tudományos eredmények eléréséhez is.*

*A Magyar Kémikusok Lapja tartalmában és szerkesztésében igen jól megfelel ennek a középponti helyzetnek: helyet kapnak benne a tudomány legújabb eredményei – kis részletektől a legátfogóbbakig – és alkalmazásai, azok értő és érthető bemutatásától az érintett iparok híreiig. Külön érték, hogy a folyóirat folyamatosan közöl a kémia kulturális vonatkozásairól is írásokat. A lapszám, amelyet kezükben tartanak, jól ötvözi mindezeket a témaköröket, és kitekintést nyújt a társtudományok irányába is.*

*Számomra a jelen szám súlypontját a 2016. évi kémiai, fizikai és orvosi/fiziológiai Nobel-díjakról szóló cikkek jelentik. Röviden, de jelentőségüket érzékeltetve mutatják be a szilárd anyagok mikroszkopikus viselkedésével kapcsolatos nagy hatású elméleti fizikai eredményeket, az autofágia működését és az életfolyamatokban betöltött szerepét, valamint a molekuláris gépek kifejlesztésének első, nagy jelentőségű lépéseit. A kémiai Nobel-díjasok – Sauvage, Stoddart és Feringa – ötletei és a katenánhoz, rotaxánhoz és a molekuláris propellerhez (vagy talán molekuláris turbinához) elvezető nagyszerű szintetikus kémiai munkájuk bizonyára minden vegyészt, vegyészmérnököt megérint. A további cikkek kínálata igazolja azt, amit az előbb az MKL széles tartalmi spektrumáról megfogalmaztam: hazai kutatási eredmények mellett többek között iskolai tanulóknak a légszennyezéssel kapcsolatos ismereteiről, a kémiával kapcsolatos közterületi szobrokról is olvashatunk. Vagy éppen arról a számomra eddig ismeretlen tényről, hogy Newton, a fizika és matematika óriása mennyi időt és munkát szánt az alkímiára, titokban tartva kísérleteit és ötleteit – talán abban a reményben, hogy elsőként fog aranyat előállítani.*

*Jó lelkiismerettel ajánlom a februári számot figyelmükbe – nem fognak csalódni.*

*Pokol György*

## TARTALOM

**NOBEL-DÍJ, 2016**
**Huszthy Péter:** A molekuláris gépek kutatásáért kapták a 2016. évi kémiai Nobel-díjat 34
**Südy Roberta, Bari Ferenc:** Nobel-díj az autofágia mechanizmusának felfedezéséért 35
**Iglói Ferenc:** A 2016. évi fizikai Nobel-díj. A topológia szerepe a szilárdtest-fizikában 36

**VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY**
***Bruckner-termi előadás***
**Papp Gábor:** Szelektív hidrogénezés vízoldható átmenetifém-foszfin komplex katalizátorokkal 39
**Remete Attila Márió:** Új, fluortartalmú funkcionalizált ciklusos β-aminosavszármazékok szintézise 41

**OKTATÁS**
**Sójáné Gajdos Gabriella, Tóth Zoltán:** Általános iskolai és gimnáziumi tanulók levegőszennyezéssel kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata szóasszociációs módszerrel 44

**KÖNYVAJÁNLÓ**
**Tömpe Péter:** Egy kémiai receptgyűjteményről 49

**KITEKINTÉS**
**Lente Gábor:** Híresek és kémikusok. Sir Isaac Newton 50
**Braun Tibor:** A kémia szépsége – szabadtéri szobrokon. Atomok és molekulák a szobrász szemével 51

**VEGYÉSZLELETEK**
**Lente Gábor** rovata 56

**EGYESÜLETI ÉLET** 58

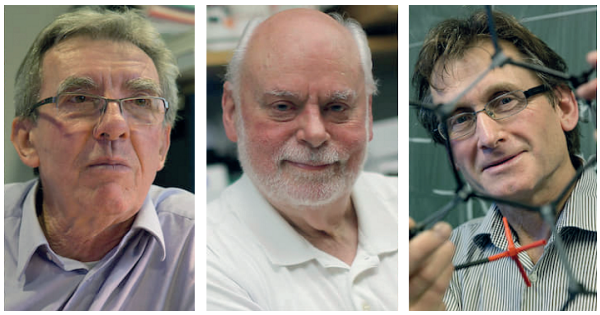
**A HÓNAP HÍREI** 60

**Címlap:**
Gázmolekula (2009). Marc Ruygrok szobra a hollandiai A7-es úton, Slochterennél

Huszthy Péter

# A molekuláris gépek kutatásáért kapták a 2016. évi kémiai Nobel-díjat

A molekuláris gépek kutatásáért három tudós, a 71 éves francia Jean-Pierre Sauvage (Strasbourgi Egyetem), a 74 éves brit Sir James Fraser Stoddart (Northwesterni Egyetem) és a 65 éves holland Bernard L. Feringa (Groningeni Egyetem) kapta a 2016. évi kémiai Nobel-díjat, jelentette be a Svéd Királyi Tudományos Akadémia 2016. október 5-én **(1. ábra)**.

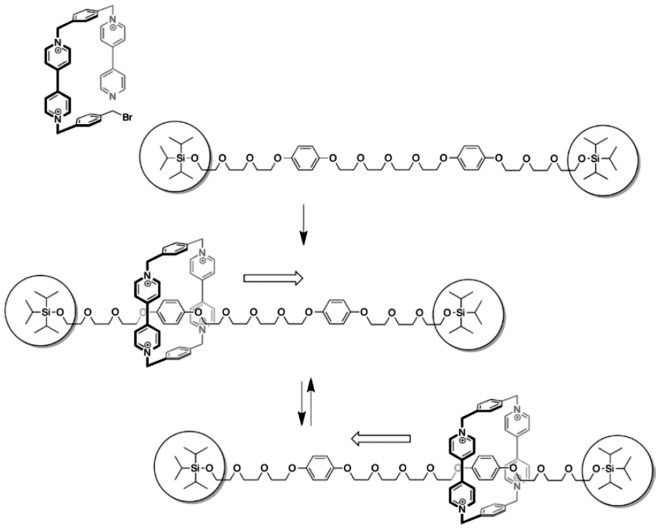


**1. ábra. Jean-Pierre Sauvage, Sir James Fraser Stoddart és Bernard L. Feringa**

A kitüntetettek a magas elismeréssel 8 millió svéd koronát (256 millió forintot) kapnak. A díjátadó ünnepség minden évben december 10-én van, az elismerést alapító Alfred Nobel halálának évfordulóján.

A molekuláris gépek kifejlesztése területén az első jelentős lépést az 1980-as évek elején tette Jean-Pierre Sauvage, aki munkatársaival a réz(I)ionok „templát hatását" kihasználva két gyűrűs molekulából álló láncot szintetizált, amelyet [2]katenánnak nevezett el [1] **(2. ábra)**.

A második jelentős lépést Sir James Fraser Stoddart és munkatársai tették meg a rotaxán **(3. ábra)** előállításával, mely egy képkeretszerű és egy rajta keresztülhaladó tengelyszerű molekulából áll; az utóbbi két végén nagy térigényű csoportot tartalmaz. A két sztereoelektronos szempontból komplementer molekula energiaközlés hatására egymáshoz képest elmozdul, irányított mozgást végezve [2].

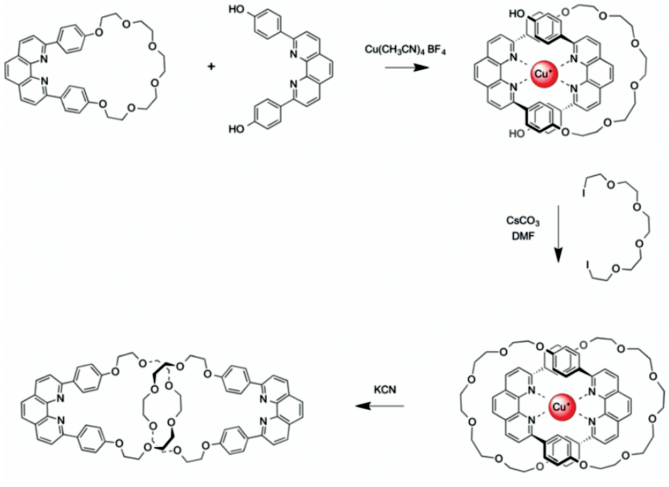


**3. ábra. A [2]rotaxán szintézisének utolsó lépése és transzlációs mozgása**

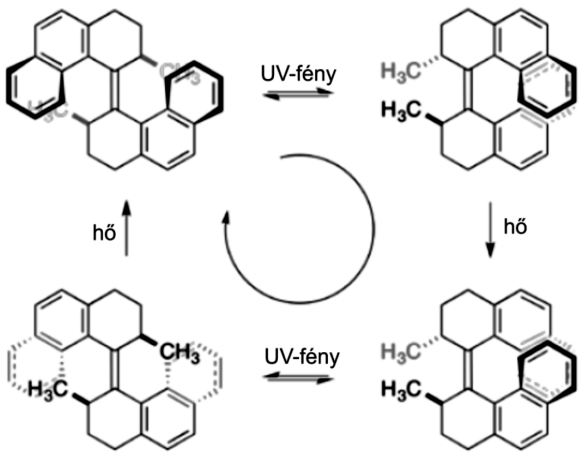
A későbbiekben Stoddart munkatársaival egy molekuláris méretű liftet [3] és egy 160 kilobit memóriával rendelkező komputercsipet [4] is készített.

Bernard L. Feringa és munkatársai egy olyan molekuláris pro-

**2. ábra. Réz(I)ionok koordinációja segítségével előállított [2]katenán**




**4. ábra. Fénnyel kiváltott egyirányú forgásra képes molekuláris propeller**



pellert hoztak létre **(4. ábra)**, amely folyamatosan egy irányba forgott [5]. Hasonló egységet tartalmazó molekuláris gépük pedig egy annál tízezerszer nehezebb üvegcső forgatására is képes volt [6].

A molekuláris gépek további fejlesztése révén új intelligens anyagok, szenzorok és energiatároló rendszerek hozhatók létre. Ezek a hajszál átmérőjének is csak a töredékét kitevő nanogépek az orvostudományban és a gyógyászatban is jelentős áttörést hozhatnak, mert a különböző hatóanyagokat irányítottan juttathatják a megcélzott sejtekbe.

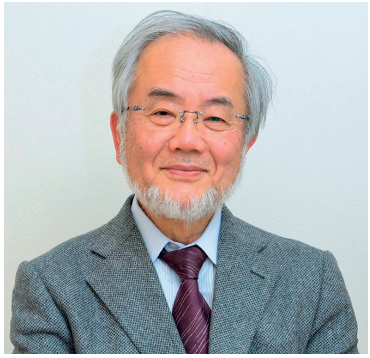
IRODALOM
[1] a) Dietrich-Buchecker, C. O.; Marnot, P. A.; Sauvage, J. P., Tetrahedron Lett. (1982) 23, 5291. b) Dietrich-Buchecker, C. O.; Sauvage, J. P.; Kintzinger, J. P., Tetrahedron Lett. (1983) 24, 5095–5098.
[2] a) Odell, B.; Reddington, M. V.; Slawin, A. M. Z.; Spencer, N.; Stoddart, J. F.; Williams, D. J., Angew, Chem. Int. Ed. (1988) 27, 1547–1550. b) Anelli, P. L.; Spencer, N.; Stoddart, J. F., J. Am. Chem. Soc. (1991) 113, 5131–5133.
[3] Bajdic, J. D.; Balzani, V.; Credi, A.; Silvi, S.; Stoddart, J. F. Science (2004) 303, 1845–1849.
[4] Green, J. E.; Wook Choi, J.; Boukai, A.; Bunimovich, Y.; Johnston-Halperin, E.; Delonno, E.; Luo, Y.; Sheriff, B. A.; Xu, K.; Shik Shin, Y. et al., Nature (2007) 445, 414–417.
[5] Koumura, N.; Zijlstra, R. W. J.; Delden, R. A. van; Harada, N.; Feringa, B. L., Nature (1999) 401, 152–155.
[6] Broer, D. J.; Feringa, B. L., Nature (2006) 440, 163.

Südy Roberta–Bari Ferenc

# Nobel-díj az autofágia mechanizmusának felfedezéséért

Az autofágia alapvető mechanizmusainak felfedezéséért és egyes lépéseinek tisztázásáért 2016-ban az orvosi-élettani Nobel-díjat a japán származású Josinori Oszumi professzornak ítélték oda.

Az autofágia az eukarióta (valódi sejtmaggal rendelkező) sejtekre jellemző, olyan evolúciósan megőrzött folyamat, melynek során a sejtek képesek az alkotóelemeik megemésztésére és újrahasznosítására, ezért az autofágiát gyakran „önemésztés”-ként említik. Annak ellenére, hogy az autofágia már az 1960-as évek óta ismert, mechanizmusa és élettani jelentősége évtizedekig tisztázatlan maradt.

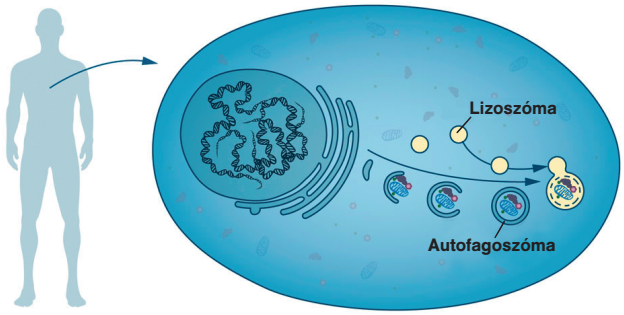


**Josinori Oszumi**

Az idén 71 éves, eredetileg vegyész végzettségű japán tudós 1993-ban publikálta élesztőgombákon végzett kísérletei eredményeit az autofágiában szerepet játszó 15 kulcsfontosságú génről (FEBS Lett, 333:169; 1993). Ezt további publikációk követték, élesztővel és emlőssejtekkel végzett vizsgálatokról is, melyek során felderítette a kódolt fehérjék funkcióját is. Úttörő munkásságával gyorsan fejlődő kutatási területet indított el. Míg 1993-ban 28 autofágiával foglalkozó közlemény jelent meg a nemzetközi szakirodalomban, addig 2015-ben már több mint 5000.

Oszumi professzor 1974-ben a Tokiói Egyetemen szerzett PhD-fokozatot, majd három évet töltött a New York-i Rockefeller Egyetemen. Később visszatért a Tokiói Egyetemre, ahol 1988-ban megalakította saját kutatócsoportját. 2009 óta a Tokiói Műszaki Egyetem (Tokyo Institute of Technology) professzora.

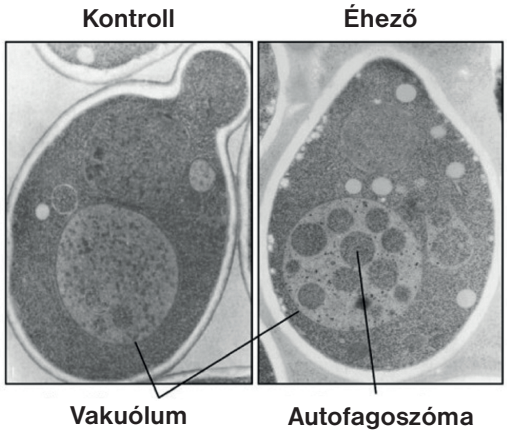
Az autofágia során tehát a sejt lebontja azokat a molekulákat vagy sejtalkotókat, amelyek károsak a sejt számára, elöregedtek vagy sérültek. Az autofágiára kerülő komponenseket egy kettős membrán izolálja, majd a membrán záródásával kialakul az úgynevezett autofagoszóma. Az autofagoszóma lizoszómával fuzionálva létrehozza az autolizoszómát. A múlt század 50-es éveiben figyelték meg a szénhidrátok, lipidek és fehérjék emésztőenzimeit tartalmazó sejtalkotó organellumokat, a lizoszómákat. Felfedezésükért 1974-ben Christian De Duve és Albert Claude belga tudóst, valamint George Emil Palade román-amerikai tudóst Nobel-díjjal tüntették ki. Az autofagoszómában a lizoszómális hidroláz enzimek a citoplazma alkotóelemeit lebontják, ezek jó része újrahasznosíthatóvá válik a sejt szintetikus folyamataiban.




**Lizoszómák és autofagoszómák**

Az élesztőgombasejtek viszonylag jól tanulmányozhatónak bizonyultak, ezért is használják gyakran humán sejtek folyamatainak modellezésére. Az élesztőgomba vakuóluma (sejtüreg) funkcionálisan megfeleltethető ugyan az emlős sejtek lizoszómájával, de az élesztősejtek nagyon kis méretűek és a bennük lezajló folyamatokat is nehéz megfigyelni. Oszumi professzor azt feltételezte, hogy az élesztő vakuólumában levő enzimek gátlása a citoplazmakomponensek felhalmozódását okozza. Ennek bizonyítására olyan élesztősejteket vizsgált, amelyeknek vakuoláris lebontó enzimei gátlásra kerültek, míg maguk a sejtek éheztek. Az éheztetett élesztősejtek, annak érdekében, hogy tápanyaghoz jussanak, autofágiával válaszoltak, azonban a vakuoláris kulcsenzimek gátlásának következményeként a vakuólumokban felhalmozódtak az autofagoszómák, melyek így fénymikroszkóp alatt is láthatóvá váltak. Oszumi professzor ezzel bizonyította az autofágia létezését az élesztősejtekben. Véletlenszerű mutációk létrehozásával azonosította az első mutáns típusú sejtet, amely nem volt képes a vakuólumaiban felhalmozni autofágiára kerülő elemeket, és az ezért felelős gént APG1-nek (később ATG1) nevezte el. Megfigyelte azt is, hogy az APG1-mutáns sejtek gyorsabban vesztik el életképességüket alacsony nitrogéntartalmú közegben

a vad típusú (normál) sejtekhez képest. További vizsgálatok során leírta azt a 15 gént, amely szükséges az autofágia aktivációjáért eukarióta sejtben.




**Az éheztetett sejtek vakuólumaiban megnőtt az autofagoszómák száma**

Az Oszumi professzor által elindított vizsgálatokra alapozva jelenleg a genetikai nevezéktanban az autofágiai génjeire az ATG1 stb. rövidítéseket használják. Az autofágiáért felelős gének és a kódolt fehérjék ismerete lehetővé teszi, hogy csillapításukkal funkcionális vizsgálatok készülhessenek. Az egyes géncsoportok az autofágia más-más lépését szabályozzák, ezért károsodásuk vagy kiesésük ennek megfelelően manifesztálódik. Ezeknek a molekuláris mechanizmusoknak a tisztázása segít az autofágia szerepét és jelentőségét felfedni a sejtek élettani és a patofiziológiás állapotaiban. Az autofágia alapvető szerepet játszik az embrionális fejlődés egyes szakaszaiban, többek között a sejtek differenciálódásában. Ezt a folyamatot fejlődési autofágiának nevezik, melynek működési zavarai szoros összefüggésben vannak egyes fejlődési rendellenességek kialukálásával. Mivel az autofágia mechanizmusának és/vagy szabályozásának megbomlása közvetlen vagy közvetett módon több betegség kialakulásában részt vesz, ezért a benne részt vevő gének érdekes és értékes terápiás célpontok lehetnek. Az autofágia rendkívül fontos a sejtek életében: a már differenciálódott sejtek általa maradhatnak viszonylag sokáig életképesek. Ha az autofág rendszer jól működik, egy sejt hónapokig vagy évekig is fiziológiásan funkcionál – ismeretes, hogy az idegsejtek akár évtizedekig is elélhetnek. Tehát a sejtek „önemésztő" képessége és a lebontott molekulák újrahasznosítása kulcsfontosságú a szervezet működőképessége szempontjából. A sejteket felépítő (szintetikus) és lebontó (katabolikus) folyamatainak egyensúlyát fenntartó, alapszinten zajló folyamat a háztartási autofágia elnevezést kapta.

Az autofágia aktiválható számos fizikai és kémiai behatással (pl. hőstressz vagy növényi alkaloidok). Az indukálható autofágia során a sejt elsősorban a sejtet károsító hatásokra (stresszorokra) reagál. A különböző stressz-szituációkra történő gyors autofágiás válaszreakció alátámasztja a mechanizmus sejtvédő (citoprotektív) hatását. Egyes neurodegeneratív betegségekben megfigyelték kóros fehérjék felhalmozódását a központi idegrendszerben. Ennek oka, hogy a kórós szerkezetű fehérjeaggregátumokat a sejt nem képes lebontani, valószínűleg a nem megfelelően működő autofágia miatt. A károsodott autofágiás képesség ezenkívül összefüggésbe hozható egyéb malignus kórképek kialakulásával, diabétesz mellitusszal, az anémia bizonyos formáival, kardiomiopátiával, valamint az öregedéssel is.

Az autofágia kutatása az elmúlt három évtizedben különleges figyelmet kapott az élettudományok területén. A magyar tudósok is jelentős szerepet játszottak és játszanak új mechanizmusok tisztázásban. Több évtizedes a tudományterületen az ELTE Állatszervezettani Tanszékén Sass Miklós professzor munkássága. Magyar kutatók mutatták ki például azt, hogy az öregedési folyamatban központi szerepet tölt be az autofágia. Az élettartam növelésében szerepet játszó szinte mindegyik gén az autofág rendszeren keresztül fejti ki hatását. Vellai Tibor, az ELTE Genetikai Tanszékének vezetője két közös tanulmányt jegyez Josinori Oszumival. Szegeden az MTA Biológiai Kutatóközpontjában, az MTA Lendület-program keretében, Juhász Gábor kutatócsoportja végez nemzetközi mércével mérve is magas színvonalú kutatásokat.

IRODALOM
www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2016/advanced-medicineprize2016.pdf
www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/2016/press.pdf
www.szbk.u-szeged.hu/gen_drosophila_autophagy.php

Iglói Ferenc
■ MTA Wigner FK SZFI és SZTE Elméleti Fizika Tanszék

## A 2016. évi fizikai Nobel-díj

# A topológia szerepe a szilárdtestfizikában

A Svéd Királyi Tudományos Akadémia a 2016. évi fizikai Nobel-díjat David J. Thoulessnek (Washingtoni Egyetem, Seattle), F. Duncan M. Haldane-nek (Princetoni Egyetem) és J. Michael Kosterlitznek (Brown Egyetem, Providence) ítélte oda „A topológiai fázisátalakulással és az anyag topológiai fázisaival kapcsolatos elméleti felfedezéseiért". A díjazott eredmények a múlt század 70-es, 80-as éveiben születtek, és közvetve az anyag szerkezetével kapcsolatos alapvető elképzeléseinket tágították ki, ami paradigmaváltáshoz vezetett a szilárdtestfizikában és az anyagtudományban. Az utóbbi évtizedben robbanásszerűen az érdeklődés homlokterébe kerültek a topológia szerepével kapcsolatos kísérleti és elméleti vizsgálatok, melyek reményeink szerint közelebb visznek a kvantumszámítógépek megvalósításához is.

A Nobel-bizottság méltatása szerint Kosterlitz és Thouless a 70-es évek elején kétdimenziós, planáris spinrendszerekben és szupravezetőkben új típusú vortex (örvényszerű) gerjesztéseket fedezett fel. Ezek a vortexek a valós térben csavarodási számmal (angolul: winding number) jellemezhetőek. Kvantumos rendszerek alacsony hőmérsékleti viselkedésében a topologikus fázisok jellemzésénél hasonló csavarodási számok jelennek meg, de ez-

**A 2016. évi fizikai Nobel-díjasok: David J. Thouless, F. Duncan M. Haldane és J. Michael Kosterlitz**

úttal az állapotok kvázi-impulzussal leírt terében. A Nobel-bizottság méltatta Thoulessnek és munkatársainak 1982-ben publikált úttörő eredményeit, melyek a szilárdtestek sávszerkezetében az impulzustérben fellépő csavarodási számokat más fizikai jellemzők kvantált, azaz diszkrét viselkedésével kötötte össze. Első alkalmazásként az elméletet a kvantumos Hall-effektus magyarázatára használták, ahol a kétdimenziós elektrongázban erős merőleges mágneses tér jelenlétében a Hall-vezetőképesség nagy pontossággal mérhető diszkrét értéket vesz fel. Haldane egy 1988-ban írt munkájában rámutatott arra, hogy hasonló viselkedés jóval általánosabb körülmények között, mágneses tér nélkül is megvalósulhat; ezeket a rendszereket Chern-féle szigetelőknek hívjuk. A Nobel-bizottság méltatta Haldane 1983-as kvantumos spinláncokra vonatkozó úttörő eredményeit is, melyek szerint egész értékű spinváltozók és antiferromágneses csatolás esetén ezen rendszerek az anyag szimmetria által védett topologikus fázisát valósítják meg.

## Topológia a fázisátalakulásokban

A topológia fontosságát Kosterlitz és Thouless a kétdimenziós XY-modell statisztikus mechanikai vizsgálatakor ismerte fel [1, 2]. Ez a modell a $d$ dimenziós, $n$ komponensű (spin)változós és teljes forgási szimmetriát mutató kölcsönhatású rendszerek speciális esetét képviseli, ahol $d = 2$ és $n = 2$. Ezen rendszerek esetén egy magas hőmérsékleti, forgási szimmetrikus fázis és egy alacsony hőmérsékleti fázis található, ahol a spinek közös irányba mutatnak, és így itt a forgási szimmetria sérül. A rendszerbeli fázisátalakulás, a renormálási csoport- (RCS) elmélet szerint csak a releváns változóktól, így $d$-től és $n$-től függhet (rövid hatótávolságú kölcsönhatás esetén), de a mikroszkopikus paraméterek irrelevánsak a jellemző univerzális viselkedés meghatározásában. Így a kétdimenziós XY-modell a vékony rétegekben megvalósuló szupravezetők vagy szuperfolyadékok fázisátalakulásának leírására is használható, ahol a spinváltozó szerepét a hullámfüggvény (komplex számmal leírt) fázisa játssza.

Kosterlitz és Thouless az XY-modellben új típusú, topologikus jellegű gerjesztést fedezett fel, melyet a szuperfolyékonyság példájából véve vortexnek nevezett el. A vortex térben lokalizált gerjesztés, mely a csavardiszlokációra emlékeztet. Ha a vortex magja körül egy zárt görbén a spinek elfordulásait felösszegezzük, akkor egy vagy több teljes fordulatot kapunk, melyet a megfelelő előjellel együtt csavarodási számnak hívunk. A gerjesztés topologikus jellegét az mutatja, hogy nem lehet a rendszerből a vortexet úgy eltávolítani, hogy a spinek értékét a térben folytonosan változtatjuk.

Néhány évvel korábban, 1966-ban Mermin és Wagner egzakt számolással megmutatta, hogy két dimenzióban folytonos szimmetriacsoporttal jellemzett modell esetén, ilyen az XY-modell is, nem történhet spontán szimmetriasértés, azaz nincs a rendszerben rendezett fázis. Ez azt jelenti, hogy véges hőmérsékleten a rendszerben fellépő hőmérsékleti fluktuációkkal szemben a ferromágneses fázis instabil. Ennek ellenére numerikus eredmények az XY-modellben fázisátalakulásra jellemző kritikus szingularitások jelenlétét mutatták. Kosterlitz és Thouless a fázisátalakulást a vortexek segítségével magyarázta meg. Az alacsony hőmérsékleti fázist vortex-antivortex párok kötött állapotai valósítják meg, ahol az antivortexek ellentétes előjelű csavarodási számmal rendelkeznek. A fázisátalakulás során a párok felszakadnak, és a vortexek a magas hőmérsékleti fázisban szabad gázként mozognak. A manapság KT-átalakulásként ismert fázisátalakulás különleges jellemzőkkel bír: a szabadenergia nagyon gyenge, ún. lényeges szingularitást mutat, míg a szuszceptibilitás minden hatványfüggvénynél gyorsabban divergál.

Az átalakulás tulajdonságait a Kosterlitz által felírt RCS-elmélet keretében lehetett jobban megérteni [3]. Az RCS-transzformáció során a hosszúságskálát változtatjuk, és vizsgáljuk, hogy az milyen hatással van a rendszert leíró paraméterek (pl. a kölcsönhatás és a külső mágneses tér erőssége) értékére. A transzformáció fix pontjaiban az RCS skálainvariáns viselkedésű, és ezek a fix pontok folytonos fázisátalakulásoknak felelnek meg. Ezzel szemben a KT-átalakulás esetén a teljes alacsony hőmérsékleti fázis skálainvariáns viselkedésű, azaz azt egy fix pontokból álló vonallal lehet jellemezni. Így a rendszer a teljes alacsony hőmérsékleti fázisban kritikus viselkedésű, és nem rendelkezik ferromágneses renddel, mely összhangban áll a Mermin–Wagner-tétellel. Kísérletekben KT-átalakulást vékony szuperfolyékony filmekben és vékony szupravezető rétegekben találtak. Ugyancsak KT-átalakulást lehet látni a kristályok egyensúlyi alakjában, amikor a hőmérsékleti fluktuációk hatására az éles felületek eltűnnek.

## Az anyag topologikus fázisai

Thouless következő fontos hozzájárulása a topológia szerepének tisztázásában a kvantumos Hall-effektus értelmezése volt: azt mutatta meg, hogy a KT-átalakuláshoz hasonlóan a kvantumos Hall-effektusnál is olyan újfajta fázisátalakulásról (átalakulások sorozatáról) van szó, amelyek megértéséhez a Landau-paradigma nem elég: szimmetriasértés nincsen, hanem a topológiára van szükség.

A kvantumos Hall-effektust kísérletileg Klaus von Klitzing fedezte fel 1980-ban, amikor egy félvezető felületén kialakított kétdimenziós elektrongáz vezetési tulajdonságait erős merőleges mágneses térben vizsgálta. Eredményei szerint a Hall-vezetőképesség az elemi töltéssel és a Planck-állandóval leírható, élesen meghatározott értékeket vesz fel és az egyes platókon mért értékek relatív hibája rendkívül kicsi 1:$10^9$. Thouless és munkatársai értelmezése szerint [4] a kvantumos Hall-effektus kulcsa, hogy a mágneses tér az anyag tömbi részének topológiáját módosítja. Ha a mágneses tér olyan nagy, hogy minden elemi cellára az elemi fluxuskvantum racionális hányada esik, a teret és a kristályrács potenciálját egyszerre kell figyelembe venni egy nagyobb mágneses elemi cella bevezetésével. A nagyobb elemi cella miatt az eredeti energiasávok alsávokra esnek szét, melyeket alenergiarések választanak el egymástól. A lineáris válaszelmélet formalizmusában végrehajtott számolásaik szerint a kvantumos Hall-vezetőképesség a külső tér változtatásakor valóban diszkrét platókhoz rendelhető, és ezek értékei a szilárdtestek sávszerkezeté-

ben az impulzustérben fellépő csavarodási számokkal kapcsolatosak.

Haldane esetén a Nobel-bizottság indoklása a díjazott két 1983-ban írt munkáját emeli ki, melyek az antiferromágneses Heisenberg- (AFH) spinlánc alacsony energiás gerjesztéseinek vizsgálatával foglalkoznak [5, 6]. Egzakt eredmények szerint az $S = 1/2$-es modellben a gerjesztésekben az energiarés eltűnik, és hasonló igaz a klasszikus határesetet jelentő $S \longrightarrow \infty$ modellre is. Tetszőleges $S$ értékre ugyan eredmények nem voltak, mégis a nyolcvanas évek elejéig általánosan elfogadott nézet volt, hogy az energiarés nélküli viselkedés $S$-től függetlenül teljesül.

Haldane korszakos, új eredményeket hozó munkáiban a fenti problémát nagy $S$ értékekre térelméleti módszerekkel vizsgálta [5, 6]. Először megmutatta, hogy a modell alacsony energiás gerjesztéseit egy, a térelméletben ismert rendszerrel, az ún. nemlineáris szigma-modellel lehet leírni, melyet egy új topologikus taggal egészített ki. Ez a tag a rendszer kvantumos állapotának a kétdimenziós téridőben mutatott topológiájától függ, és csavarodási számmal jellemezhető. Végeredményben egész értékű $S$-re véges energiarés, félegész spinek esetén eltűnő energiarés adódott.

A maga idejében ez váratlan és meglepő jóslat volt, de a későbbiekben végzett elméleti vizsgálatok és kísérleti mérések is teljes mértékben igazolták. Az $S = 1$ spinű AFH-láncban megjósolt Haldane-fázis az anyag szimmetria által védett topologikus fázisainak prototípusát jelenti. Szemléletes közelítésként az $S = 1$-es spineket két $S = 1/2$-es kompozit spinnel fejezhetjük ki, mely rendszerben az energiarés valóban véges értékű. Továbbá nyitott határfeltétel esetén a lánc két végén $S = 1/2$-es spin szabadsági fokok maradnak, melyek között a láncmérettel exponenciálisan csökkenő kölcsönhatás ébred. Ez a topologikus gerjesztések iskolapéldája.

## Újabb fejlemények

Az utóbbi évtizedben az anyag számos lehetséges topologikus fázisát sikerült azonosítani, melyek a rendszerek dimenziójában és a fellépő szimmetria típusában (részecske-lyuk vagy időtükrözési) különböznek egymástól. Az időtükrözési szimmetria megmaradása bizonyos topologikus fázisok védelmét eredményezi szigetelőanyagok esetén. Két dimenzióban az ilyen körülmények között létrejövő jelenséget kvantumos spin Hall-effektusnak hívjuk. Három dimenzióban a topologikus szigetelők létét először elméletileg jósolták meg, majd kísérletekben is megfigyelték. Ezen rendszerekben az élállapotok energiarés nélküli felületi állapotoknak felelnek meg, melyek transzporttulajdonságai sok szempontból a valódi kétdimenziós vezetőkre (pl. grafén) emlékeztetnek, ugyanakkor a részletekben számos fontos különbséget is mutatnak.

Az alacsony dimenziós kvantumrendszerekben fellépő topologikus rendeződéssel kapcsolatban talán a leglátványosabb jelenség a nem-ábeli statisztikájú topologikus gerjesztésekhez kapcsolódik. Ezen gerjesztések olyan kvázi-részecskéknek felelnek meg, melyek felcserélés esetén sem a bozonok, sem a fermionok esetén érvényes (szimmetrikus, ill. antiszimmetrikus) szabályt nem követik, hanem egy annál általánosabb, ún. anyon statisztika érvényes rájuk. A nem-ábeli anyonok legegyszerűbb formáját az ún. Majorana zéró módusok jelentik, de bonyolultabb nem-ábeli anyon-gerjesztéseket is leírtak és osztályoztak már. Talán a legegyszerűbb rendszerek, ahol Majorana zéró módusok felléptét várják, olyan kvantumdrótok, melyeket félvezetőkből (pl. InSb-ből) növesztettek, és erős mágneses térben szupravezetővel proximitizáltak. A témát övező felfokozott izgalom annak is köszönhető, hogy a nem-ábeli anyonok a topologikus számolás lehetséges perspektivikus eszközei, amelyek esetén a topológia védi meg a kvantumos biteket a dekoherencia nemkívánatos hatásaitól. Ezen érdekes terület kísérleti szempontból is gyorsan fejlődik. Számos jel mutat arra, hogy az 5/2-es értékű törtszámú kvantumos Hall-effektusban Majorana zéró módusok találhatók. Speciálisan kialakított kvantumdrótok esetén már sikerült a Majorana zéró módusokra utaló jelzéseket találni. A nem-ábeli statisztikájukat vizsgáló további kísérletek gőzerővel folynak.

**Köszönetnyilvánítás.** A szerzőt munkájában az NKFIH és az OTKA a K109577 és a K115959 pályázatok keretében támogatta. Köszönetet mondok Asbóth Jánosnak a hasznos diszkussziókért.

IRODALOM

[1] J. M. Kosterlitz and D. J. Thouless, Long range order and metastability in two dimensional solids and superfluids. (Application of dislocation theory). Journal of Physics C: Solid State Physics (1972) 5, L124.
[2] J. M. Kosterlitz and D. J. Thouless, Ordering, metastability and phase transitions in two-dimensional systems. Journal of Physics C: Solid State Physics (1973) 6, 1181.
[3] J. M. Kosterlitz,The critical properties of the two-dimensional xy model. Journal of Physics C: Solid State Physics (1974) 7, 1046.
[4] D. J. Thouless, M. Kohmoto, M. P. Nightingale, and M. den Nijs, Quantized Hall conductance in a two-dimensional periodic potential. Physical Review Letters (1982) 49, 405.
[5] F. D. M. Haldane, Continuum dynamics of the 1-D Heisenberg antiferromagnet: Identification with the O(3) nonlinear sigma model. Physics Letters A (1983) 93, 464.
[6] F. D. M. Haldane, Nonlinear Field Theory of Large-Spin Heisenberg Antiferromagnets: Semiclassically Quantized Solitons of the One-Dimensional Easy-Axis Néel State. Physical Review Letters (1983) 50, 1153.

Együtt a Nobel-díjasok

**Jean-Pierre Sauvage** (1), **Sir J. Fraser Stoddart** (2), **Bernard L. Feringa** (3), **Josinori Oszumi** (4), **J. Michael Kosterlitz** (5), **David J. Thouless** (6), **F. Duncan M. Haldane** (7)
(illusztráció: Niklas Elmehed © Nobel Media AB 2016)

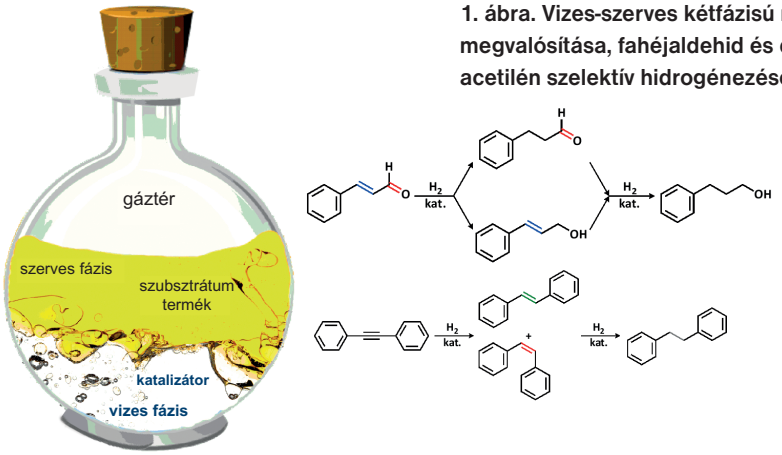
# Bruckner-termi előadás

Papp Gábor
- MTA–DE Homogén Katalízis és Reakciómechanizmusok Kutatócsoport
- DE TTK Kémiai Intézet, Fizikai Kémiai Tanszék

# Szelektív hidrogénezés vízoldható átmeneti-fém-foszfin komplex katalizátorokkal

A homogén katalitikus folyamatok a szerves vegyületek szintézisében kiemelkedő jelentőséggel bírnak, mivel a katalizátor nélküli reakcióhoz képest gyorsabban játszódnak le és számos esetben lehetővé teszik egy-egy adott célvegyület szelektív előállítását (regio-, sztereoszelektív szintézisek). Ezen folyamatokhoz aktív és szelektív katalizátorokra van szükség. A vizes közeg alkalmazása nem túl gyakori, azonban számos előnnyel bír a klasszikus szerves oldószerekben végzett szintézisekkel szemben. Ezek közül az egyik legfontosabb, hogy környezetbarát, továbbá ha vizes közegben oldódó katalizátorokat alkalmazunk vizes-szerves kétfázisú reakciókban, akkor a reakció végeztével a katalizátor visszanyerhető, újra felhasználható és nem szennyezi a terméket **(1. ábra)**.

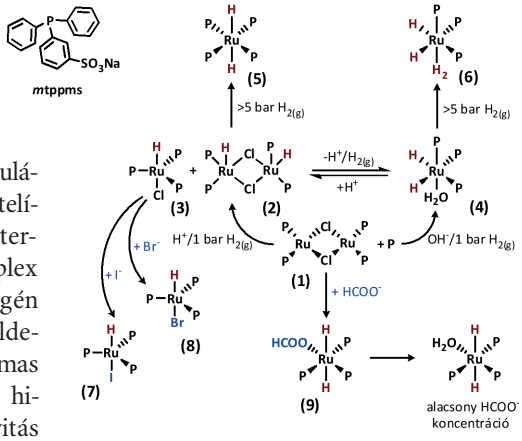
Az egyik legismertebb vizes közegű homogén katalitikus reakció a Rhône-Poulenc–Ruhrchemie ipari méretekben megvalósított eljárása, melyben Rh-szulfonált foszfinkomplex katalizált propén-hidroformilezést valósítanak meg (1 MT/év, műanyagipari alapanyag). A katalizátor vízben történő oldhatóságát szulfonált foszfinligandum teszi lehetővé.




**1. ábra. Vizes-szerves kétfázisú reakciók megvalósítása, fahéjaldehid és difenil-acetilén szelektív hidrogénezése**

A szerves szintézisek többségében a hidrogénezési reakciók megvalósítása heterogén katalitikusan történik, több esetben is felmerül a szelektív hidrogénezések igénye, amikor több telítetlen kötést tartalmazó kiindulási anyag esetében csak bizonyosakat telítünk **(1. ábra)** – ehhez nyújtanak alternatívát a Ru-, Rh-, Ir-, Pt-, Pd-komplex katalizátorokkal megvalósított homogén katalitikus redukciók. Mind a fahéjaldehid, mind pedig a difenil-acetilén alkalmas modellvegyületek ezen reakciókban, hiszen előbbi esetében a regioszelektivitás (C = C vagy C = O redukció) tesztelhető, míg utóbbival a sztereoszelektivitás (*cisz-transz* termék) mérhető le.

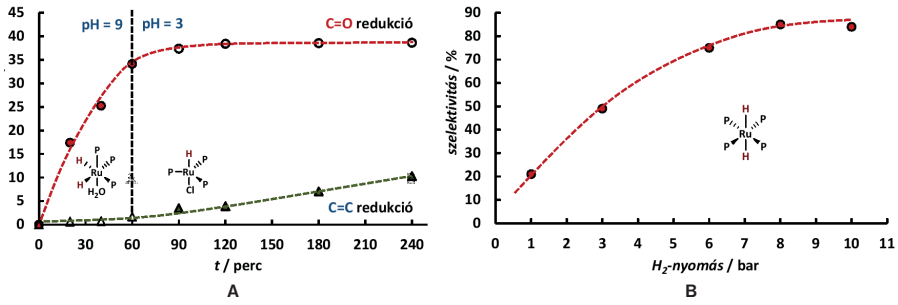
A homogén katalitikus hidrogénezések szelektivitása az átmenetifém-hidridekhez köthető, melyek a komplex és a hidrogénforrás (molekuláris hidrogén, formiátok stb.) reakciójában képződnek. Ezek megfelelő egymásba való alakításával a redukciók szelektivitása változtatható, finomhangolható. Erre jó példát ad, hogy a [{$RuCl_2$($m$tppms)$_2$}$_2$]-prekurzor dimerből vizes közegben több különböző Ru-*m*tppms-hidrid [1] képződhet **(2. ábra).**




**2. ábra. [{$RuCl_2$($m$tppms)$_2$}$_2$] dimerből képződő hidridek**

Atmoszférikus nyomású hidrogénnel reagálva a pH-tól függően mono- (**2,3**) és dihidridek (**4**) képződnek, melyek egymásba reverzibilisen alakíthatóak. Fahéjaldehidet alkalmazva hidrogénezési reakcióban a (**3**) monohidrid a C = C kötés redukcióját katalizálja, míg a magasabb pH-n képződő dihidrid a C = O kötést telíti [2].

Szemléletesen a **3.A ábrán** látható, hogy pH = 9-nél indítva a reakciót az aldehid CO-csoport hidrogéneződik, az oldatot megsavanyítva pedig ez leáll és – ugyan kisebb sebességgel, de – elindul a C = C kötés redukciója. Ez a szelektivitás-váltás megfigyelhető difenil-acetilén esetében is, savas oldatokban a *cisz*-stilbén, míg lúgos oldatokban a *transz*-izomer keletkezése preferált [3]. További finomhangolási lehetőséget jelent különböző adalékok (sók) hozzáadása a rendszerhez, savas oldatokban atmoszférikus $H_2$-nyomás alatt képződik mind a jodido- (**5**), mind bedig a bromido-monohidrid (**6**) a megfelelő Na-sók hatására. A szelektivitás megváltozása nélkül a I-komplex aktivitása kb. 10-szerese a Cl-komp-




**3. ábra. Ru-*m*tppms-hidridek katalitikus aktivitása**

lexének, ami alkalmazhatóvá teszi speciális kromonszármazékok előállításában [4].

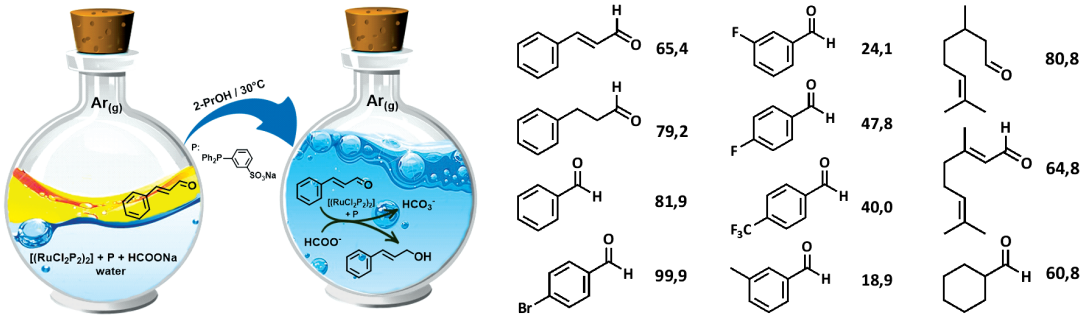
A hidrogénnyomás növelése újabb hidridek képződését hozza magával, savas oldatokban nagyobb $H_2$-nyomás alatt egy *transz*-dihidrid (**7**), míg lúgos oldatokban egy nem-klasszikus dihidrido-dihidrogén-komplex (8) képződése játszódik le. A **3.B ábra** mutatja a *transz*-dihidrid aktivitását a C=O kötés hidrogénezésében [5], szemben az atmoszférikus nyomás alatt, savas pH-n szelektív C=C redukcióval.

Különböző, például hőérzékeny anyagoknál fontos szempont lehet az enyhe körülmények között végzett szelektív redukció. Hidrogénforrásként kiválóan alkalmazhatóak például a különböző formiátsók vizes közegben. A Ru-*m*tppms prekurzor (**1**) komplexből HCOONa-tal a *transz*-dihidrido-formiáto-komplex (**9**) képződik, mely szelektíven a C=O kettős kötést hidrogénezi [6]. A kiemelkedő aktivitáshoz és szelektivitáshoz a homogén körülmények megteremtése is fontos, amit vizes-szerves reakciókban például alkoholok (2-propanol stb.) hozzáadásával érhetünk el **(4. ábra)**.

Így a két fázis alkalmazásának előnyeit elveszítjük, viszont igen enyhe körülmények között megvalósíthatóvá válik az aldehid CO-csoportok hidrogénezése (**4. ábra** – táblázat). Hasonló körülmények között az Rh-analóg komplexből képződő *cisz*-formiáto-dihidrid pedig a C=C kötés hidrogénezését valósítja meg [7] teljes szelektivitással.

Mindezen bemutatott példák jól szemléltetik, hogy a körülmények megfelelő megválasztásával homogén katalitikus hidrogénezésekben hogyan befolyásolhatjuk a szelektivitást a képződő hidridrészecskéken keresztül. Ezek a hidridek nemcsak szelektív hidrogénezéskben mutatkoznak igen aktívnak, hanem például szerepet játszanak a $HCOO^-/HCO_3^-$ reverzibilis hidrogéntároló ciklusban is. Így a *transz*-formiáto-dihidrid [8] (**9**) (és más hasonló komplexek, pl. Ir-NHC-foszfin [9]) mind a formiát-dehidrogénezést, mind a bikarbonát-hidrogénezést katalizálja, ezzel alternatív lehetőséget nyújt a $H_2$ (általában: energia) biztonságos tárolására.

IRODALOM
[1] G. Papp, H. Horváth, G. Laurenczy, I. Szatmári, Á. Kathó, F. Joó, Dalton Trans. (2013) 42, 521.
[2] F. Joó, J. Kovács, A. Cs. Bényei, Á. Kathó, Angew. Chem. Int. Ed. (1998) 37, 969.
[3] H. H. Horváth, F. Joó, React. Kinet. Catal. Lett. (2005) 85, 355.
[4] Kónya-Ábrahám Anita (Patonay Tamás†, Kiss Attila), PhD-értekezés, 2016.
[5] G. Papp, J. Elek, L. Nádasdi, G. Laurenczy, F. Joó, Adv. Synth. Catal. (2003) 345, 172.
[6] I. Szatmári, G. Papp, F. Joó, Á. Kathó, Cat. Tod. (2015) 247, 14.
[7] Á. Kathó, I. Szatmári, G. Papp, F. Joó, Chimia (2015) 69, 339.
[8] G. Papp, J. Csorba, G. Laurenczy, F. Joó, Angew. Chem. Int. Ed. (2011) 50, 10433.
[9] H. Horváth, G. Papp, R. Szabolcsi, Á. Kathó, F. Joó, ChemSusChem (2015) 8, 3036.




**4. ábra. Aldehidek szelektív transzfer hidrogénezése egyfázisú rendszerekben Ru-katalizátorral (1 óra alatt elért konverzióértékek)**

# Ipari-felsőoktatási együttműködések csúcsintézménye jön létre a BME-n

Zöld utat kapott és kiemelt támogatást nyert a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem és ipari partnereinek konzorciuma az NKFI Hivatal FIEK pályázatán. A mintegy 3 959 244 693 Ft pályázati támogatást a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alap „Felsőoktatási és Ipari Együttműködési Központ – Kutatási infrastruktúra fejlesztése” (FIEK_16) felhívása keretében hirdették meg. A konzorciumot a Műegyetem vezeti, tagjai a Siemens termelő, szolgáltató és kereskedelmi Zrt., a Richter Gedeon Vegyészeti Gyár Nyrt., a Nokia Solutions and Networks Kft. és az MVM Magyar Villamos Művek Zrt. (a közösen benyújtott pályamű címe: „Integrált, intelligens technológiák – szinergiaprogram: Fókuszban az energetika és a gyógyszeripar. Innovatív technológiák és szolgáltatóközpont (laboratóriumhálózat) létrehozása az IKT, energetika és gyógyszergyártás terén”).

Remete Attila Mário
SZTE Gyógyszerkémiai Intézet

# Új, fluortartalmú funkcionalizált ciklusos β-aminosavszármazékok szintézise

A funkcionalizált aliciklusos aminosavszármazékok iránt az utóbbi években növekvő érdeklődés tapasztalható mind szintetikus, mind gyógyszerkémiai szemszögből. Az antivirális hatású ciklohexánvázas oseltamivir (Tamiflu) [1, 2] és a ciklopentánvázas peramivir [3, 4] ennek a vegyületcsaládnak két fontos képviselője **(1. ábra)**. Az elmúlt 15 évben számos analógjuk szintézisét és biológiai vizsgálatát hajtották végre. [5–7]

Bár a természetben ritkábbak α- és γ-analógjaiknál, a β-aminosavak biológiai szempontból jelentős molekulák a gyógyszerkutatásban és a peptidkémiában. Különösen értékesek a gyűrűs β-aminosavszármazékok, melyek számos egyszerűbb képviselője mutat biológiai aktivitást **(1. ábra,** alsó sor**)**. [8–10]

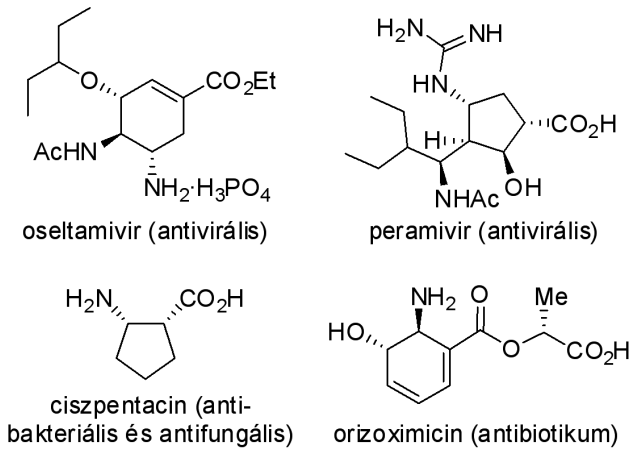
A fluortartalmú szerves molekulák fontos gyógyászati jelentőséggel bírnak. Egyfelől, az igen erős C–F kötés és a fluor nagy elektronvonzása miatt a jól elhelyezett fluoratomok alkalmasak a molekulák metabolizmussal szembeni ellenálló képességének növelésére. Továbbá, a fluorozás hatással van a molekulák lipofilitására, célpontjukhoz való kötődésére, $pK_s$ értékeire és biológiai hozzáférhetőségére. Emiatt a fluorozott molekulák előállítása a szintetikus és gyógyszerkémia kiemelt területe lett, és a fluorozott anyagok száma folyamatosan emelkedik (a gyógyszermolekulák 25%-a tartalmaz legalább egy fluoratomot). [11–14]

A β-aminosavak iránti fokozott érdeklődés kiterjedt a fluorozott származékaikra is. Több szintézisutat is kidolgoztak, és nagyszámú vegyületet állítottak elő korábban. Ezek nagy része azonban alifás β-aminosavak származéka volt, gyűrűs rokonaikra kevesebb figyelem irányult. [15,16] Ezért az SZTE Gyógyszerkémiai Intézetében ciklusos β-aminosavak fluorozott származékainak előállítását végezték el, és szelektív módszerekkel számos képviselőjüket szintetizálták. [17–19]

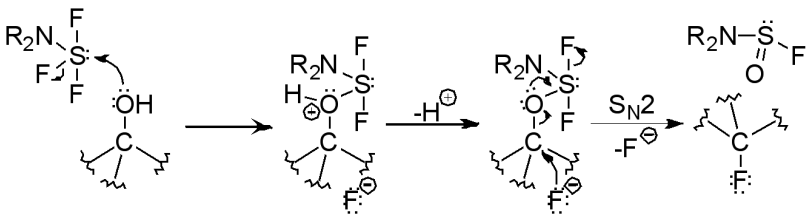
Munkánk során ezen kutatási irány folytatásaként, a több sztereocentrumot tartalmazó, funkcionalizált gyűrűs aminosavak fontosságát is tekintetbe véve, multifunkciós fluorozott gyűrűs β-aminosavszármazékokat terveztünk előállítani hidroxilezett vegyületek dezoxifluorozásával. Tanulmányozni kívántuk a szubsztituensek hatását is a kulcslépés, a Deoxofluorral [bisz(2-metoxietil)-aminokéntrifluorid] végzett OH-F csere (mechanizmus: **2. ábra**) kimenetelére.

Először a **(±)-1** laktámból a heterogyűrű felnyitásával, sztereoszelektív epoxidálással, majd regioszelektív oxirán gyűrűnyitással előállítható **(±)-4** észtert [20] reagáltattuk Deoxofluorral. Inverzió következtében a kívánt **(±)-5** terméket kaptuk, a reakció hozama $NaHCO_3$ jelenlétében 22%-ról 41%-ra nőtt **(3. ábra)**.

Azzal a céllal, hogy a **(±)-5** vegyület újabb izomerjeit szintetizáljuk, a **(±)-7** és **(±)-8** hidroxilezett ciklohexánvázas azidoésztereket fluoroztuk. (Ezen vegyületek a **(±)-1** biciklusos laktámmal regioizomer **(±)-6**

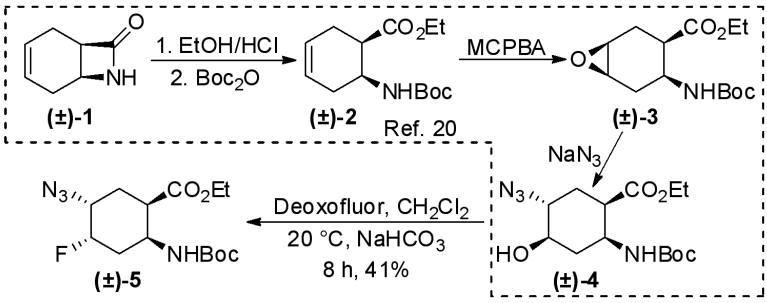



**1. ábra. Bioaktív gyűrűs aminosavszármazékok**

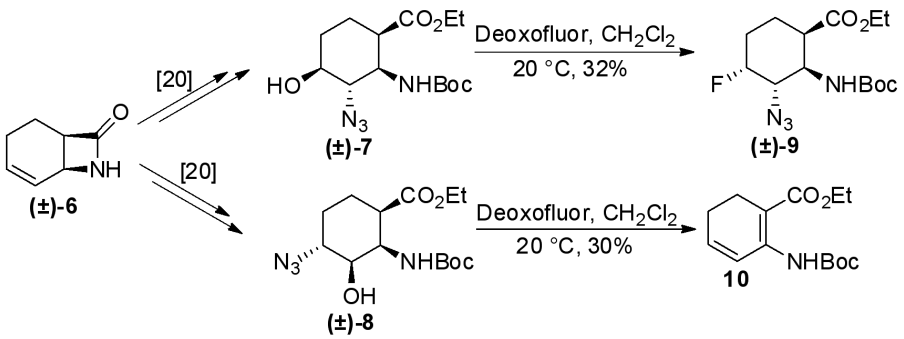


**2. ábra. A Deoxofluorral végzett hidroxil-fluor csere mechanizmusa (R = 2-metoxietil)**

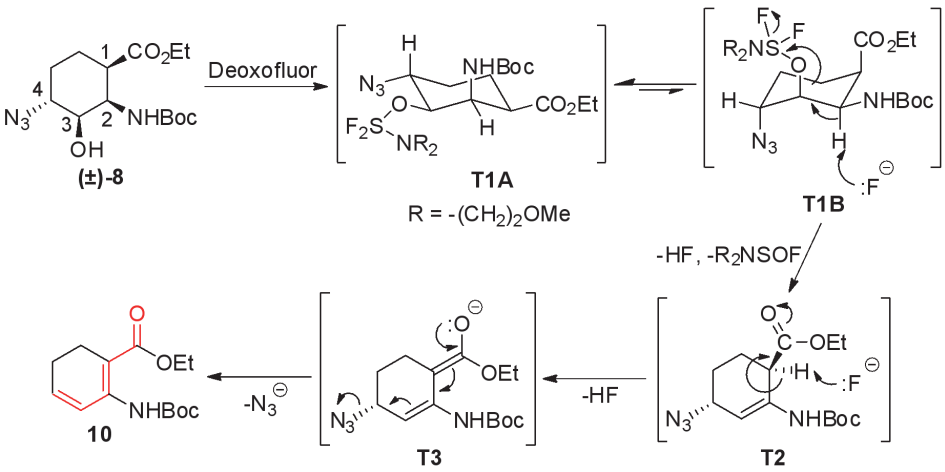
* A szerző a Szegedi Ifjú Szerves Kémikusok Támogatásáért Alapítvány 13. tudományos előadóülésén tartott, „Új, fluorozott multifunkciós ciklusos β-aminosavszármazékok szintézise” című előadásával Hermecz István-díjat nyert.




**3. ábra. Az (±)-1 laktámból nyerhető azidoészter dezoxifluorozása**




**4. ábra. Az (±)-6 laktámból nyerhető azidoészterek dezoxifluorozása**




**5. ábra. A 10 vegyülethez vezető reakcióút. A keletkezett konjugált rendszer pirossal kiemelve**

vegyületből állíthatóak elő [20], a **(±)-4** azidoészter előállításával analóg módon.) Érdekes módon, míg a **(±)-7** észter reakciója Deoxofluorral a kívánt fluorozott multifunkciós ciklohexánszármazék **(±)-9**-et eredményezte 32%-os kitermeléssel, addig **(±)-8** jelű regio- és sztereoizomerjéből egy nagymértékben telítetlen gyűrűs β-aminoészter képződött 30%-os hozammal **(4. ábra)**.

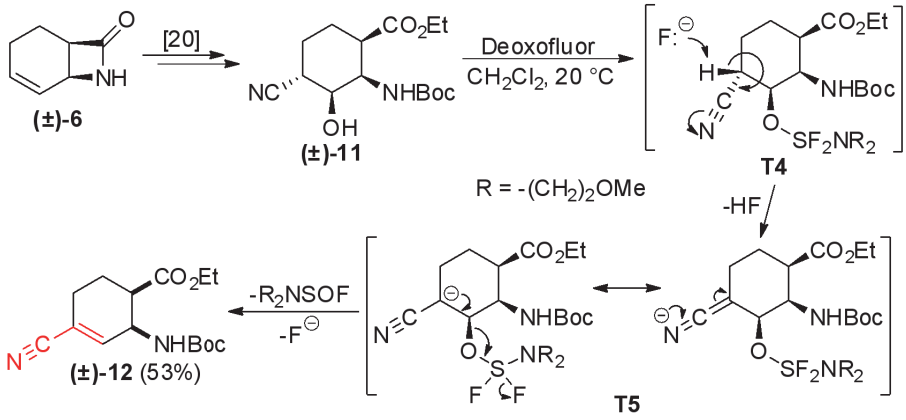
Ennek oka, hogy a reakció során keletkező fluoridion nemcsak nukleofil, hanem bázikus is – így nemcsak szubsztitúció, hanem elimináció is bekövetkezhet. A **(±)-8** jelű azidoészter esetében az **5. ábrán** látható reakciósor játszódik le. Először E2 elimináció következik be. Ehhez a jó távozó csoporttá tett OH-csoportnak és a lehasadó protonnak antiperiplanáris térállásúnak kell lennie, ami a **T1** köztiterméknek csak a **B** konformerében tud megvalósulni (egyféle módon). Ezt követően az észtercsoporthoz képest α-helyzetű aktív hidrogén lehasítása, majd azidion eliminációja révén E1cb eliminációval keletkezik a **10** termék. Ezen második elimináció hajtóereje a kiterjedt konjugáció kialakulása **(5. ábra**, pirossal kiemelt rész).

A **(±)-6** laktámból egy hidroxilezett ciklohexánvázas cianoészter is előállítható [20]. Ennek reakciója Deoxofluorral fluorozott vegyület helyett azonban jó hozammal (53%) eliminációs terméket eredményezett. Ennek oka a hidroxilcsoporthoz képest β-helyzetű cianocsoport jelenléte: a **T4** köztitermék C-4-es atomján könnyen deprotonálható, a kapott nitrilstabilizált mezomer karbanion pedig a jó távozó csoporttá tett hidroxilt leszorítja **(6. ábra)**. A reakció során (a **10** vegyület esetéhez hasonlóan) konjugált termék jön létre.

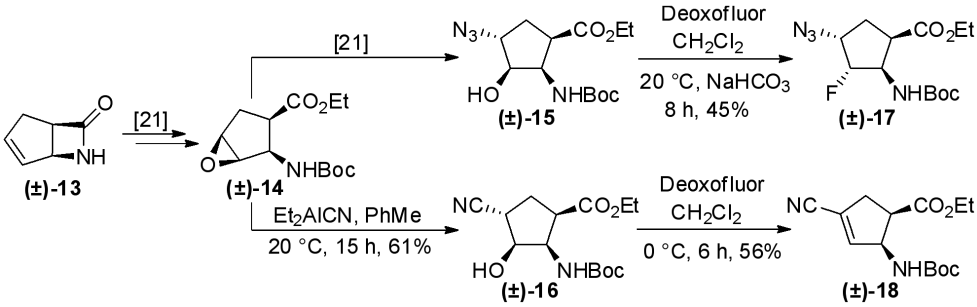
Munkánkat multifunkciós ciklopentánszármazékok transzformációival folytattuk. A **(±)-13** telítetlen laktámból a heterogyűrű felnyitásával és sztereoszelektív epoxidálással a **(±)-14** oxirán nyerhető [21], amit két irányban alakítottunk tovább. Nátrum-azidos regioszelektív oxiránnyitással kapható a **(±)-15** hidroxilezett azidoészter [21], amiből hattagú gyűrűs analógjaihoz hasonlóan, Deoxofluorral inverzióval a kívánt **(±)-17** fluorozott származékot kaptuk. A kitermelés $NaHCO_3$ jelenlétében 27%-ról 45%-ra nőtt **(7. ábra).** A másik útvonal során a **(±)-14** vegyületet dietilalumínium-cianidal reagáltattuk a ciklohexánvázas analógokra már publikált módszer szerint. A reakció regioszelektív volt, a kapott **(±)-16** nitril szerkezetét röntgendiffrakciós mérés is igazolta **(8. ábra)**. A **(±)-16** vegyület Deoxofluorral a **(±)-11** vegyülethez hasonlóan eliminációs terméket [**(±)-18**] adott 56%-os hozammal **(7. ábra)**.

A következő lépésben a **(±)-15** és **(±)-16** vegyületek regio- és sztereoizomereit szándékoztunk dezoxifluorozni. Ezen izomerek szintézisének kulcsintermediere a **(±)-13** laktámból a **(±)-19** *transz*-észteren [22] keresztül előállítható **(±)-20** epoxid volt. Ennek a korábban már publikált eljárás szerinti azidolízise a **(±)-21** [21] és **(±)-22** regioizomereket eredményezte 2:1 arányban. Oszlopkromatográfiás elválasztást követően mindkettőt reagáltattuk Deoxofluorral, ám míg a **(±)-22** izomerből a kívánt fluorozott **(±)-23** termék keletkezett 22%-os hozamban, addig a **(±)-21** izomer nem reagált. A **(±)-20** epoxid reakciója $Et_2AlCN$-dal az azidolízissel ellentétben csak egy terméket eredményezett, a **(±)-24** nitrilt. Ennek fluorozása a vele izomer **(±)-16** vegyületnél tapasztalt módon eliminációval a **(±)-25** terméket adta **(9. ábra).**

Munkánkat összefoglalva: változatosan funkcionalizált, fluort és több sztereocentrumot is tartalmazó ciklusos β-aminosavszármazékokat állítottunk elő. Ehhez sztereoszelektív epoxidálást követő regioszelektív oxiránnyitással szelektíven kiépített hidroxilcsoportot cseréltük fluorra Deoxofluorral. A reakció szubsztrátfüggését vizsgálva megállapítható, hogy a reakció ki-

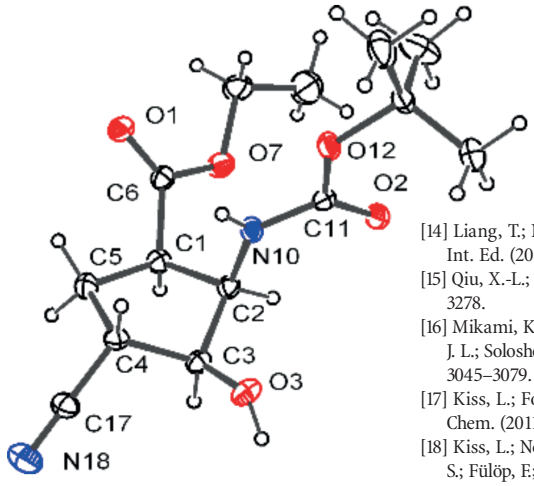



**6. ábra. Az (±)-6 laktámból nyerhető cianoészter dezoxifluorozása. A keletkezett konjugált rendszer pirossal kiemelve**

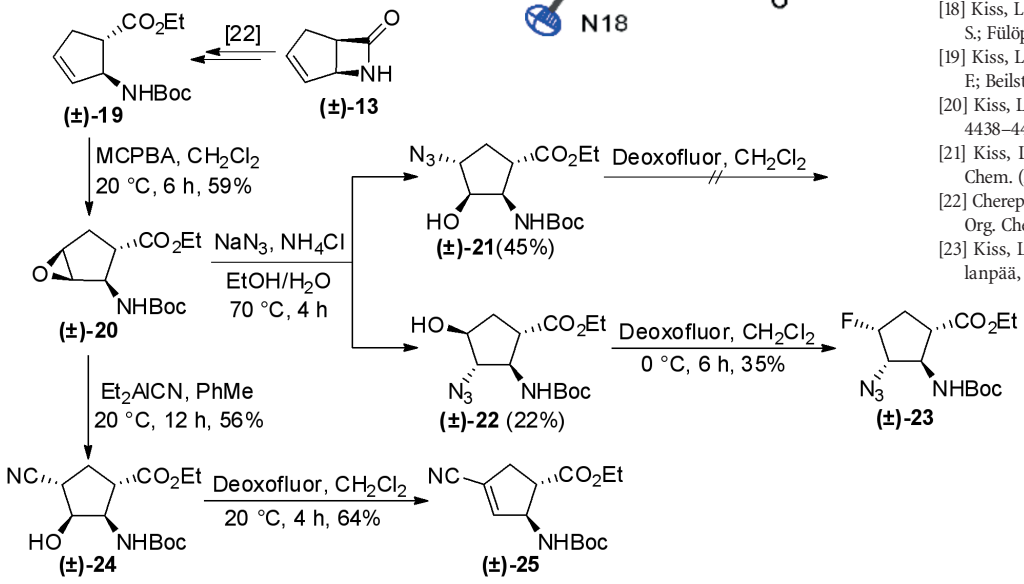



**7. ábra. Az (±)-14 epoxidból nyerhető multifunkciós ciklopentánvázas vegyületek dezoxifluorozása**

menetelét a funkciós csoportok minősége és pozíciója nagymértékben befolyásolja: az OH-csoporthoz képest β-helyzetben levő cianocsoport az E1cb eliminációt tette kedvezményezetté, míg β-helyzetű azidcsoport esetében az esetek jelentős részében a dezoxifluorozás a kívánt fluorozott terméket eredményezte. A fenti eredményeinket nemzetközi folyóiratban is publikáltuk. [23]




**8. ábra. Az (±)-16 vegyület röntgendifrakciós úton megállapított szerkezete**




**9. ábra. Az (±)-20 epoxidból nyerhető multifunkciós ciklopentánvázas vegyületek dezoxifluorozása**

**Köszönetnyilvánítás.** A szerző köszönetét fejezi ki a munkában részt vevő társkutatóknak (Kiss Loránd, Nonn Melinda, Santos Fustero, Reijo Sillanpää, Fülöp Ferenc).

IRODALOM

[1] Mukaiyama, T.; Ishikawa, H.; Koshino, H.; Hayashi, Y.; Chem. Eur. J. (2013) 19, 17789–17800.
[2] Magano, J.; Tetrahedron (2011) 67, 7875–7899.
[3] Mineno, T.; Miller, M. J.; J. Org. Chem. (2003) 68, 6591–5696.
[4] Bromba, C. M.; Mason, J. W.; Brant, M. G.; Chan, T.; Lunke, M. D.; Petric, M.; Boulanger, M. J.; Wulff, J. E.; Bioorg. Med. Chem. Lett. (2011) 21, 7137–7141.
[5] Albohy, A.; Mohan, S.; Zheng, R. B.; Pinto, B. M.; Cairo, C. W.; Bioorg. Med. Chem. (2011) 19, 2817–2822.
[6] Chand, P.; Babu, Y. S.; Bantia, S.; Rowland, S.; Dehghani, A.;. Kotian, P. L.; Hutchison, T. L.; Ali, S.; Brouillette, W.; El-Kattan, Y.; Lin, T-H.; J. Med. Chem. (2004) 47, 1919–1929.
[7] Lu, W. J.; Chen, Y. L.; Ma, W. P.; Zhang, X. Y.; Luan, F.; Liu, M. C.; Chen, X. G.; Hu, Z. D.; Eur. J. Med. Chem. (2008) 43, 569–576.
[8] Kiss, L.; Fülöp, F.; Chem. Rev. (2014) 114, 1116–1169.
[9] Martinek, T. A.; Fülöp. F.; Chem. Soc. Rev. (2012) 41, 687–702.
[10] Juaristi, E.; Soloshonok, V.: Enantioselective Synthesis of β-Amino Acids, Second Edition, Wiley: Hoboken, NJ., 2005.
[11] Gouverneur, V.; Müller, K.: Fluorine in Pharmaceutical and Medicinal Chemistry: From Biophysical Aspects to Clinical Applications, Imperial College Press, London, 2012
[12] Ojima, I.: Fluorine in Medicinal Chemistry and Chemical Biology, Wiley: Chichester, UK, 2009.
[13] Wang, J.; Sánchez-Roselló, M.; Aceña, J. L.; del Pozo, C.; Sorochinsky, A. E.; Fustero, S.; Soloshonok, V. A.; Liu, H.; Chem. Rev. (2014) 114, 2432–2506.
[14] Liang, T.; Neumann, C. N.; Ritter, T.; Angew. Chem. Int. Ed. (2013) 52, 8214–8264.
[15] Qiu, X.-L.; Qing, F-L.; Eur. J. Org. Chem. (2011) 3261–3278.
[16] Mikami, K.; Fustero, S.; Sánchez-Roselló, M.; Aceña, J. L.; Soloshonok, V.; Sorochinsky, A.; Synthesis (2011) 3045–3079.
[17] Kiss, L.; Forró, E.; Fustero, S.; Fülöp, F.; Eur. J. Org. Chem. (2011) 4993–5001.
[18] Kiss, L.; Nonn, M.; Forró, E.; Sillanpää, R.; Fustero, S.; Fülöp, F.; Eur. J. Org. Chem. (2014) 4070–4076.
[19] Kiss, L.; Nonn, M.; Sillanpää, R.; Fustero, S.; Fülöp, F; Beilstein J. Org. Chem. (2013) 9, 1164–1169.
[20] Kiss, L.; Forró, E.; Fülöp, F; Tetrahedron (2012) 68, 4438–4443.
[21] Kiss, L.; Forró, E.; Sillanpaa, R.; Fülöp, F; J. Org. Chem. (2007) 72, 8786–8790.
[22] Cherepanova, M.; Kiss, L.; Forró, E.; Fülöp, F; Eur. J. Org. Chem. (2014) 403–409.
[23] Kiss, L.; Remete, A. M.; Nonn, M.; Fustero, S.; Sillanpää, R.; Fülöp, F; Tetrahedron (2016) 72, 781–787.

Sójáné Gajdos Gabriella[1] – Tóth Zoltán[2]

[1] Nyíregyházi Egyetem Eötvös József Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium

[2] Debreceni Egyetem TTK Kémiai Intézet

# Általános iskolai és gimnáziumi tanulók levegőszennyezéssel kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata szóasszociációs módszerrel

## Bevezetés

A tudásszerkezet feltárására, változásának nyomon követésére számos módszer áll rendelkezésünkre. Az eddigi hazai tanulmányok is alátámasztják, hogy a fogalmi térképezés [1], a tudástérelmélet [2–3] és a szóasszociációs módszer [4–7] egyaránt alkalmas előzetes tudás felmérésére, fogalmi váltás kutatására és tévképzetek feltárására. A *fogalmi térképezés*nél a tudásszerkezetet grafikusan ábrázoljuk. Egy témakör összekapcsolódó fogalmait nyilakkal, vonalakkal köthetjük össze. A nyilakra írt rövid szöveggel utalhatunk a kapcsolat minőségére. A különböző alakú fogalmi térképek (lánc, kerék, fa, kör) közül leginkább a háló alakú segíti elő az értelemgazdag tanulást [8]. A *tudástérelmélet* olyan sokdimenziós modell, aminek segítségével az ismeretek kognitív szerveződését egy jól tagolt tudástérrel lehet leírni. A természettudományokban a tudástér alatt a feladatok, problémák olyan csoportját értjük, amelyet a diákok előzetes ismereteik alapján képesek megoldani. A feladatok megoldásához szükséges ismeretek általában hierarchikusan rendeződnek el. Azon feladatok, problémák összességét, amelyet a diákok helyesen oldanak meg, tudásállapotnak nevezzük. A feladatok közötti hierarchiát Hasse-diagrammal lehet szemléletesen ábrázolni [2]. A *szóasszociációs módszer* során a tanulók egy témakör legfontosabb fogalmait hívószavakként kapják meg, és adott idő alatt újabb szavakat, fogalmakat kell asszociálniuk rájuk. A hívófogalmak közötti kapcsolat erősségét a közös asszociációk és sorrendjeik alapján számolt kapcsolati együtthatóval adhatjuk meg [4]. Mindhárom módszer alkalmas a tanulócsoportok tudásszerkezetének vizuális megjelenítésére hálók és gráfok segítségével.

## Célkitűzés

Vizsgálatunkban 7–12. évfolyamos általános iskolai és gimnáziumi tanulók levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmainak hálózatát szerettük volna feltárni különböző módszerek segítségével (szóasszociációval, fogalmi térképezéssel, tudástérelmélettel). A vizsgált fogalmak (*üvegházhatás, ózonlyuk, savas eső, szén-dioxid, kén-dioxid, ózon*) egy korábbi hazai kismintás mérésben már előfordultak, amelyben szóasszociációs módszer segítségével elemezték 7–10. évfolyamos tanulócsoportok tudásszerkezetét [4]. Vizsgálatunk során a következő kérdéseket és célkitűzéseket fogalmaztuk meg:

1. Feltérképezni a különböző évfolyamok tudásszerkezetét szóasszociációs módszerrel, fogalmi térképezéssel és tudástérelmélet alkalmazásával.
2. Összehasonlítani, hogy van-e eltérés a különböző évfolyamok tudásszerkezete között.
3. Összehasonlítani, hogy van-e eltérés a különböző módszerekkel kapott tudásszerkezetek között (évfolyamon belül, évfolyamok között).
4. A szóasszociációs módszer eredményeit összevetni a korábbi kismintás mérés eredményeivel.
5. Megvizsgálni, hogy megjelennek-e azok a tévképzetek, amelyek a hazai és a nemzetközi szakirodalomban fellelhetők.

Jelen tanulmányunkban a szóasszociációs módszerrel kapott tudásszerkezeteket szándékozunk bemutatni. A különböző tudásszerkezet-feltáró módszerrel kapott eredményeket egy további tanulmányban tárgyaljuk majd.

## Szóasszociációs tesztek alkalmazása a természettudományokban

A szóasszociációs módszer alkalmazása a természettudományokban mintegy harminc évre tekint vissza. Egy előzetesen megjelent cikkünkben [5] már számos példát soroltunk fel a nemzetközi szakirodalomban fellelhető vizsgálatokról [9–14]. Azóta újabb kutatási eredmények láttak napvilágot. *Timur* [15] leendő óvodapedagógusok tudásszerkezetét és tévképzeteit vizsgálta fizikai fogalmakkal kapcsolatban, erő és mozgás témakörében. *Öner Armağan* [16] általános iskolások tudásszerkezetében végbement változásokat tanulmányozott, egy

a tudományokkal általánosságban foglalkozó konstruktivista módszereken alapuló projekt elején és végén. *Özata Yücel és Özkan* [17] tizenkét–tizennégy éves középiskolai diákok alapvető ökológiai fogalmakra vonatkozó tudásszerkezetét és tévképzeteit elemezték. A következő hívószavakat adták meg: *környezet, faj, élőhely, populáció, ökoszisztéma, tápláléklánc, anyagkörforgás, biológiai diverzitás, környezetszennyezés, globális felmelegedés, savas eső, üvegházhatás.*

A számos nemzetközi példán túl a módszer alkalmazása elterjedőben van a hazai kutatók körében is, gyarapszik a hazai szakirodalomban megjelent tanulmányok száma. *Kluknavszky és Tóth* [4] 7–8. évfolyamos általános iskolai és 9–10. évfolyamos gimnáziumi tanulók levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmait *(szén-dioxid, kéndioxid, ózon, nitrogén-oxidok, üvegházhatás, ózonlyuk, savas eső)* vizsgálták szóasszociációs módszerrel. *Tóth és Sójáné* [5–6] energiaforrásokhoz köthető fogalmak *(energiahordozók, nem megújuló energiaforrások, megújuló energiaforrások, szén, kőolaj, atomenergia)* kapcsolatát elemezték 7–12. évfolyamos, különböző iskolatípusban (szakiskola, szakközépiskola, gimnázium) tanuló diákok körében. *Kádár és Farsang* [18] általános iskolai és középiskolai tanulók földrajz tantárgyhoz köthető tévképzeteit tanulmányozták, melyben szerepeltek az *üvegházhatás* és a *globális felmelegedés* fogalmak is. Mérésük során a szóasszociáció módszerét is használták. A hívószavakra adott asszociációkat látványos formában szófelhőként jelenítették meg. *Daru és Tóth* [7] óvodások időjárással kapcsolatos fogalmi rendszerét *(időjárás, eső, szél, csapadék, tavasz, nyár, ősz, tél)* vizsgálták szóasszociációs módszerrel és fenomenográfiával kombinált tudástérelmélet alkalmazásával. Az írni és olvasni még nem tudó gyerekek válaszait strukturált interjú keretében vették fel. *Kádár és Farsang* [19] egyetemisták földrajzzal kapcsolatos tévképzeteinek összehasonlító elemzését is elvégezték. Két hallgatói csoport – földrajz, geográfus szakos és társadalomtudományokat tanuló hallgatók – eredményeit hasonlították össze globális felmelegedés és a Föld belső szerkezete témakörökben. A globális felmelegedés témakörében hat hívófogalmat adtak meg: *globális felmelegedés, üvegházhatás, napsugárzás, ózonréteg, szén-dioxid, belföldi és sarki jégtakarók olvadása. Malmos és Revákné* [20] 7. és 8. osztályos tanulók biológiai fogalmakhoz kapcsolható *(rovar, bogár, kártékony, báb, kifejlés)* tévképzeteit térképezték fel szóasszociációs módszerrel.

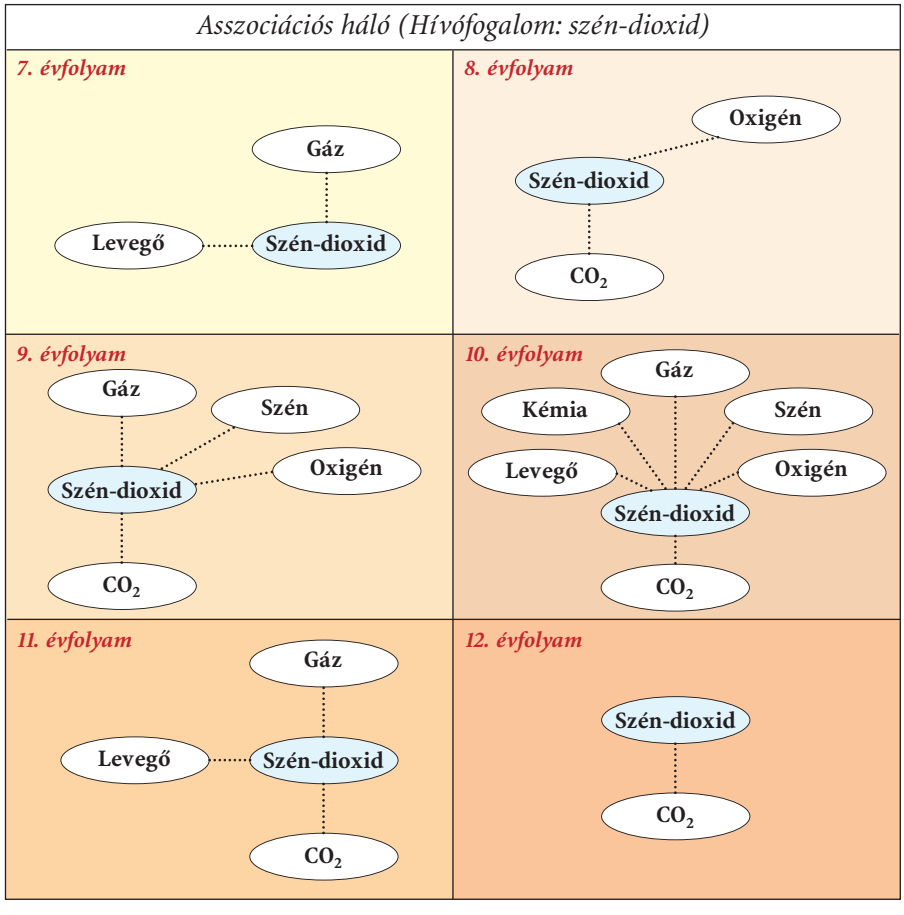
## A vizsgált minta

A vizsgálatban egy vidéki egyetem gyakorló iskolájának 553 tanulója (117 hetedikes, 120 nyolcadikos, 72 kilencedikes, 100 tizedikes 73 tizenegyedikes és 71 tizenkettedikes) vett részt. A mérésre 2014 őszén került sor. A lebonyolításban természettudományos tantárgyakat oktató kollégák segítettek. A konkrét vizsgálatot gyakorló órák előzték meg, ahol a diákok megismerkedhettek a szóasszociáció és fogalmi térképezés módszerével. A mérés három részfeladatból állt. A következő sorrendben kapták meg a tanulók a feladatlapokat: szóasszociáció, fogalmi térképezés, komplex feladatlap az elemezni kívánt fogalmakról.

## A szóasszociációs tesztek felvétele és értékelése

A szóasszociációs vizsgálat során a tanulók egy kis füzetecskét kaptak, amelyben külön lapon szerepeltek a hívófogalmak véletlenszerű sorrendben. Minden hívófogalom alá újabb fogalmakat kellett írniuk a tanulóknak. Az egyes hívófogalmak esetében egy perc állt rendelkezésükre az újabb asszociációk írására. Amikor egy fogalommal végeztek, lapoztak a következőhöz, de az előzőekhez vissza már nem térhettek. A fogalmak közötti kapcsolat erősségének meghatározásához tanulónként kiszámoltuk a *Garskof–Houston-féle kapcsolati együtthatót* (relatedness coefficiens, RC) [21]. A számítás részletes menetét korábbi tanulmányainkban már bemutattuk [4, 5, 7]. Az RC értéke 0 és 1 közötti lehet, minél nagyobb, annál erősebb a kapcsolat a két fogalom között. Évfolyamonként az egyéni kapcsolati együtthatókból átlagot számoltunk és így képeztük az adott csoportot jellemző értéket. Ezeknek az értékeknek megfelelően megrajzoltuk az egyes évfolyamok *fogalmi hálóját*. A fogalmi hálóban a hívófogalmak közötti kapcsolat jelentésének és az esetleges tévképzeteknek a feltárására megnéztük, hogy az adott fogalompárra milyen közös asszociációt adtak a diákok. Elemeztük az egyes hívófo-

**1. ábra. A „szén-dioxid" fogalomra kapott leggyakoribb asszociációk évfolyamonkénti változása (szaggatott vonal: 20–39% relatív gyakoriság; vékony vonal: 40–59% relatív gyakoriság; vastag vonal: ≥ 60% relatív gyakoriság)**



galmakra adott asszociációk évfolyamonkénti relatív gyakoriságát, és ezeknek a figyelembevételével megrajzoltuk az egyes csoportok *asszociációs hálóit* is.

## Az eredmények bemutatása és értékelése

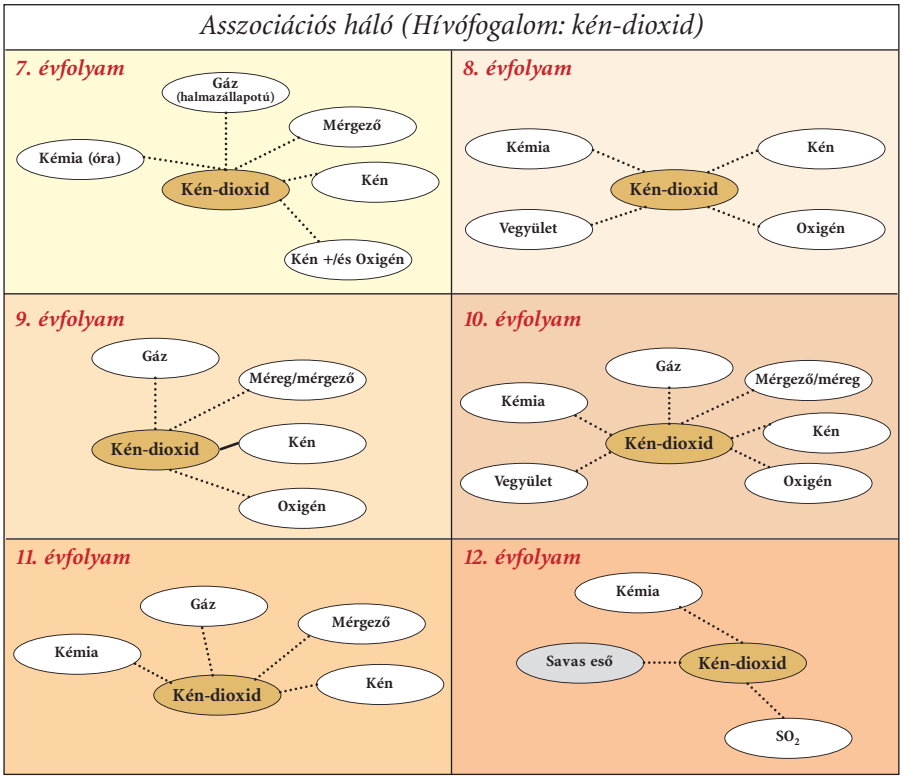
A következőkben a hat évfolyam esetében kapott leggyakoribb asszociációkat, asszociációs hálókat és fogalmi hálókat mutatjuk be és elemezzük.

### *Az egyes hívófogalmakra kapott leggyakoribb asszociációk*

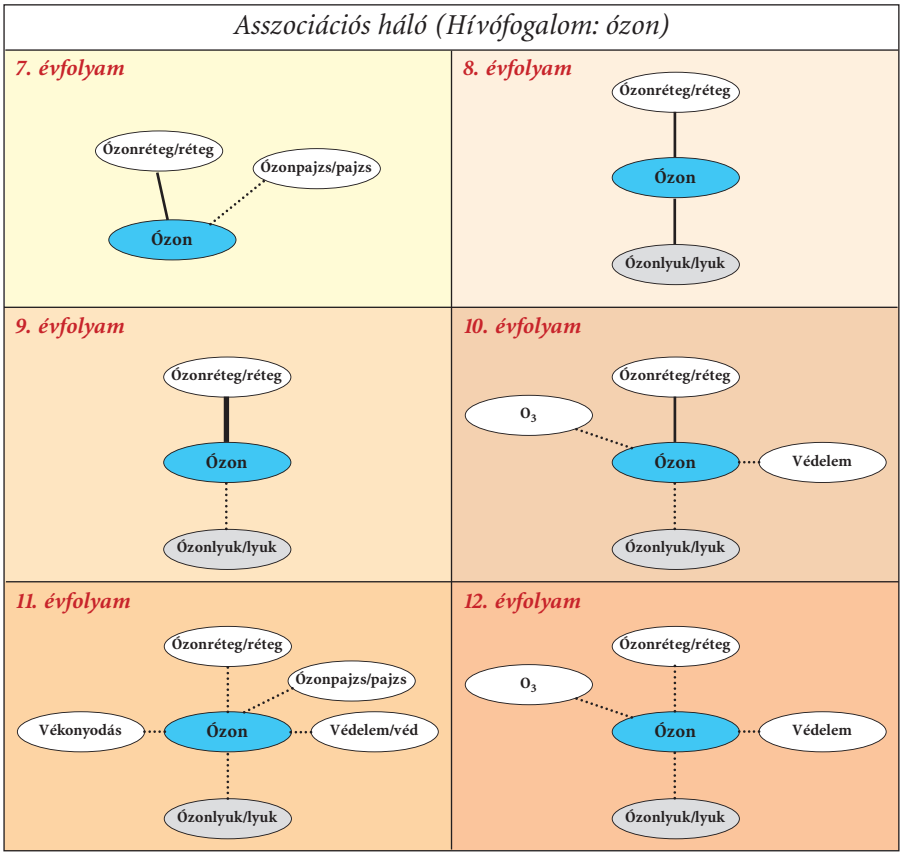
Az asszociációs hálókban az egyes hívófogalmakra kapott leggyakoribb asszociációkat tüntetjük fel relatív gyakoriságuk alapján. Ezáltal képet kaphatunk arról, hogy az iskolai tanulmányok előrehaladtával hogyan változik egy fogalomnak a kognitív sémában való elhelyezkedése. Természetesen a hívófogalom és az asszociált fogalom között tartalmilag nem mindig releváns a kapcsolat. Előfordulhat, hogy a hívófogalomra adott asszociációt egyéb tényezők is befolyásolják, például fonetikai hasonlóság, gyakori együttes előfordulás stb. [22] Az ábrázolásnál a szakítási pontok a következők voltak: 20%, 40% és 60%. A 20–39% közötti relatív gyakoriságot szaggatott vonallal, a 40–59% közöttit vékony folytonos vonallal, a 60% felettit vastag folytonos vonallal jelöltük.

A *szén-dioxid* fogalomhoz kapcsolódó asszociációkat az **1. ábrán** láthatjuk. Az asszociációk relatív gyakorisága egyik évfolyamban sem éri el a 40%-ot. A 7. évfolyam kivételével mindenhol megjelenik az asszociációk között a képlettel való jelölés. A legtöbb asszociáció a 10. évfolyam esetében figyelhető meg, míg a legkevesebb a 12. évfolyamnál, ahol csak a képlet jelenik meg. Több évfolyamnál megfigyelhető a halmazállapotot jelölő gáz és az összetételre utaló szén és oxigén asszociáció.

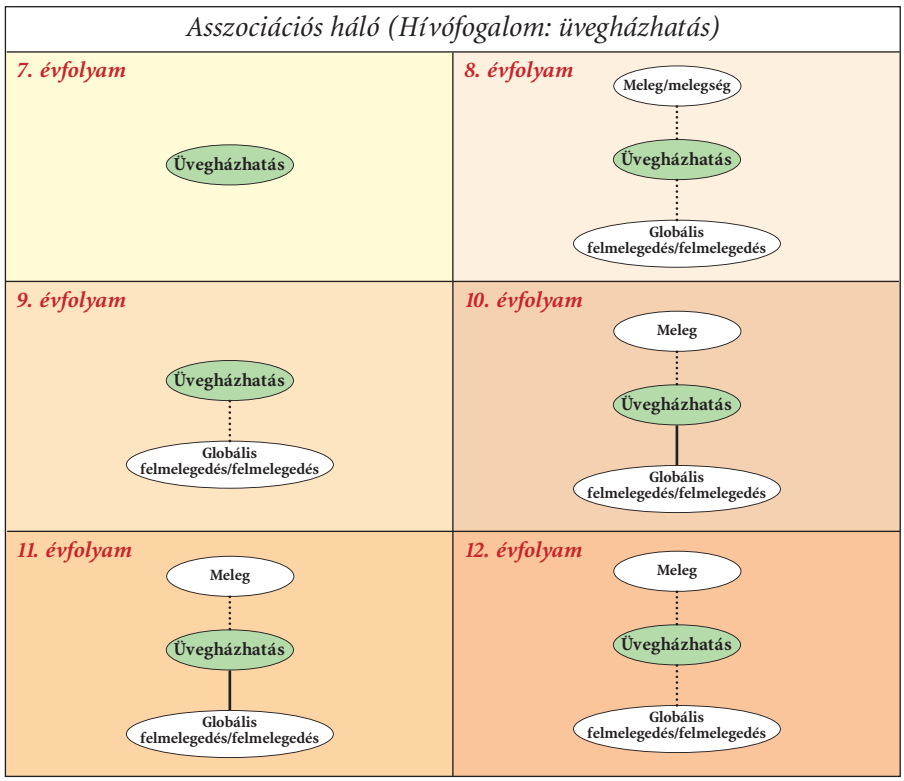
A **2. ábrán** a *kén-dioxidhoz* kapcsolódó asszociációkat ábrázoltuk. Láthatjuk, hogy a szén-dioxidhoz képest egy-egy évfolyam esetében azonos számú vagy akár több asszociációt is fel tudtunk tüntetni. Szintén a 10. évfolyam esetében láthatjuk a legtöbb asszociációt és a 12. évfolyamosoknál a legkevesebbet. Több évfolyam esetében megfigyelhetjük a fizikai és élettani tulajdonságokat jelölő gáz és mérgező asszociációkat, az összetételre utaló kén és oxigén szavakat vagy a kémia asszociációt. A vegyület asszociáció csak a 8. és 10. évfolyam esetében figyelhető meg. A kén-dioxid kép-



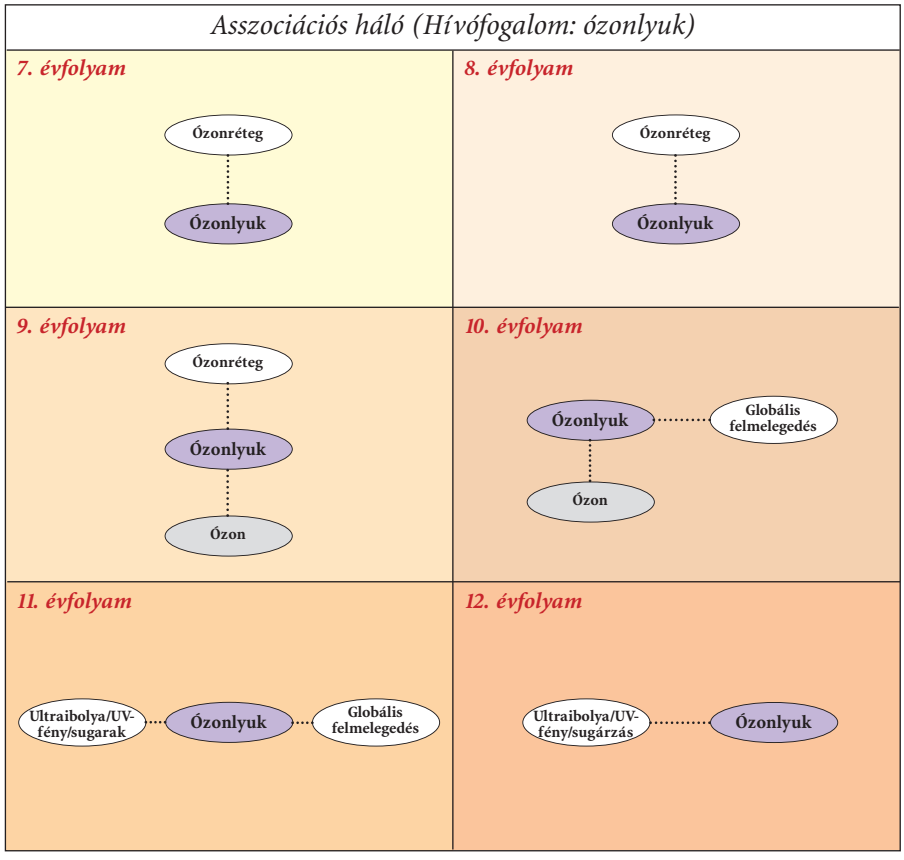

**2. ábra. A „kén-dioxid" fogalomra kapott leggyakoribb asszociációk évfolyamonkénti változása (szaggatott vonal: 20–39% relatív gyakoriság; vékony vonal: 40–59% relatív gyakoriság; vastag vonal: ≥ 60% relatív gyakoriság)**




**3. ábra. Az „ózon" fogalomra kapott leggyakoribb asszociációk évfolyamonkénti változása (szaggatott vonal: 20–39% relatív gyakoriság; vékony vonal: 40–59% relatív gyakoriság; vastag vonal: ≥ 60% relatív gyakoriság)**




**4. ábra. Az „üvegházhatás" fogalomra kapott leggyakoribb asszociációk évfolyamonkénti változása (szaggatott vonal: 20–39% relatív gyakoriság; vékony vonal: 40–59% relatív gyakoriság; vastag vonal: ≥ 60% relatív gyakoriság)**




**5. ábra. Az „ózonlyuk" fogalomra kapott leggyakoribb asszociációk évfolyamonkénti változása (szaggatott vonal: 20–39% relatív gyakoriság; vékony vonal: 40–59% relatív gyakoriság; vastag vonal: ≥ 60% relatív gyakoriság)**

lettel való jelölése és a környezeti hatását jelölő savas eső asszociációk egyedül csak a 12. évfolyamnál jelennek meg.

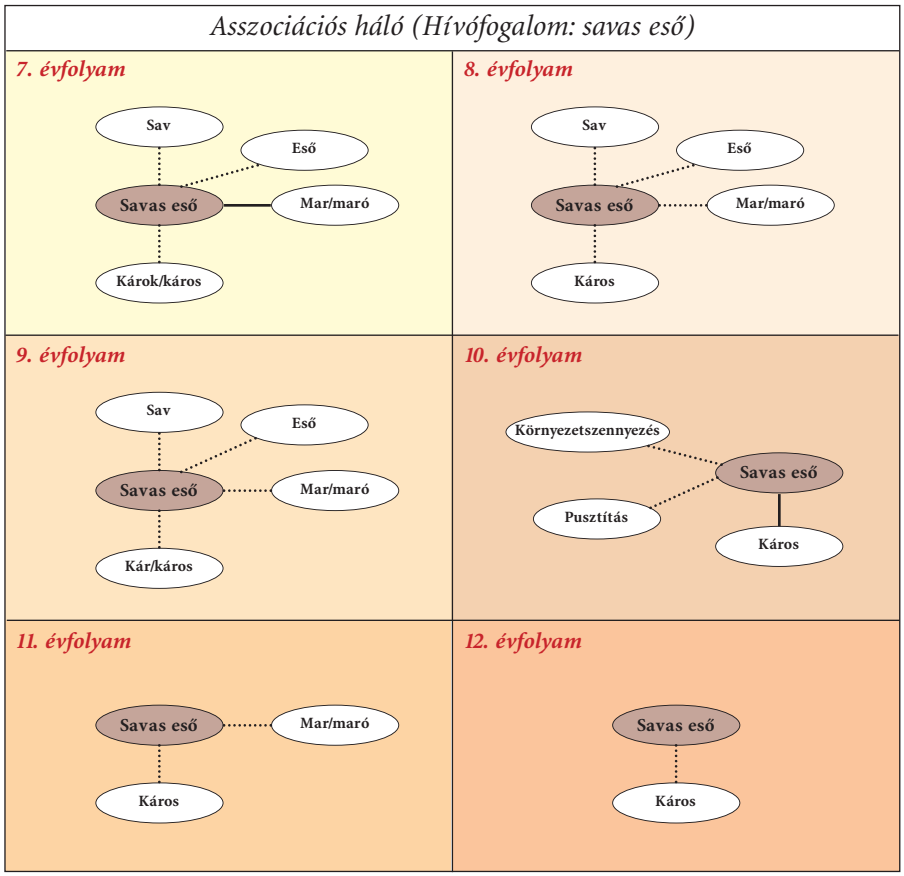
Az *ózon* hívószóra kapott leggyakoribb asszociációkat a **3. ábrán** láthatjuk. Jellemző, hogy az asszociációk többsége az ózonra, mint az ózonréteg alkotójára (ózonréteg/réteg, ózonpajzs/pajzs), annak szerepére (védelem) és károsodására (ózonlyuk/lyuk, vékonyodás) utal, míg az anyag fizikai és élettani és egyéb tulajdonságait jelölő asszociációk nem jelennek meg. Az ózonnak képlettel való jelölése csak a 10. és 12. évfolyam esetében figyelhető meg. A relatív gyakoriságokat tekintve a 11. és 12. évfolyamosok asszociációs hálójában csak 40% alatti asszociációkat találhatunk, míg a többi évfolyam esetében van 40% fölötti, sőt a 9. évfolyamban 60% fölötti is (ózonréteg/réteg).

Az *üvegházhatás* fogalomhoz tartozó asszociációkat ábrázolva **(4. ábra)** láthatjuk, hogy nagyon kevés és gyakorlatilag a legtöbb évfolyamban azonos asszociációk (globális felmelegedés/felmelegedés, meleg) jelennek meg többnyire 40% alatti relatív gyakorisággal. A 7. évfolyam esetében egyetlen asszociáció sem érte el a 20%-os relatív gyakoriságot.

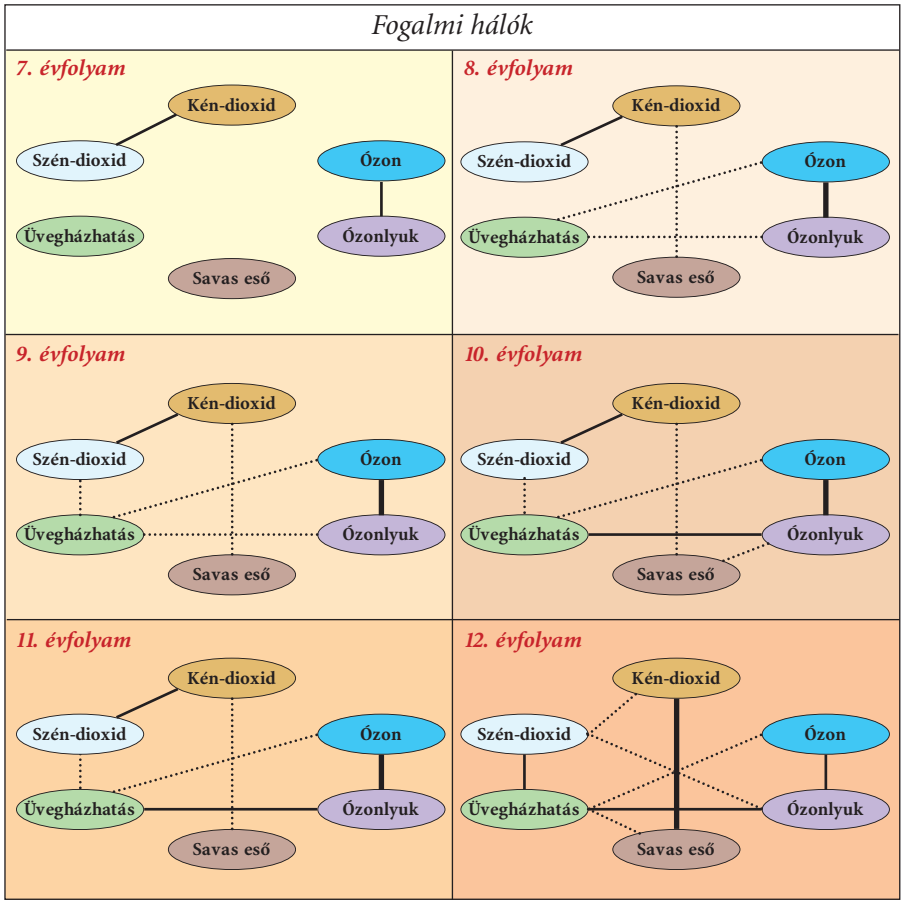
Az *ózonlyuk* hívófogalomhoz **(5. ábra)** szintén kevés és 40% alatti relatív gyakoriságú asszociációk kapcsolódnak minden évfolyam esetében. 7–9. évfolyamosoknál megjelenik az ózonréteg asszociáció, a 9–10. évfolyam esetében az ózon, míg a 11–12. évfolyamosoknál az UV-fény/sugárzás fogalmak. A 10. és 11. évfolyamosoknál megjelenő globális felmelegedés utalhat arra a gyakori tévképzetre, hogy a tanulók egy része úgy gondolja, az ózonlyuknak is köze van a globális felmelegedéshez.

A *savas eső* hívófogalomra **(6. ábra)** adott asszociációk között több évfolyamnál szerepelnek a sav és az eső szavak, melynek valószínűleg fonetikai okai vannak. Gyakori asszociációk közé tartozik még a káros és maró jelző is. A 10. évfolyamnál megfigyelhetők a környezetszennyezés és pusztítás asszociációk, de láthatjuk, hogy ezen általános jelzőkön túl hiányoznak a specifikus hatást leíró és a kémiai aspektusokat jelző asszociációk.

A bemutatott asszociációs hálók alapján megállapíthatjuk, hogy a legtöbb asszociáció a kén-dioxidhoz és a szén-dioxidhoz kapcsolódik, míg az üvegházhatás és ózonlyuk hívófogalmak esetében meglehetősen szegényes a háló. Több hívófogalomra is jellemző, hogy nem – esetleg csekély számban – jelennek meg a releváns kémiai, biológiai vagy egyéb természettudományi




**6. ábra. A „savas eső" fogalomra kapott leggyakoribb asszociációk évfolyamonkénti változása (szaggatott vonal: 20–39% relatív gyakoriság; vékony vonal: 40–59% relatív gyakoriság; vastag vonal: ≥ 60% relatív gyakoriság)**




**7. ábra. A hívószavakból alkotott fogalmi háló évfolyamonkénti változása (szakítási pontok: 0,20; 0,10; 0,05)**

fogalmak az asszociációk között. Komoly fogalmi megértés zavarát jelezheti az üvegházhatás és ózonlyuk hívófogalmak asszociációs kapcsolata (globális felmelegedés) a 10. és 11. évfolyam esetében.

Érdemes megfigyelni, hogy a hívószavak egymásnak alig asszociációi. Egyedül az ózon–ózonlyuk esetén jelenik meg szinte minden évfolyamon ez a kapcsolat.

## *Az egyes évfolyamokra jellemző fogalmi hálók*

Tanulónként az egyéni kapcsolati együtthatókat (*Garskof–Houston-féle kapcsolati együttható*) a fogalompár közös asszociációinak számából és rangszámából számítottuk, majd évfolyamonként átlagoltuk azokat. Az egyes évfolyamokra jellemző fogalmi hálókat a fogalompárok közötti kapcsolat erősségét mutató átlagos kapcsolati együtthatók alapján szerkesztettük meg. A kapcsolat erősségét a fogalmi hálókban **(7. ábra)** a fogalompárokat összekötő vonalak vastagsága szemlélteti. A legkisebb ábrázolt érték 0,05, az ettől kisebb kapcsolati együttható (RC) értékkel rendelkező fogalompárok közötti kapcsolatot nem tüntettük fel a fogalmi hálókban. A következő tartományokat határoztuk meg: gyenge kapcsolat (RC 0,05–0,09), jelölése szaggatott vonallal; közepesen erős kapcsolat (RC 0,10–0,19), jelölése vékony folytonos vonal; erős kapcsolat (RC ≥ 0,02), jelölése vastag folytonos vonal.

A **7. ábrán** látható fogalmi hálók alapján megállapíthatjuk, hogy minden évfolyam esetében megjelenik – és általában a legerősebb a kapcsolatok között – az *ózon* és az *ózonlyuk* közötti kapcsolat. Szintén minden fogalmi hálóban megjelenik a *szén-dioxid* és *kén-dioxid* kapcsolata is, általában közepesen nagy kapcsolati együtthatóval. A 7. évfolyamon csak a fent említett fogalompárok között van ábrázolható kapcsolat. A 7. évfolyam kivételével a többi évfolyamon ábrázolható – általában gyenge – kapcsolatok közé tartoznak az *ózon–üvegházhatás* és a *kén-dioxid–savas eső* fogalompárok. A 12. évfolyamon ez utóbbi fogalompár viszont erős kapcsolattal rendelkezik. Az *üvegházhatás* és *ózonlyuk* közötti kapcsolat szintén a 8. évfolyamtól jelenik meg, itt és a 9. évfolyam esetében gyenge, míg a további évfolyamok esetében közepesen erős kapcsolattal. A *szén-dioxid–*

*üvegházhatás* fogalompár közötti kapcsolat a 9. évfolyamtól jelenik meg, a 12. évfolyamon közepesen erős, míg a többi esetében gyenge kapcsolatként. Van néhány fogalompár, ami csak egy-egy évfolyam fogalmi hálójában jelenik meg gyenge kapcsolattal. Ilyenek a 10. évfolyamon az *ózonlyuk–savas eső* és a 12. évfolyamon a *széndioxid–ózonlyuk* és az *üvegházhatás–savas eső* fogalompárok. Láthatjuk, hogy a legkevesebb ábrázolható kapcsolattal a 7. évfolyam rendelkezik, míg a legtöbbel a 12. évfolyam. A többi évfolyam egy-két kapcsolat eltéréssel nagyon hasonló fogalmi hálókkal rendelkezik.

## Összegzés

Szóasszociációs módszerrel vizsgáltuk 7–12. osztályos tanulók néhány levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmi struktúráját. Az egyes hívószavakhoz kapcsolódó asszociációs hálók általában 9–10. évfolyamig egyre gazdagodnak, majd vagy stagnálás, vagy csökkenés figyelhető meg az asszociációk számában és gyakoriságában. A hívófogalmakra adott közös asszociációk alapján megrajzolt fogalmi hálóban is hasonló tendencia figyelhető meg. Ugyanakkor ezekben a fogalmi hálókban a tartalmilag helyes kapcsolatok mellett – melyek közül szinte minden évfolyamon a legerősebb az ózon–ózonlyuk kapcsolat – felbukkannak tévképzetre, fogalmi megértési zavarra utaló kapcsolatok (üvegházhatás–ózonlyuk, savas eső–ózonlyuk, savas eső–üvegházhatás) is.

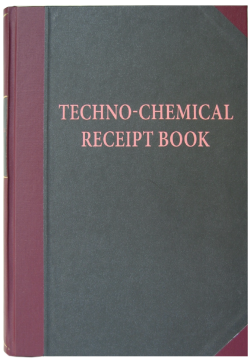
**Köszönetnyilvánítás.** A kutatást az OTKA (K-105262) támogatta.

IRODALOM

[1] Kiss E. és Tóth Z.: Fogalmi térképek a kémia tanításában. In: Módszerek és Eljárások, 12. (Szerk.: Tóth Z.), Debrecen, 2002. 63–69.
[2] Tóth, Z.: Alkalmazott tudástérelmélet. Gondolat Kiadó, Budapest, 2012.
[3] Szűcs T. és Tóth Z.: Csillagászati fogalmak tanulói értelmezései. In: Új kutatások a neveléstudományokban (Szerk: Tóth Z.), Debrecen, 2014. 337–357.
[4] Kluknavszky Á. és Tóth Z.: Tanulócsoportok levegőszennyezéssel kapcsolatos fogalmainak vizsgálata szóasszociációs módszerrel. Magyar Pedagógia (2009) 109. 4. 321–342.
[5] Tóth Z. és Sójáné Gajdos G.: Tanulócsoportok energiaforrásokkal kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálata szóasszociációs módszerrel. Középiskolai Kémiai Lapok (2012) 9. 1. 58–69.
[6] Tóth Z. és Sója-Gajdos G.: Using a word association method to study students' knowledge structure related to energy sources, Hungarian Educational Research Journal, Special issue (2012) 2. 38–48.
[7] Daru K. és Tóth Z.: A szóasszociációs módszer alkalmazhatósága óvodások időjárással kapcsolatos tudásszerkezetének vizsgálatára. In: Új kutatások a neveléstudományokban (Szerk: Bárdos J, Kis-Tóth L., Racsko R.), Eger, 2013. 37–48.
[8] Habók, A.: Fogalmi térképek. Magyar Pszichológiai Szemle (2008) 63. 3. 519–546.
[9] Bahar, M., Johnstone, A.H. és Sutcliffe, R.G.: Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests. Journal of Biological Education (1999) 33. 134–141.
[10] Cardellini, L. és Bahar, M.: Monitoring the learning of chemistry through word association tests. Australian Chemistry Resource Book, 2000. 19. 59–69.
[11] Nakiboglu, C.: Using word associations for assessing non major science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: the case of atomic structure. Chemistry Education Research and Practice (2008) 9. 309–322.
[12] Hovardas, T. és Korfiatis, K. J.: Word associations as a tool for assessing conceptual change in science education. Journal of Learning and Instruction (2006) 16. 416–432.
[13] Kostava, Z. és Radoynovska, B.: Word association test for studying conceptual structure of teachers and students. Bulgarian Journal of Science and Education Policy (2008) 2. 209–231.
[14] Sendur, G., Özbayrak, Ö. és Uyulgan, M. A.: A study of determination of pre-service chemistry teachers' understanding about acids and bases. Procedia Computer Science (2011) 3. 52–56.
[15] Timur, S.: Examining cognitive structures of prospective preschool teachers concerning the subject „Force and Motion". Educational Sciences: Theory & Practice – Special Issue Autumn (2012) 3039–3049.
[16] Öner Armağan, F.: Cognitive Structures of Elementary School Students: What is Science? European Journal of Physics Educational (2015) 6. 2. 54–73.
[17] Özata Yücel, E. és Özkan, M.: Determination of secondary school student's cognitive structure, and misconception in ecological concepts through word association test. Educational Research and Reviews (2015) 10. 5. 660–674.
[18] Kádár, A. és Farsang, A.: Általános és középiskolai tanulók földrajz tantárgyhoz köthető tévképzetei. In: VI. Magyar Földrajzi Konferencia, 2012. 339–353.
[19] Kádár, A. és Farsang, A.: Egyetemi hallgatók földrajzzal kapcsolatos tévképzeteinek összehasonlító elemzései. In: VII. Magyar Földrajzi Konferencia, 2014. 240–254.
[20] Malmos, E. és Revákné, M. I.: Biológia fogalmakhoz kapcsolódó tévképzetek vizsgálata szóasszociációs módszerrel. Iskolakultúra, (2015) 25. 5–6. 190–199.
[21] Garskof, B. E. és Houston, J. P.: Measurement of verbal relatedness: An idiographic approach. Psychological Review (1963) 70. 277–288.
[22] Kovács L.: Fogalmi rendszerek és lexikai hálózatok a mentális lexikonban (2. átdolgozott és bővített kiadás), Tinta Könyvkiadó, Budapest, 2013.

KÖNYVAJÁNLÓ

# Egy kémiai receptgyűjteményről




*Nekünk, gyakorló vegyészeknek természetes a naplóvezetés, aminek mellékterméke egy-egy receptgyűjtemény, ami a biztosan használható, kipróbált összetételeket és módszereket tartalmazza. Hasonlatos ez nagyanyáink kézzel írott konyhai receptkönyveihez, amelyek anyákról lányokra szállnak a családban. Csak hát ezek tudományosak, szigorúan szerkesztettek.*

A magyar nyelvű, általános kémiai összetételeket tartalmazó könyvek közül legismertebb az *Inzelt István* által írott „Vegyi receptek"; a Műszaki Könyvkiadó adta ki 1956-ban, majd 1968-ban.

A műfaj – tehát a kémiai receptek gyűjteményének összeállítása – igen hálátlan és időigényes, többszerzős munka, ami nemcsak hétköznapi, a háztartásban (sütés, főzés, folttisztítás, ragasztás, festés stb.) hasznos tanácsokat ad, hanem a szakmunkák végzéséhez is recepteket sorakoztat fel.

A most hasonmás kiadásban megjelent „Techno-chemical receipt book" a 20. század legjobb kémiai receptgyűjteménye. A német alapossággal, 1919-ben kiadott, *W. T. Brannt* és *W. H. Wahl* által összegyűjtött, hatalmas munka 516 oldalon több ezer kémiai receptet tartalmaz, angol nyelvre fordítva. A receptszerű összetétel ismertetésen kívül gyakorlati felhasználási tanácsokkal is szolgál a könyv. Minden kémikusnak hasznos olvasmány és tanács.

A receptgyűjtemény néhány fejezete: ötvözetek, szintetikus gyöngyök, ásványok és drágakövek, likőrök, extraktumok, esszenciák és extraktumok, robbanószerek, tűzijátékok, textilfehérítők és -festékek, bronz és más fémek színezése, ragasztóanyagok, műkövek, építési anyagok, kakaó- és csokoládékészítmények, celluloid és műkaucsuk, cementek és kittek, tisztító- és polírozószerek, íróeszközök, tinták, festékek, nyomtatási segédanyagok, színezékek, galvanizálás anyagai, lángmentesítő anyagok, tápszerek és gyümölcsszirupok, porcelán és üvegfestés anyagai, lakkok, bőrkezelés és -festés, borok, sörök, gin és más szeszes italok, illatszerek, gyógyhatású anyagok, cukorkák és édességek.

A „Techno-chemical receipt book" hasonmás kötet kiadója a Pytheas könyvmanufaktúra: www.konyvmanufaktura.hu.

**Tömpe Péter**

# Híresek és kémikusok

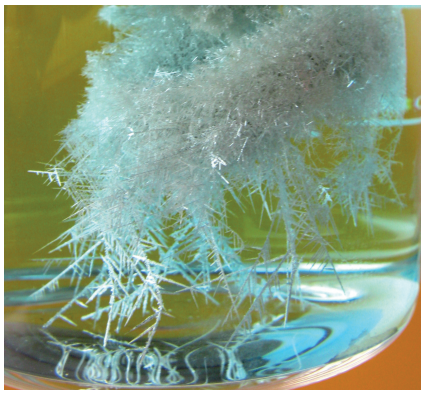
## Sir Isaac Newton

Sir Isaac Newton (1642–1727) nevét valószínűleg mindenki hallotta már, aki tanult fizikát, de a differenciál- és integrálszámítás kifejlesztésével a matematika fejlődéséhez is nagymértékben hozzájárult. Az már jóval kevésbé ismert, hogy kiterjedt kémiai kutatásokat is folytatott a kor szellemében: ma ezt a gyakorlatot alkímiaként emlegetik. A témáról több ezer oldalnyi általa írt szöveg maradt fenn, de röviddel a halála után a Royal Society ezeket a kéziratokat publikálásra alkalmatlannak minősítette. 1936-ban fedezték fel újra őket, amikor a Sotheby's aukciós ház Gerard Wallop (Portsmouth kilencedik earlje) megbízásából elárverezte őket. A gróf Isaac Newton közvetlen leszármazottjától örökölte az iratokat, amelyek azóta angolul „Portsmouth Papers" néven váltak ismertté. A jegyzetekből kitűnik, hogy Newton fénnyel és gravitációval kapcsolatos fizikai elméleteinek is komoly alkímiai gyökerei vannak. Az aukción a kéziratokat John Maynard Keynes vásárolta meg, aki akkor már Newton alkímiai munkáinak nagy gyűjtője volt, majd Newton eredeti kéziratainak egy másik rajongója, Abraham Yahuda szerezte meg őket. Ma többségüket az Izraeli Nemzeti Könyvtárban őrzik.

2016-ban az amerikai Chemical Heritage Foundation egy hasonlóan nagy terjedelmű, korábban magánkézben lévő, alkímiával foglalkozó Newton-kéziratot vásárolt. Ez ugyan eredetileg egy akkoriban ismert alkímiai szöveg kézírásos másolata volt, de saját munkája közben Newton rengeteget jegyzetelt rá.

**Tűz Newton laboratóriumában**

Newton elképesztően sok időt töltött alkímiai kísérletezéssel laborjában a más fémeket arannyá átváltoztató bölcsek követ keresve – valószínűleg jóval többet, mint bármilyen más tudományos munkával összesen. Történelmi utalásokból az is ismeretes, hogy feljegyzéseinek nagy része megsemmisült egy laboratóriumi tűzben. Közvetlenül a tűz után, 1692–93-ban átmenetileg igen zavartan, elmebeteg módjára viselkedett; ennek kialakulásában nagy valószínűséggel komoly szerepet játszhatott az alkimista kísérletezés miatt kialakuló higanymérgezés. Az arany és aranykészítés iránt érzett erős vonzalma lehetett oka élete egyik legfurcsább döntésének is: pályája delén a Cambridge-ben felajánlott professzori állás elfogadása helyett az Állami Pénzverde igazgatója lett: ezzel az Egyesült Királyság aranytartalékainak első számú felelősévé vált.



**Diána fája**

Newton alkímiai kísérleteit minél inkább titokban akarta tartani. Fennmaradt egy, az alkímiával egyébként szintén sokat foglalkozó Robert Boyle-hoz, a modern kémiakutatások előfutárához írott levele, amelyben tudóstársát is arra bíztatja, hogy az ilyen jellegű, titkos tudást ne adja tovább senki másnak.

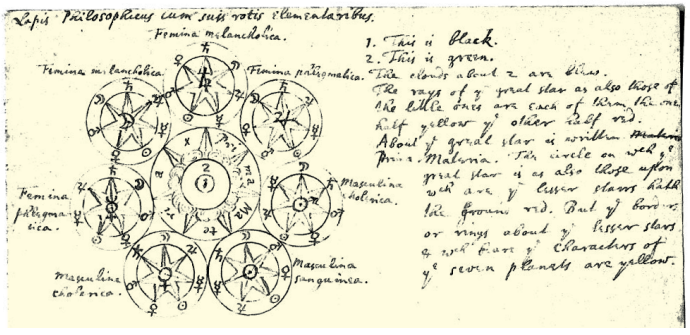
Newton soha életében nem publikált alkímiai jellegű írást. Hozzáértők szerint viszont ez nem feltétlenül jelenti azt, hogy munkája sikertelenségét beismerte: akár az is előfordulhatott, hogy úgy érezte, helyes úton jár, és éppen ez lett a titkolózás oka. A Diána fája néven ismeretes alkímiai kísérlet lenyűgözte, s azt a következtetést vonta le belőle, hogy a fémeknek valahogyan élő sajátságokat kell tulajdonítanunk. Mindezt egy olyan korban tette, amikor az alkímia gyakorlatát nagyon súlyosan, időnként még halálbüntetéssel is sújtották. E szélsőséges jogi hozzáállást csak részben okozta az, hogy az alkimistákat a brit korona csalóknak tartotta, akik célja a gazdag emberek megtévesztése; valójában attól talán még jobban féltek, hogy valakinek egyszer tényleg sikerül előállítani a bölcsek kövét, s így a meglévő aranykészletek értéktelenné válnak.

A kémia csak egy szűk évszázaddal Newton kísérletei után vált önálló tudományággá. Newton minden elképzelhető módon szerette volna a világegyetemet tanulmányozni, de a jelek szerint tudományos és erkölcsi érzéke visszatartotta attól, hogy más alkimistákhoz hasonlóan jelentős érdemeket tulajdonítson magának egy olyan területen, ahol hatalmas kísérleti munkája ellenére sem ért el sikereket.

**Lente Gábor**

**Newton 2016-ban eladott kéziratának két oldala**

**Newton 1936-ban eladott kéziratának egy oldala**



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

# A kémia szépsége – szabadtéri szobrokon

## Atomok és molekulák a szobrász szemével

### Bevezetés

A kémiának a címben említett szépsége és káprázata számos úton kerülhet és került kifejezésre [1–3]. Említsük meg itt a Nobel-díjas *Jean-Marie Lehn,* a szupramolekuláris kémia egyik megalkotójának szavait: „To chemistry, the skies are wide open, for it is a science, it is also an art. By the beauty of its objects, of course, also in very essence, by its ability to invent the future, and endlessly recreate itself… Like an artist, the chemist engraves into matter the products of creative imagination. The stone, the sounds, the words do not contain the works that the sculptor, the composer, the writer express from them. Similarly the chemist creates original molecules… that did not exist before they were shaped at the hand of the chemist, like matter is shaped by the hand of the artist."

Amit e dolgozatban be szeretnénk mutatni, mint a címben is említésre került, az atomok és molekulákként jellemzett kémia szépsége a szobrászat szemszögéből. Ez utóbbihoz több megközelítés lehetséges. „A kémiai szépség és szobrászat" kapcsán az érdeklődő például rácsodálkozhat annak kisplasztikai szobrokban való megjelenítésére. Példaként említsük itt a magyar *Vizi Béla* [4] vagy az amerikai *Biron Rubin* [5] valóban lélegzetelállítóan szép, kémiai vonatkozású kisplasztikai alkotásait.

Amire jelen dolgozatban próbálkozást teszünk, az az, hogy a teret és a méretet megnövelve azokat a lehetőségeket vegyük tekintetbe, amelyek a kémia szépségének bemutatására az atomok és molekulák szabadtéri szobrokként való kifejezését valósítják meg. Tudatában vagyunk természetesen annak, hogy ezt csak szubjektív válogatás alapján tehetjük. Merjük azonban remélni, hogy a következőkben megjelenített szobrászati alkotások *galériaszerű* bemutatása hozzájárul az atomok és molekulák szépségének kültéri szobrokként való felismeréséhez és élvezéséhez.

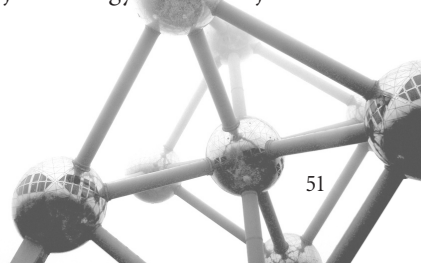
Bemutatásra kerülnek olyan molekuláris szobrászati szabadtéri objektumok, amiket alkotóik szépnek, frappánsnak, meglepőnek és figyelemre méltónak véltek azért, mert felhívják a figyelmet arra, hogy az atomok és a molekulák alkalmasak hasonló típusú és jellegű kérdések serkentésére, mint amilyeneket a művészet mindig felvetett, például azt, hogy hogyan viszonyulunk a bennünket körülvevő világhoz, hogyan képzeljük azt el, és hogyan hozunk létre vizuális kapcsolatokat, jelen esetben például a kémiával.

**1. ábra. Atomium [6]. Rozsdamentes acél és alumínium, 102 méter. Brüsszel**

### Galéria

*Atomium*

A kémia szépségét bemutató szabadtéri szobrok között, nem vitás, hogy feltétlenül a brüsszeli Atomiumnak **(1. ábra)** kell első helyen szerepelnie. Nemcsak azért, mert ez a legnagyobb, hanem azért is, mert történeti kapcsolódásai folytán a legismertebb. Mielőtt ezen utóbbi ok miatt dióhéjban ismertetnénk, óhatatlanul fel kell vessük a kérdést, miszerint ez az objektum épület-e, vagy szobor. Minden különösebb érvelés, illetve magyarázat nélkül jelen szerző magára veszi a felelősséget, hogy kijelentse, szerinte egyidejűleg mindkettő, de a továbbiakban szoborként kerül majd említésre. Ezek szerint az 1958-ban Brüsszelben rendezett világkiállításon állították fel a belga *André Waterkeyn* építészmérnök [7], valamint *Andre és Jean Polak* [8] építészek által tervezett szobrot. A szobor lényegében vasatomok tércentrált köbös fémrácsát jeleníti meg 165 milliárdszoros nagyításban. Magassága 102 méter, és a kilenc, 18 méter átmérőjű, rozsdamentes acél- és alumíniumgömbökként megjelenített vasatomot hasonló anyagból összekötő, 3 méter átmérőjű, henger alakú kötések (csövek) tartják össze. Az *atomium* név az atom és az alumínium összevonásából származik. A gömböket (atomokat) összekötő csövek (kötések) egy kocka 12 éle mentén haladnak, és a nyolc cső a központban fut össze. A csövekbe lépcsőket, felvonókat építettek be, amik a bemutatóteremként és szabad terekként kialakított gömböket kötik össze. A legfelső gömbben kialakított vendéglőből körkörös panorámaként tekinthető meg Brüsszel. A legújabb statisztikák szerint magát a szobrot és a maradék nyolc gömbben bemutatott kiállításokat évente körülbelül hatszázezer látogató keresi fel. *Jessica Banavides*, a CNN tudósítója az atomiumot Európa 11 legbizarrabb objektuma egyikeként tartja számon [9].



**2. ábra. Kollagén felnyílása, 2005 [10]. Rozsdamentes acél, 3,4×0,8×0,6 méter. Downtown Abstractions, Stanford, USA**

*A „Proteinek" sorozat*

Ennek a szoborsorozatnak az alkotója az 1970-ben Hamburgban született német, de az Egyesült Államokban élő és dolgozó *Julian Voss-Andreae* [11], aki festőművészként kezdte karrierjét. Eredetileg fizikát hallgatott a berlini, edinburghi és bécsi egyetemeken, majd kvantumfizikai tanulmányokat folytatott *Anton Zeilinger* [12] bécsi professzor kutatócsoportjában. 2000-ben költözött az Egyesült Államokba, ahol 2004-ben végzett a Pacific Northwest College of Artban. „Proteinek" sorozatából dolgozatunkban több szobrát is bemutatjuk.

A művész meglátása szerint [10] a kollagén testünk leggyakoribb fehérjéje, életfontosságú szerkezete. „A kollagénben fonalra emlékeztetően három aminosav spirál tekeredik össze, meta-spirált idézve. Ezáltal a kollagén testünk számára főleg szerkezeti alapot hoz létre. A kollagén által ihletett szoborban én a szerkezeti szerepét hangsúlyoztam, a szobor oldalainak mindegyikét keresztkötéses vonalakra redukáltam annak érdekében, hogy az uralkodó erővonalakat korszerű épületekhez, hasznos elvű szerkezetekhez és hidakhoz hasonlóan fejezzem ki. Esztétikai és konceptuális okokból eltávolodtam a valós molekularendszerektől, felnyitva a tekeredő spirálokat. Ezáltal a szobor az öregedés metaforájává is válik, ez a kollagén lebomlása, ami közismerten az idősödés ráncaihoz vezet. Egyidejűleg a szobor játékosan felfelé való mozgása az idősödésnek fejlődés jelleget is kölcsönöz, ahol a kibomlás kibontakozássá, a lehetőség valósággá válik" **(2. ábra)**.

A hemoglobin, a vérünknek vörös színt adó oxigénszállító molekula, életünk másik létfontosságú fehérjéje. Színe vasatomjaitól származik. A művész a szobrot a hemoglobin szerkezetére építve alkotta, és célzott testünk légzési funkciójára, hasonló jelenséget létrehozva a művészi tárgy felületén. Az eredetileg fényes, ezüstös csillogású szobor felületét vöröses oxidréteg borította be röviddel felállítása után egy szabadtéri galériában. Miután a szobor teljes felülete fokozatosan telítődött oxigénnel, egyre sötétebb színt öltött. A szövevényesen formázott acélszerkezetet közepében vérvörös üveggömb egészíti ki, vércsepp képét idézve.

A szobrász azt is fontosnak tartja megjegyezni, hogy ez a szobor (mint a többi is) nem kíván tárgyának tudományos modellje lenni. Így például a vörös gömb elhelyezése a szobor közepén egyszerűen művészi döntés tárgya, és így nem felel meg a vas elhelyezkedésének a valódi molekulában **(3. ábra)**.

A kis fehérjéből álló, a belekben lévő *E. coli* baktérium által szintetizált microcin egy nagyon szokatlan, lasszóhoz hasonló

**3. ábra. Heart of Steel II (hemoglobin) [10]. Rozsdamentes acél és üveg, 2,0 méter. Magángyűjtemény, Svájc**

**4. ábra. Nanos [10]. Rozsdamentes acél, 2,20×1,40×1,00 méter. Magángyűjtemény, Vancouver, Kanada**

szerkezetet mutat, ami összecsavarodik és hurokban ér véget. Ez a csomózott szerkezet más baktériumok ölésére képes. A *Nanos*, ami görögül törpéket jelent, 1,80 méteres, a microcin szerkezetét idéző szobor. Amellett, hogy az alkotás azt a valós na-

noskálát idézi, amiben ezek a molekulák léteznek, az elnevezés utal a szobor antromorf jellegére egy túlméretezett fejet idéző gömbbel a tetején **(4. ábra)**.

*Linus Pauling* gyerekkori háza előtt áll a 3 méter magas szobor, amit Julian Voss-Andreae a fehérjék szerkezete felfedezésének emlékezetére szánt. A visszaemlékezések szerint Linus Pauling az alfa-spirál szerkezetet egy papírszelettel pepecselve fedezte fel, amikor betegen ágyban feküdt. Voss-Andreae egy körülbelül 20 méteres acélgerendát 15 darabra vágva hozta létre ezt a magas szobrot piros színben, emlékeztetve a gyerekkori Lego játékdarabokra **(5. ábra)**.

**5. ábra. Alpha Helix for Linus Pauling [10]. Porkezelt acél, 3,00×1,20×1,20 méter. Linus Pauling Tudományért, Békéért és Egészségért Központ, Portland, USA**

*A Szénkristályok sorozat*

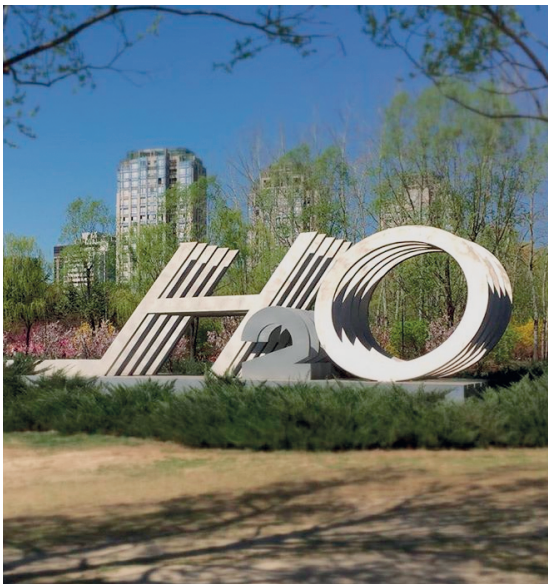
Galériánknak ebben a részében nem a szobrok ismertetéséből és bemutatásából indulunk, de végül szándékunk szerint azokhoz jutunk. A buckminsterfullerénről és kupolaszerkezetéről **(6. ábra)** elnevezett $C_{60}$, buckyballnak becézett molekulát a világ legszebb, egyik legszimmetrikusabb molekulájaként tartja számon a kémia. Emlékezve a már említett Anton Zellinger bécsi professzornál folytatott kvantumfizikai tanulmányokra, Julian Voss-Andreae szobrász bronzból megalkotta 2004-ben *Quantum buckyball* című, 60 cm átmérőjű szobrát **(7. ábra)** részben egy reneszánsz matematikakönyv által is ihletve [13,14]. A szobrászművész vallomása szerint, 12 hatszöget és 5 ötszöget a bronzszoborból kivágva, a kivágott bronz mennyisége elegendő egy újabb, kisebb buckyball megalkotására. Ebből újból kivágva a hatszögeket és az ötszögeket, egy még kisebb *buckyballt* képezhet. Ennek az iteratív műveletnek az alapján alkotta meg a négy buckyballt magába foglaló szobrát **(7. ábra).** A végleges szoborba rögzítés céljából vékony rudakat vezetett át a szobor 60 csúcsán. A szobrászművész később [14] az éleket képező acélrudakból 9 méter átmérőjű buckyballt épített, ami egy oregoni festői magánparkban került felállításra 2007-ben **(8. ábra)**. Jelenleg ez a buckyball nagy magasságban nyugszik egy ferde emelkedőn, ami alatt kis patakocska folyik. Három hatalmas Douglas-fenyő nőtt át rajta, úgy járva át a szerkezetet, hogy szembetűnő, hogy a két párhuzamos hatszög, egyik alul, a másik felül, vízszintes síkba került. Az ilyen alakú forma a természettel való kapcsolata miatt testesít meg művészi alkotást. Jelentős mérete ellenére az élő fára épített buckyball hatása meglehetősen vonzó az aránylag vékony, 5 cm átmérőjű rudaknak és a korrodálódó acélnak köszönhetően. Az installáció a természet és a kultúra közötti dichotómiáról beszél, amit a fa és a matematikai forma jelképez.

**7. ábra. Quantum buckyball. Bronz. Magángyűjtemény, Portland, USA**

A **9. ábrán** bemutatott szobrokat „Carbon Rapture" néven az angliai Keele Egyetemen [15] *Graeme Jones* vegyész-szobrász vezetésével hozták létre 2009-ben. A „rapture" szótári fordításban az elragadtatás, extázis, mámor, gyönyör, káprázat magyar

**6. ábra. A Buckminster Fuller amerikai építész által tervezett geodéziai kupola az 1967-ben rendezett montreali világkiállítás pavilonjaként**

**8. ábra. Kvantumvalóság (Nagy buckyball-váz fák között, 2007). Acél és élő fa, átmérő: 9 méter. Magángyűjtemény, Portland, USA**



**10. ábra. $H_2O$. Rozsdamentes acél, 20×6×5 méter. Chaoyang park, Peking**

**9. ábra. Az angliai Keele-i Egyetemen létrehozott „Carbon Rapture" szoborcsoport [16]. Fém, üveg, grafit, körülbelül 2 méter**

szavakat jelentheti. Jelen szerző ezek közül a választást az olvasóra bízná. Az angol *Royal Society of Chemistry* akkori elnöke szerint: „Carbon Rapture is there to engage the public in the beauty, fun and awesome power of chemistry. It contains three pieces which represent the three iconic forms in which pure carbon exists, namely diamond, graphite and Buckminsterfullerene" [16]. A szépséget egyrészt a világ legnagyobb, több mint 2,5 méter magas gyémántkristály modellje 31 395 darab szénatomot jelképező átlátszó üvegkristállyal testesíti meg. A második szobrot egy buckyball képezi, míg a harmadik egy mesterséges, az acélgyártásban alkalmazott grafitelektródot mutat be, ami az alkotók szerint 48 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000 szénatomból áll. A szobrokat először a londoni West Enden állították ki, majd a Royal Society of Chemistry Burlington House központja előtt, és végül a Trentham Gardensben [17] nyertek végleges elhelyezést.

## *Egyedi szabadtéri szobrok*

*Marcus Jacobus Ruygrok* holland szobrász 1953-ban született Voorburgban (Hollandia). Tanulmányait az amszterdami Vizuális Művészetek Akadémiáján végezte. A hollandiai Slochterenben levő gázmezők felfedezésének 50. évfordulója tiszteletére alkotta meg a metánmolekulát ($CH_4$) megtestesítő, nyolc méter magas szobrát, amiben a hidrogénatomokat két méter átmérőjű műanyag gömbök képezik. A műanyag gömböket az Alfa Romeo gépkocsik festésére használt kék (azzurro nuvola) festékkel vonták be. Ez a szivárvány színeiben játszó bevonat folyamatosan változtatja színét. Nappal az eget és a környezetet tükrözi *(lásd a címlapot)*. Este a gömbökbe helyezett villanyégők sejtelmes fénnyel ölelik körül a szobrot [18].

Az 1939-ben született olasz művész, *Alfio Mongelli* eredetileg festészetet tanult, de aránylag gyorsan áttért a szobrászatra: „… úgy éreztem, hogy a festés nem az az út, amit folytatni tudnék, mert korlátozottnak éreztem, és más volt a belső ösztönzésem. A szobrászat vonzott, a háromdimenziós lehetőségek, és erős érdeklődést éreztem a tömeg gondolata iránt." Az 1986-ban orvostudományi Nobel-díjjal kitüntetett *Rita Levi-Montalcini* szerint: „The field of physics/mathematics that characterized the improving moves of Alfio Mongelli is transformed by an expressive freedom that compounds any scientific pattern. The unity and synthesis achieved in his creations, whether large sculptural manifestations in stainless steel or geometric forms, reveal the exceptional quality of this artist among the most successful contemporary artists" [19]. Gyerekkorom óta – nyilatkozta Mongelli – erős hajlamot éreztem a matematika és a kémia iránt. A galériánkban bemutatott, vízmolekulának szentelt hatalmas szobor **(10. ábra)** a 2008-as pekingi olimpiára készült, és a molekulák összefonódását, egymásutániságát jelképezi öthasábos ismétlésben, rozsdamentes kivitelben. A víz, mint életbevágó fontosságú elem, az energiát, a tisztaságot, az egészséget és a szépséget szimbolizálja.

A **11. ábrán** bemutatott alkotás egy 1963-ban született amerikai szobrász műve. *Amy Toscani* [20] 15 méter magas és 5 tonna súlyú szobra a Minnesotai Egyetem Molekuláris és Sejtbiológiai Intézetének épülete

**11. ábra. Cím nélkül. Fém, 15 méter. Minnesotai Egyetem, Egyesült Államok**

előtt áll. Nem reális, hanem művészi molekulát jelképez, ami a természettudományokra utal [21].

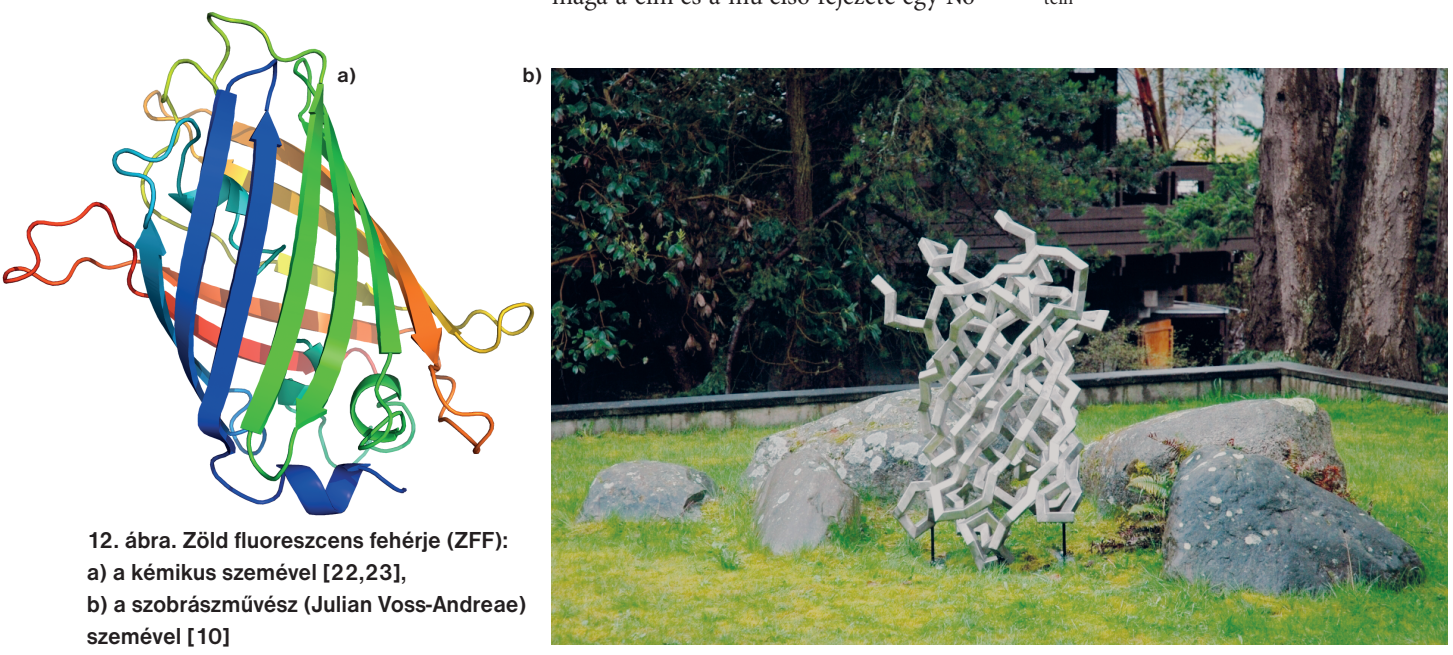
## Epilógus

Mint az előzőekben látható, talán érdekes kötődés figyelhető meg a szobrászművészek személyében, akik műveikben a természettudományok, különösképpen a kémia szépségének a kültéri bemutatására törekedtek. Egyesek közülük tehetségük folytán „csak” művészek, sok esetben hivatalos felsőoktatási képesítéssel. Mások valamilyen természettudomány területén (kémia, fizika, matematika) szereztek képesítést és onnan tértek át a szobrászatra, de nem ritka az olyan szobrász, aki mindkét képesítést megszerezte. Mindezekkel természetesen azt szeretnénk kiemelni, hogy a művészi ábrázolásban döntő jelentőségű a bárminemű képzettség, hiszen tudatában vagyunk annak, hogy a művészeti alkotásokban, mondhatnánk úgy is, az istenadta vonzódás és a gének adta tehetség a döntő tényező.

E dolgozat címében említésre került a művészeti megnyilvánulás kérdése, hangsúlyozottan a szobrász szemszögéből nézve. Személyes érintettség kapcsán jelen szerző befejezésül rámutatna még témánkkal kapcsolatban egy érdekesnek tekinthető kettősségre. Ugyanis jelen szerző nemrég megjelent cikkgyűjtemény-kötetében [22] maga a cím és a mű első fejezete egy Nobel-díjjal kitüntetett vegyület, a zöld fluoreszcens fehérje (ZFF, Green Fluorescent Protein, GFP) [23] felfedezésével foglalkozik. Érdekesnek találtuk bemutatni, hogy milyen szemszögből látja ugyanazt a molekulát a kémikus **(12.a ábra)** és a szobrászművész **(12.b ábra)**.


IRODALOM

[1] Y. Lang, The beauty of chemistry, Wiley VCH Verlag GmbH, London, 2015.
[2] http://www.rsc.org/chemistryworld/Issues/2005/April/thebeautyofchemistry.asp
[3] M. Venturi, E. Marchani, V. Balzani, The beauty of chemistry in the words of writers and in the hands of scientists, Top.Curr.Chem. (2012) 323, 73.
[4] Vizi Béla, Kémia szobrokban, Magyar Kémikusok Egyesülete kiadványa, Budapest, 1990.
[5] http://02e06c9.netsolhost.com/wp/?page_id=21
[6] https://en.wikipedia.org/wiki/Atomium
[7] https://hu.wikipedia.org/wiki/Andr%C3%A9_Waterkeyn
[8] https://de.wikipedia.org/wiki/Andr%C3%A9_und_Jean_Polak
[9] http://edition.cnn.com/2013/01/18/travel/europe-bizarre-buildings/
[10] Julian Voss-Andreae, Unraveling Life's Building Blocks: Sculpture Inspired by Proteins, Leonardo (2013) 46, 12.
[11] https://en.wikipedia.org/wiki/Julian_Voss-Andreae
[12] https://en.wikipedia.org/wiki/Anton_Zeilinger
[13] Luca Pacioli, De divina proportione, Velence, 1509.
[14] Julian Voss-Andreae, Quantum Sculpture: Art Inspired by the Deeper Nature of Reality, Leonardo (2011) 44, 14.
[15] https://en.wikipedia.org/wiki/Keele_University
[16] http://phys.org/news/2009-07-glittering-glinting-world-biggest-diamond.html
[17] https://en.wikipedia.org/wiki/Trentham_Estate
[18] http://www.beersnielsen.nl/portfolio-item/gasmolecuul-a7-slochteren/
[19] http://magazine.italianjurnl.it/sculptural-chemistry-spatial-interactions-in-steel-works-of-scuptor-alfio-mongelli/
[20] http://www.pa25.org/wp-content/uploads/2013/09/ToscaniOne.jpg
[21] http://thebigstuffproject.blogspot.hu/2009/06/giant-molecules-and-tin-man.html
[22] Braun Tibor, A Nobel-díjra érdemes taxisofőr, Lexica Kiadó, 2016.
[23] https://en.wikipedia.org/wiki/Green_fluorescent_protein


**12. ábra. Zöld fluoreszcens fehérje (ZFF): a) a kémikus szemével [22,23], b) a szobrászművész (Julian Voss-Andreae) szemével [10]**

TÚL A KÉMIÁN

# Ősi öltözködés

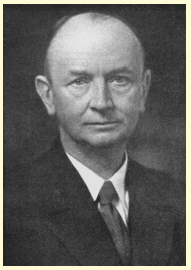
Több ezer éve élt elődeink ruházkodásáról nehéz megbízható adatokat szerezni. Ezért is érdekes, hogy két, egymástól független tanulmány ezen a téren ért el új eredményeket a közelmúltban. Kanadai kutatók különböző lelőhelyeken talált állati csontokat hasonlítottak össze: a tapasztalatok szerint a cro-magnoni (modern) ember élőhelyein lényegesen több volt a prémes állatoktól (nyúltól és rókától) származó maradvány, mint a neandervölgyiek lakóhelyein. Ez arra utal, hogy közvetlen elődeink inkább a szőrmét kedvelhették, míg a neandervölgyiek megelégedtek az egyszerűbb állatbőrökkel is. A másik munkában az Alpokban talált nevezetes múmia, Ötzi öltözetét vetették alá mitokondriális DNS-analízisnek. Az adatok szerint kabát- és nadrágszerűsége szarvasmarha, juh és kecske bőréből készült, míg fejfedője szarvasbőrt és medveszőrmét tartalmazott.

*J. Anthropol. Archaeol. 44*, 235. (2016)
*Sci. Rep. 6*, 31279. (2016)

# A múlt gyorsan foszló emlékei

A kelet-angliai Star Carr régóta ismert az archeológiában: itt nagyjából tízezer éves, remek állapotban fennmaradt használati tárgyakat is találtak már ásatások során. A 21. század elején a környéket lecsapolták, hogy a földeket mezőgazdasági művelésbe vehessék. Nem sokkal ezután váratlan gyorsasággal kezdett romlani az előkerülő leletek állapota. Az angliai York egyetemének munkatársai magyarázatot találtak a sajnálatos jelenségre: a vízszint csökkenése miatt a talajrétegek sokkal többet érintkeznek a levegő oxigénjével. Modellkísérletekben igazolták, hogy a talajban lévő szulfidásványok ilyen körülmények között kénsavvá oxidálódnak, s ez támadja meg a csontokat és a faanyagot.

*Proc. Natl. Acad. Sci. USA 113*, 12957. (2016)



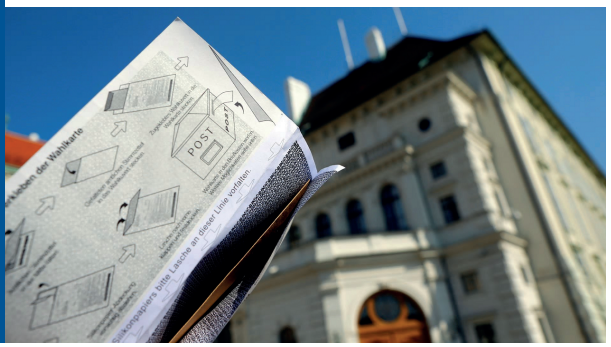
CENTENÁRIUM

Alfred Stock: Siliciumchemie und Kohlenstoffchemie
*Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, Vol. 50, pp. 170–182 (1917. január–június)

Alfred Stock (1876–1946) német szervetlen kémikus volt. Úttörő munkát végzett a bór és a szilícium hidridjeinek előállításában, valamint a higanymérgezés kémiai alapjainak kutatásában. A Német Kémiai Társaság díjat nevezett el róla, amelyet 1950 óta mind a mai napig kétévente adnak át.

APRÓSÁG

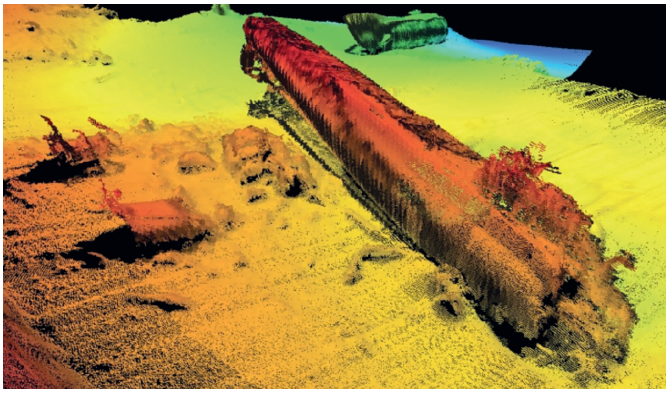
A 2016. október 2-ra kiírt osztrák elnökválasztást a levélszavazatok borítékaihoz használt ragasztó nem megfelelő minősége miatt kellett elhalasztani.




# Higany a tengeralattjáróból

A Norvég Haditengerészet 2003-ban fedezte fel a II. világháborúban elsüllyedt, U–864 jelű német tengeralattjáró maradványait a Fedje-fjordban. A feljegyzésekből ismert, hogy az U–864 hatvan tonnánál is több higanyt szállított, így fontos volt megvizsgálni, hogy a fém mennyire jutott ki a tengervízbe. A kísérletek szerint a roncs környékén vett üledékmintákban a higanykoncentráció sokkal, akár egymilliószor is nagyobb volt, mint a természetes háttérszint. Azonban az ugyanitt fogott rákokban semmivel sem volt több higany, mint a norvég partok mentén máshol. Mindez arra utal, hogy a higany szervezetekbe való szokásos beépülési formája, a metilhigany-kation csak igen kis mértékben keletkezik az U–864 körül uralkodó körülmények között.

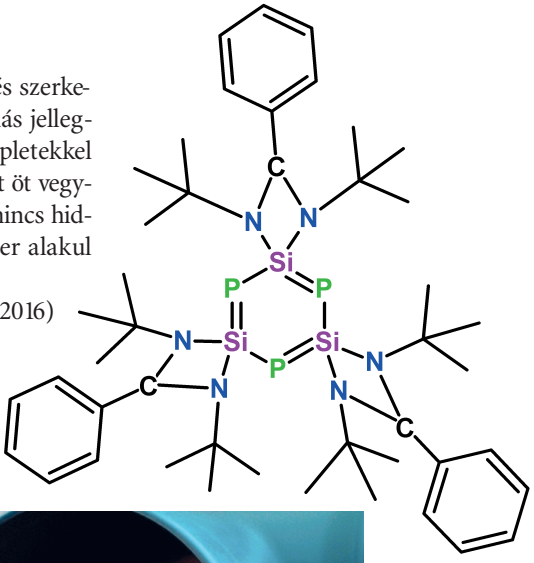
*Environ. Sci. Technol. 50*, 10361. (2016)



## A HÓNAP MOLEKULÁJA

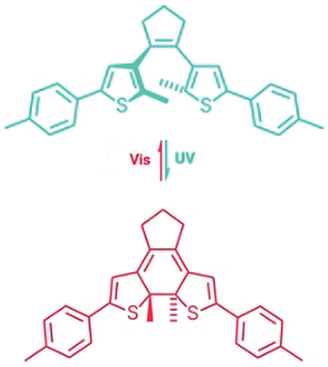
Az ábrán bemutatott trifoszfatriszilabenzol-származék ($C_{45}H_{69}N_6P_3Si_3$) szintézise és szerkezetének kvantummechanikai értelmezése fontos adalékkal egészítette ki az aromás jellegről eddig felhalmozott elméleti ismereteket. A molekula szerkezetét a szokásos képletekkel nem könnyű ábrázolni: az ábrán nincs sajtóhiba, a használt jelölésmód a szilíciumot öt vegyértékűként ábrázolja, viszont a négyes gyűrűkben vele szemben lévő szénatomon nincs hidrogén (tehát mintha a szén három vegyértékű lenne). Így összetett aromás rendszer alakul ki összesen hat π-elektronnal.

*J. Am. Chem. Soc. 138*, 10433. (2016)

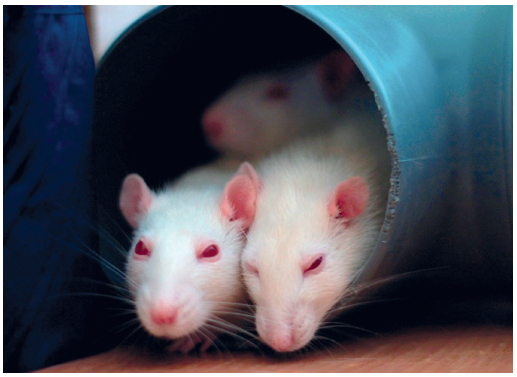



## Fotokapcsoló és fotomemória egy molekularészletben

Két tiofénygyűrű között fény hatására kialakuló vagy felbomló kovalens kötéseknek kétféle felhasználását is bemutatták a közelmúltban. 1) A molekularészlet egy amincsoporton keresztül grafénelektródokhoz kapcsolható, így fénnyel vezérelhető nanokapcsoló szerepét töltheti be. 2) Ugyanez a részlet félvezető tulajdonságú szerves polimerbe is beépíthető: ekkor olyan, deformálható számítógépes memóriát lehet készíteni, amely nanoszekundumos lézerimpulzusokkal írható. Az olvasás azon alapul, hogy a tiofénygyűrűk kovalens összekapcsolódása jelentősen megváltoztatja a polimer elektromos vezetési sajátságait.




*Science 352*, 1443. (2016)
*Nat. Nanotechn. 11*, 769. (2016)



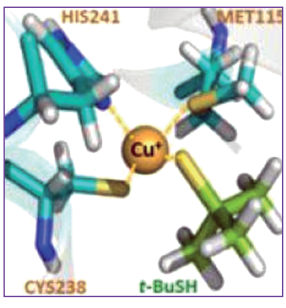
## A fájdalom szaga

Állatkísérletekben érdekes megfigyeléseket tettek: ha egereken fájdalommal járó beavatkozásokat végeztek, akkor más, a közelben lévő egyedek is jóval érzékenyebbé váltak a mechanikai, hőmérsékleti vagy kémiai úton kiváltott kellemetlen ingerekre. Ez a távhatás akkor is észlelhető volt, ha ez egerek nem látták egymást, s további kísérletekkel azt bizonyították, hogy kialakulásában a szaglásnak van központi szerepe, de a közvetítő molekulát még nem sikerült azonosítani. Az eredményeknek nagy jelentőségük van olyan szempontból, hogy ezek után figyelembe kell venni őket az állatkísérletek tervezésekor.

*Sci. Adv. 2*, e1600855 (2016)

## Záptojásszag rézbevonattal

Az emberi orr különlegesen érzékeny a kéntartalmú vegyületek (pl. tiolok) kellemetlen szagára; ez az oka annak, hogy a hidrogén-cianidnál is toxikusabb kén-hidrogén igen ritkán szokott mérgezést okozni. A szagérzékenység hátterében lévő receptorokat nemrég sikerült azonosítani. Már negyven éve is sejtették, hogy ezekben rézionok lehetnek. Ez valóban igaznak is bizonyult: a nemrég leírt OR2T11 receptor mindkét kötőcentrumában megtalálható ez a fém. Azt is kimutatták, hogy a fehérje csak a hat szénatomnál rövidebb szerves láncot tartalmazó tiolokat köti, vagyis az aktív hely körüli üregnek viszonylag kis méretűnek kell lennie. A receptor viszont akkor is működőképes marad, ha a réz helyébe ezüstionok lépnek.

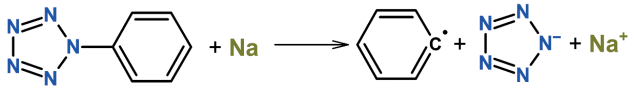



*J. Am. Chem. Soc. 138*, 13281. (2016)

## Ciklopentazol-anion

Az aromás szerkezetű ciklopentazol-aniont ($N_5^-$) már régóta próbálják előállítani. A kitartó munkát a közelmúltban egy izraeli laboratóriumban koronázta siker. A fenilpentazolt reagáltatták elemi nátriummal tetrahidrofuránban, így fenilgyököt és ciklopentazol-aniont állítottak elő. Az ion –40 °C-on stabilnak bizonyult, így számos reakciója tanulmányozható volt.

*Angew. Chem. Int. Ed. 55*, 13233. (2016)




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

## TUDOMÁNYOS ÉLET

# Hermecz István-emlékülés

**HERMECZ ISTVÁN (1944–2011)**
**Vegyészmérnök, akadémiai levelező tag, Széchenyi-díjas címzetes egyetemi tanár, a Chinoin meghatározó személyisége**

A Magyar Kémikusok Egyesülete Chinoin Csoportja Emlékülést szervezett Hermecz István tiszteletére 2016. december 7-én, éppen azon a napon, amelyen 2010-ben akadémiai székfoglalóját tartotta. Az Emlékülés szomorú aktualitása Hermecz István halálának ötödik évfordulója volt. Az Emlékülésen a legközelebbi kollégák, munkatársak, pályatársak és barátok osztották meg gondolataikat a nagyszámú közönséggel, akik nagy részben a régi kollégák, valamint azok a fiatalok voltak, akik minél többet szerettek volna megtudni a Chinoin meghatározó személyiségének munkásságáról, egyéniségéről.

Az Emlékülés moderátora Finta Zoltán volt, aki Hermecz doktor nyugdíjba vonulása (2008) után utódja lett. Az emlékezők: Vasváriné Debreczy Lelle, Gönczi Csaba fejlesztésilabor-vezetők, Nagy Lajos, méretnövelés-vezető, volt chinoinos kollégák, Vajda Ervin, a Prosztaglandin Üzletág igazgatója, Vörös Attila, a Prosztaglandin Üzletág fejlesztője, Hermecz doktor egyik utolsó PhD-hallgatója, Takácsné prof. Novák Krisztina, SE Gyógyszerészi Kémiai Intézet, egyetemi tanár, prof. Fülöp Ferenc, SZTE Gyógyszerkémiai Intézet, intézetvezető egyetemi tanár.

Az Emlékülés fő célja volt, hogy magunk és főleg a fiatal munkatársak számára összefoglaljuk, mit tanultunk Hermecz István munkásságából, milyen örökséget, követendő példát hagyott ránk. A konklúziót előrevetítette a sokszor bemutatott kép és a sokszor ismételt mottó: *Never give up*!

István személyisége már a középiskolában, a technikumi évek alatt is megmutatkozott. Nemcsak kiválóan tanult, de intenzíven sportolt is, játékát a győzni akarás jellemezte. Ezt a két tulajdonságát, a sport aktív szeretetét, valamint az akadályokat nem ismerő győzni akarást élete végéig megőrizte.

1968-ban, a BME Vegyészmérnöki Kar elvégzése után kezdett dolgozni a Chinoinban kutatóvegyészként. A gyárba egyetemi tanára, későbbi mentora, Mészáros Zoltán hívta, aki akkor főmérnökként, később kutatási igazgatóként dolgozott.

Fő kutatási területük új, várhatóan gyógyászati hatású nitrogén hídfős heterociklusok szintézise és farmakológia vizsgálata volt. Kutatómunkájuk eredménye 6 gyógyszerjelölt és egy, a gyógyászatba bevezetett analgetikus hatású molekula, a Probon volt.

István érdeklődése, szorgalma, lendületes munkabírása és szakmai felkészültsége hamar kivívta a kollégái tiszteletét, nagyon fiatalon lett vezető, majd került egyre magasabb vezetői beosztásokba. Mészáros Zoltán korai halála (1986) után 1987-től a Chinoin kutatási igazgatója lett. Ebben a pozícióban minden támogatást megadott az új terület, a prosztaglandin-kémia fejlődésének. Nagy szerepet vállalt a Pharmacia-UpJohnnal kötött szerződés előnyös kialakításában. A szerződés alapján a Chinoin lett a Latanoprost, az első, glaukóma kezelésére használt prosztaglandin-származék egyedüli szállítója. A Latanoprost hatóanyagot tartalmazó Xalatan üzleti sikere, több milliárd USD-forgalma megalapozta a Chinoin prosztaglandin-hatóanyag gyártásának pozícióját és töretlen növekedését.

1991-ben, a privatizáció után a Chinoin a Sanofi vállalatcsoport tagja lett, és a Chinoin-kutatás átszerveződve integrálódott a Sanofi kutatási szervezetébe. 1997-ben a Felfedező Kutatást és a Preklinikai Fejlesztést kettéválasztották, István az utóbbi vezetője lett. Az első két, Sanofitól kapott kutatási téma, a Satavaptan diuretikum és a Flisint (Fumagillin), az AIDS-terápiában alkalmazott *microsporidiosis* ellenes gyógyszer szintézisének kidolgozása, valamint a több kg nagyságrendű klinikai minták határidőre való előállítása nagy kihívást jelentett, főleg azért, mert nem volt meg a méretnöveléshez és a GMP-gyártásokhoz szükséges infrastruktúra. A két feladat sikeres megoldása azonban nemzetközi elismerést hozott István csapatának. A további feladatok gördülékenyebb teljesítése érdekében a Sanofi három stratégiai beruházás megvalósítást tűzte ki célul, és nagymértékben István következetes kiállása eredményeképpen végül mindhárom megvalósult. Felépült az új kémiai kutatási épület, az analitikai kutatási épület és a méretnövelő nagylabor, ahol a legkorszerűbb körülmények között, a GMP-követelményeknek megfelelően lehetett a klinikai sarzsokat gyártani.

István főnökként is megtartotta közvetlen egyéniségét. Támogatta és motiválta munkatársait, de elvárta a legnagyobb teljesítményt. Mivel kollégái érezték, hogy megbecsüli őket, kiáll értük, szívesen vállaltak többletmunkát egy-egy feladat sikeréért.

Ipari kutatóként is kiemelten fontosnak tartotta a tudományos munkát, közlemények írását, tudományos fokozatok elérését, és erre biztatta, segítette a munkatársait is. Fontosnak tartotta a legszélesebb körű kémiai irodalom naprakész ismeretét. Saját kulcsa volt a könyvtárhoz, ahová hétvégén is bejárt. Az érdekes cikkeket azonnal megosztotta kollégáival. Az összegyűjtött nagymennyiségű anyagot fiatal munkatársaival közösen rendszerezte, összefoglaló közlemény vagy könyv formában megjelentette.

Szoros kapcsolatot tartott több egyetemmel, a Semmelweis Orvostudományi Egyetem címzetes egyetemi tanára, a Budapesti Műszaki és Gazdasági Egyetem címzetes egyetemi tanára, a Szegedi Tudományegyetem magántanára volt, de kurzusokat tartott az ELTE Természettudományi Karán és a Debreceni Egyetemen is.

1996-tól 2011-ig elnöke volt az MTA Gyógyszerkémiai és Gyógyszertechnológiai Munkabizottságnak. A Munkabizottság szakmai tevékenységének elősegítésére, valamint a hazai gyógyszerkutatás és gyógyszer-technológiai kutatás fejlődésének támogatására, a kutatási eredmények gyakorlati alkalmazásának elősegítésére alapító társaival, Takácsné prof. Novák Krisztinával és prof. Schön Istvánnal létrehozta a „Magyarországi Gyógyszerkutatási Alapítvány”-t. Az alapítvány támogatásával jelenhetett meg méltó formában az „Esti beszélgetések” című könyv, amely az iskolateremtő magyar kémikusoknak állít emléket.

Hihetetlen munkabírásának köszönhetően a felsorolton kívül több MTA-munkabizottságban volt vezetőségi tag. A Magyar Kémikusok Egyesülete Intézőbizottságában 12 éven át dolgozott.

Akaratereje, kitartása a hétköznapokban is megmutatkozott. Egy amerikai útja során kollégájával lekésték a csatlakozást, és érdeklődésükre azt a választ kapták, hogy a pályaudvaron kell tölteniük az éjszakát. István addig tanulmányozta a menetrendet

bemutató monitorokat, amíg talált egy olyan csatlakozást a továbbutazásra, amit az évek óta menetrendekkel foglalkozó munkatárs sem vett észre. Egy másik esetben megdöbbenve tapasztalta, hogy a Mexikói Kémikusok Egyesületének jubileumi konferenciájára meghívott előadóként, de az előadása nélkül érkezett meg. Más biztosan lemondta volna az előadást, de István az időeltolódás miatt éjjel két órakor felkelve megszervezte, hogy a budapesti számítógépén tárolt előadását utánaküldjék. Sajnos, az akkori technika nem tette lehetővé, hogy a chinoinos számítógépről közvetlenül el lehessen küldeni a fájlokat a másik meghívott magyar előadó, Fülöp professzor laptopjára. István ebben a szorongató esetben is megtalálta a megoldást. Budapestről Szegedre, majd Szegedről Fülöp professzor Mexikóban lévő gépére továbbíttatta az anyagot. Az előadást pedig program szerint, nagy sikerrel megtartotta. Ismét máskor egy határidős GMP-sarzs elindulása vált lehetővé azáltal, hogy észrevette, a kiindulási anyag bizonylatán a kínai–angol fordításban a kínai írásjelet tévesen lejárati időnek fordították újravizsgálati idő helyett.

2008-ben nyugdíjba vonult, de nem vált meg a gyártól. A BME Chinoinba kihelyezett Gyógyszeripari Tanszékének vezetője lett.

Munkássága elismerésének az volt a csúcspontja, amikor 2010-ben az MTA levelező tagjává választották.

Emlékezetünkben őrizzük boldog mosolyát, amellyel mentorának, Mészáros Zoltánnak ajánlott székfoglaló előadását tartotta.

Barátai, kollégái, tanítványai szívesen emlékeznek vissza a közösen töltött időre, gyakran idézik találó mondásait.

## Hermecz István munkássága számokban

*Publikációk:*
300 tudományos közlemény,
32 összefoglaló közlemény,
6 könyv, 130 szabadalom

*Díjak, elismerések:*
Zemplén Géza-díj (1984), Kiváló feltaláló (1985), Innovációs Díj (1994), Jedlik Ányos-díj (1997), Gábor Dénes-díj (1997), Preisich Miklós-díj (2000), Széchenyi-díj (2005), Issekutz Béla-díj (2006), Akadémiai szabadalmi nívódíj (2011), Dr. Orbán István-emlékérem (2014, posztumusz), Koritsánszky Ottó-emlékérem (2014, posztumusz)

Az Emlékülésen elhangzottakat lejegyezte:
**Kardos Zsuzsanna**,
aki bár nem tartozott a Hermecz István vezette csapatba, de köszönettel és hálával emlékezik az értékes szakmai és magánbeszélgetésekre, valamint a rendszeresen érkező különlenyomatokra

# 33. alkalommal rendezték meg a Borsodi Vegyipari Napot

*Miskolc, 2016. november 23.*

A hagyományoknak megfelelően, idén is novemberben, a Magyar Tudomány Ünnepének hónapjában rendezte meg a Borsodi Vegyipari Napot a Magyar Kémikusok Egyesülete BAZ Megyei Területi Szervezete és a Miskolci Akadémiai Bizottság Vegyészeti Szakbizottsága.

A 33. alkalommal megrendezett BVN-nek ezúttal is a patinás Miskolci Akadémiai Bizottság székháza adott otthont.

A rendezvényt Dr. Gál Tivadar, a MKE Borsod Abaúj Zemplén megyei elnöke nyitotta meg, majd házigazdaként Dr. Roósz András, a MAB elnöke is köszöntötte a résztvevőket.

Az idén 75 éves Gyovai József (korábban az MKE BAZ Megyei Területi Szervezet elnöke, a MOL Petrolkémia nyugdíjasa) köszöntésére is sor került: Simonné Dr. Sarkadi Livia, az MKE elnöke, majd Fekete Margit Hedvig, a MOL Petrolkémia Munkahelyi Csoport elnöke és Tóthné Gaál Hella, a BorsodChem Munkahelyi Csoport elnöke is köszöntötték az ünnepeltet.

Az előadások jellemzően a „Kémia a fenntartható fejlődésért” tárgykörét érintették. Előadónak nemcsak neves professzorokat és vállalati vezetőket kértek fel a szervezők, hanem az utánpótlás kérdését komolyan véve középiskolás és egyetemista hallgatók is beszámolhattak eredményeikről.

A délelőtti szekcióban a levezető elnök Dr. Lakatos János, a MAB Vegyészeti Szakbizottság elnöke, míg az ebédszünet után Dr. Gál Tivadar, az MKE BAZ Megyei Területi Szervezet elnöke felügyelte a BVN programját.

Az alábbi előadások hangzottak el:

Prof. Dr. Viskolcz Béla, MAK Kémiai Intézet igazgató, egyetemi tanár, Miskolci Egyetem: A vegyipar új szerepe – kémiai energiatárolás;

Nagy Attila projektmenedzser, JSR MOL Synthetic Rubber Zrt. és Kobayashi Naokazu, S-SBR Global Manufacturing and Technology Management Dept.: Development of Modified Solution SBR for Silica Compounding Tire/Módosított SSBR fejlesztése a szilikátalapú autógumi-gyártáshoz;

Prof. Dr. Pálinkó István egyetemi tanár, Szegedi Tudományegyetem, MKE-főtitkár: Önszerveződő rendszerek két és három dimenzióban;

Tóthné Gaál Hella, Manager REACH Coordination, BorsodChem Zrt.: REACH-szabályozás a fenntartható fejlődés elérése érdekében;
Rugóczky Péter részlegvezető, FRAISA Hungária Kft.: Az ipari felhasználás igényeihez igazodó mesterségesgyémánt-előállítás;
Vizi Dávid anyagmérnök-hallgató, Miskolci Egyetem: Fenntartható fejlődés technológiai szemléletben;
Sikora Emőke anyagmérnök-hallgató, Miskolci Egyetem: Szénnanocső-tartalmú alginátgélek előállítása és alkalmazása heterogén katalitikus folyamatokban;
Bene Boglárka gyakornok, Szögedi Zsanett gyakornok, Varga Krisztina gyakornok, BorsodChem Zrt.: Nitrofenolok toxikológiája;
Feczkó Botond középiskolás tanuló, Fényi Gyula Jezsuita Gimnázium és Kollégium: Papírból elektromos áramot. Megújuló energiaforrás előállítása biotechnológiai módszerrel;
Prekob Ádám anyagmérnök-hallgató, Miskolci Egyetem: Mag–héj szerkezetű szénnanocső katalizátorhordozók fejlesztése.

A rendezvény vonzerejét az is növelte, hogy nincs részvételi díja és mindenki számára nyitott.

A rendezvény finanszírozását az MKE mellett a BorsodChem Zrt. és a MOL Petrolkémia támogatta.

A közel 70 résztvevő hasznos ismeretekkel gazdagodott, továbbá lehetőség volt az előadókkal való kötetlen beszélgetésre is.

**Magyar Kémikusok Egyesülete**
**BAZ Megyei Területi Szervezete**

## A Vegyipari Műveleti és Gépészeti Munkabizottság és a Műszaki Kémiai Szakosztály Miskolcon

Történelmi szakmai ülés volt Miskolcon!

A Magyar Tudományos Akadémia Vegyipari Műveleti és Gépészeti Munkabizottsága, a Magyar Kémikusok Egyesülete Műszaki Kémiai Szakosztályával közösen, 2016 novemberében tartotta először szakmai ülését Miskolcon, a Miskolci Egyetemen.

Az ülés a Műszaki Anyagtudományi Kar szervezésében került megrendezésre. Mizsey Péter elnök megnyitója után Mikáczó Viktória „Lefúvásos védelemmel ellátott 20 literes robbantókamra vizsgálata" címmel tartott előadást, amely PhD-munkáját foglalta össze. Az előadásban ismertette, hogy hazánkban egyedülálló kísérleti berendezéssel az ipar számára is hasznos kísérleteket tudnak végezni. Ezt követően Siménfalvi Zoltán tanszékvezető a Vegyipari Gépészeti Intézeti Tanszék oktató- és kutatómunkáját mutatta be. A Tanszéken az elmúlt évtizedekben több mint 1200 hallgató védte meg diplomatervét. A végzett vegyipari gépészmérnökök is hozzájárulnak ahhoz, hogy a Tanszék kapcsolatai a szakmai területén dolgozó vállalatokkal, intézményekkel szorosak, és érdemben segítik a tanszéki oktató-, kutatómunkát.

A következő előadó Viskolcz Béla, a Kémiai Intézet igazgatója volt, aki az Intézetet mutatta be. Az Intézetben hagyományosan jelentős volumenű az ipari megbízásokon alapuló, valamint az egyéb pályázati formában támogatást elnyert kutatási-fejlesztési tevékenység. Jelenleg, és az előző évek során, igen sok témában folyt/folyik kutatómunka, melyek közt jelentős számban vannak ipari munkák is. Emellett fontos kutatási támogatást nyújt az OTKA és egyéb pályázati forrás is.

Az ülést Siménfalvi Zoltán–Viskolcz Béla „FIEK-központ Miskolcon" című előadása zárta, melyben bemutatták a Felsőoktatási és Ipari Együttműködési Központ eddig elért eredményeit.

Az előadásokat élénk diszkusszió követte, amely hasznossá tette a rendezvényt a részt vevő fiatal kutatók és doktori hallgatók számára is. A szakmai ülés egyértelműen demonstrálta a miskolci kollégák körében tapasztalt elkötelezettséget és érdeklődést a kémia és a vegyipar legújabb oktatási és kutatási eredményei iránt.

**Újhidy Aurél, Mizsey Péter**

## Az MTA Koordinációs Kémiai Munkabizottságának őszi ülése

Az MTA Koordinációs Kémiai Munkabizottsága 2016-ban a szokásos tematikus őszi ülését november 18-án az MTA Természettudományi Kutatóközpontjában (MTA TTK) tartotta. A tudományos ülés „Néhány koordinációs kémiai kutatás és együttműködési lehetőség az MTA TTK-n" címmel került megrendezésre, melynek célja a koordinációs kémiához kapcsolható témákon dolgozó TTK-s munkacsoportok és a munkabizottság tagjai közötti kapcsolat felvételének elősegítése és a meglévő együttműködések erősítése. Az előadások nagy részét ugyan a kutatóintézet munkatársai tartották, de (többek között az időhiány miatt) arra nem volt lehetőség, hogy a TTK valamennyi koordinációs kémiai kutatási területéről ezen program keretében elhangozzék előadás. A TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézetéből Biczók László, Lendvay György, Rozgonyi Tamás érdekes előadásaik révén betekintést engedtek fémkomplexekkel végzett kísérletes és elméleti számításokon alapuló, elsősorban spektrális vizsgálataikba; míg Veronika Pape (Enzimológiai Intézet) és a munkabizottság tagjai közül Tircsó Gyula (Debreceni Egyetem) előadásaiban olyan eredményeket mutattak be, melyek TTK-s és munkabizottsági kutatók együttműködésének eredményeként születtek. A kutatóközpontot Prof. Dr. Pokol György főigazgató úr mutatta be a munkabizottság tagjaink, és az előadások elhangzása után lehetőség volt a 2013 novemberében átadott impozáns épület megtekintésére és számos kutatólaboratórium látogatására is. A Metatézis, Biomolekuláris Önrendeződés, Plazmakémiai, Membránfehérje és a „Lendület" Szupramolekuláris Kémiai Kutatócsoportok műszerparkjának megtekintése során lehetőség nyílt olyan párbeszédekre, melyek utat nyithatnak új közös kutatási együttműködések kialakulásához a koordinációs kémiai kutatásokhoz kapcsolódóan.

**Farkas Etelka, Enyedy Éva Anna**

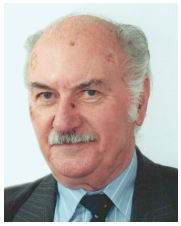
## A kutatás szolgálatában: 20 éves az Alapítvány a Magyar Peptid- és Fehérjekutatásért

*Ülésszak a Magyar Tudományos Akadémia Székházában 2016. november 14-én*

A Magyar Tudomány Ünnepe rendezvénysorozat keretében az MTA Kémiai Tudományok Osztálya és az Alapítvány a Magyar Peptid- és Fehérjekutatásért ünnepi előadóülést rendezett az Alapítvány megalakulásának 20 éves évfordulójáról megemlékezve.

Az ülésszakot Medzihradszky Kálmán akadémikus, egyetemi tanár nyitotta meg áttekintést adva az Alapítvány létrejöttéről, céljairól, főbb eredményeiről. Bevezető ismertetését röviden az alábbiakban foglaljuk össze.

Az Alapítványt – amely közhasznú nonprofit szervezet – Medzihradszky Kálmán és Bajusz Sándor professzorok 1996. december 23-án hozták létre, a Fővárosi Bíróság 1997. május 28-án vette nyilvántartásba, és 1999 novembere óta működik közhasznú szervezetként. 2005-ben kiadvány jelent meg a tevékenységéről, amely az interneten is megtalálható az Alapítvány alábbiakban megadott honlapján. Létrehozását az tette szükségessé, hogy az 1958-ban Prágában, akadémiai kezdeményezésre megalakult Európai Peptidkémikusok Társasága (European Peptide Society), amely először évenkénti, majd később kétévente megtartandó tudományos konferenciák (European Peptide Symposium) szervezését határozta el, a hetedik szimpóziumot (1964) és a 25. szimpóziumot (1998) Budapesten tartotta. E rendezvény adminisztratív és főként gazdasági hátterét legjobban alapítványi formában lehetett segíteni.


MEDZIHRADSZKY KÁLMÁN

BAJUSZ SÁNDOR

Az Alapítvány célja a hazai peptid- és fehérjekutatás, valamint az ahhoz kapcsolódó tudományterületek támogatása, különös tekintettel az alapkutatásra, illetőleg a kutatási eredmények gyakorlati alkalmazásának elősegítésére.

Az Alapítvány működése három területre terjed ki:

1. Pályázati elven támogatja a magyar kutatók részvételét hazai és nemzetközi tudományos konferenciákon, eredményeik bemutatása céljából. 6 hónapos ösztöndíj adományozásával támogatja a doktori képzésben résztvevők kutatásainak befejezését, a PhD-fokozat megszerzését.
2. Támogatást nyújt az MTA Szerves és Biomolekuláris Kémiai Bizottsághoz tartozó Peptidkémiai Munkabizottság éves tudományos ülésének megszervezéséhez.
3. Támogatást nyújt az Országos Diákköri Konferenciák keretében bemutatott, kiemelkedő, fehérje-, illetve peptidkémiai témájú dolgozatok elismerésére.

Az Alapítvány bevételeinek forrása: vállalatoktól származó adományok, az alapítványi tőke kamatai, a személyi jövedelemadó 1%-ának felajánlása.

Főbb támogatások: utazási támogatás legfeljebb 200 eFt mértékben, évente 1–1,5 MFt erejéig, doktori ösztöndíjak legfeljebb 6 hónapra évente 1–1,5 MFt erejéig, évente mintegy 0,5 MFt a munkabizottsági tudományos ülések szervezésére.

Ezen felül az Alapítvány pénzeszközeiből fedezendők az Alapítvány és a Kuratórium működési költségei.

A tevékenység jellemzésére néhány adat: az elmúlt húsz évben 112 személy hazai és nemzetközi konferenciákon való részvételét, előadás/poszter bemutatását támogatták összesen 268 alkalommal, és 40 disszertáns kapott összesen 240 hónap ösztöndíjat. Megemlítendő, hogy az utóbbi években a PhD-ösztöndíjak mértéke nőtt, ezért az Alapítvány a támogatott disszertánsok számának csökkentésére kényszerül.

Az Alapítvány működését Kuratórium irányítja; a Kuratórium működésében korábban és jelenleg részt vevő kutatók (azt elhunytak neve előtt † jel szerepel): †Bajusz Sándor, Hudecz Ferenc, †Kéri György, Magyar Anna, Medzihradszky Kálmán, Penke Botond, Perczel András, †Schön István, Süli-Vargha Helga, Tóth Gábor.

Az Alapítvány és a Kuratórium elnöke 2000-től: Hudecz Ferenc akadémikus, egyetemi tanár.

A Felügyelő Bizottság tagjai: az első bizottságban Tóth Gábor (elnök), Dibó Gábor, Nyéki Olga, a második, jelenlegi bizottságban Tóth Gábor (elnök), Dibó Gábor, Zarándi Márta.

A fenti ismertetést követő tudományos előadások két részben hangzottak el, az ülésszak első részét Medzihradszky professzor, alapító, a második részét Süli-Vargha Helga tudományos tanácsadó vezette. A szervezők olyan, elsősorban fiatal kutatókat kértek fel, akiknek pályáját az Alapítvány – pályázat útján – segítette hazai/nemzetközi konferencia-részvétellel és/vagy PhD-fokozat megszerzéséhez adományozott kutatási ösztöndíjjal. Az ülés a tudományos minőség mellett a sokszínűség bemutatására törekedett.

Az előadások tehát a következők voltak:

1. Önrendeződő fehérjék és peptidek elméleti és kísérleti tanulmányozása
   *Beke-Somfai Tamás, MTA Természettudományi Kutatóközpont – Anyag- és Környezetkémiai Intézet;*
2. Fehérje O-glikoziláció tömegspektrometriás vizsgálata
   *Darula Zsuzsanna, MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont – Proteomikai Laboratórium;*
3. Kísérleti paramétereket tükröző dinamikus fehérjeszerkezeti sokaságok
   *Gáspári Zoltán, Pázmány Péter Katolikus Egyetem – Információs Technológiai és Bionikai Kar*
4. Barangolások a peptidek és fehérjék világában
   *Orbán Erika, Richter Gedeon Vegyészeti Gyár NyRt. – Kutatófejlesztő, Biotechnológiai Analitikai Osztály;*
5. Áramlásos kémia alkalmazása magas nyomású és hőmérsékletű reakciók kivitelezésében
   *Kocsis László, ThalesNano Nanotechnológiai Kutató-Fejlesztő Zrt.;*
6. A Peptidkémiai Munkabizottságtól az Innovatív Medicina Kezdeményezésig: a peptidek szerepe a gyógyszerfejlesztésben
   *Letoha Tamás, Pharmacoidea Kft.;*
7. Peptidek és antituberkulotikumok – stratégiák a mycobaktériumokkal szemben
   *Bősze Szilvia, MTA–ELTE Peptidkémiai Kutatócsoport.*

Az ülésszak Hudecz Ferenc zárszavával fejeződött be. Hudecz professzor méltatta az előadók kimagasló eredményeit, és összegzésként azt a következtetést vonta le, hogy az Alapítvány támogatása értékes eredményeket létrehozó, elismert, innovatív szemléletű kutatók munkáját alapozta meg, így tehát jó ügyet szolgál.

Az Alapítvány honlapjának címe: http://peptid.chem.elte.hu/alapitvany.html

**Buzás Ilona**

OKTATÁS

# A Magyar Kémiaoktatásért díj, 2016

2016. november 15-én négy kémiatanár vehette át kiemelkedő szakmai munkásságáért a Magyar Kémiaoktatásért díjat az MTA Vörösmarty termében. A Richter Gedeon Alapítvány a Magyar Kémiaoktatásért kuratóriuma 18 éve ítéli oda a rangos elismerést. A díjat olyan általános és középiskolai kémiatanárok kaphatják meg, akik évtizedeken át tartó áldozatos munkájukkal jelentősen hozzájárulnak a kémia megszerettetéséhez, a tehetséges diákok felkarolásához.

*Dr. Szántay Csaba*, az Alapítvány kuratóriumának elnöke köszöntőjében – Kassák Lajost gondolatából kiindulva – arról szólt, hogy az oktatásnak nemcsak célja, hanem oka is van, és ez maga a kiváló kémiatanár. *Dr. Pellioniszné Dr. Paróczai Margit*, a Richter Gedeon Nyrt. emberierőforrás-igazgatója a kitüntetések átadása során hangsúlyozta, hogy a díjazottakat külön köszönet is megilleti, mert nemcsak tanítanak, hanem nevelnek is. És ennek a mai világunkban különös jelentősége van. Minden évben – így az idén is – az ünnepség kedves színfoltja, hogy a díjazottakat volt diákjaik is köszöntik, visszaemlékezve egy-egy nehéz vagy vidám, tanárukkal kapcsolatos iskolai eseményre. A díjátadónak prózai és zenei műsor is különleges keretet adott: *Kubik Anna* Móricz Zsigmond „Kedves tanító úr” című novelláját mondta el, és élvezhettük *Juhász Gábor* improvizatív gitárjátékát is.

Ismerjük meg az idei díjazottakat! *Éva Angéla* 1992-ben szerzett kémia-fizika szakos diplomát a kolozsvári Babeș-Bolyai Tudományegyetemen; most a Fóti Ökumenikus Általános Iskola és Gimnázium tanára. Tanári munkája során a hátrányos helyzetűek segítése mellett arra törekszik, hogy a gyerekek észrevegyék környezetük jelenségeit az iskolai, szakköri kísérletekben is. *Gelencsér László* a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetemen kémia-fizika szakos tanárként végzett 1978-ban. Mezőberény és Szigetszentmiklós után most a budapesti Piarista Gimnáziumban tanít. Rendkívül büszke azon tanítványaira, akik felismerve a kémiai szépségét, leküzdve a nehézségeket, vegyészek, orvosok, gyógyszerészek lettek. *Kiss Loránd* első diplomáját a marosvásárhelyi Tanárképző Főiskolán szerezte 1970-ben, és hosszú évek óta Gyergyófalván, a Sövér Elek Szakközépiskolában tanít. Nevét Magyarországon talán kevésbé ismerik, Erdélyben viszont annál inkább. Volt tanítványa köszöntőjében a tanulmányi versenyekre emlékezett vissza, ahol a tanár úr diákjai sorra vitték el a díjakat, más iskoláknak szinte alig adva teret. *Vámos István* 1979-ben végzett a Budapesti Műszaki Egyetemen, évtizedek óta a budapesti Petrik Vegyipari Szakközépiskola megbecsült tanára. A számítógéppel kapcsolt műszerekkel még a Commodore előtti időkben kezdett el foglakozni (ki emlékezik már erre az őskorra!). Sok, ma már vezető kutató, mérnök tanítómestere volt, közülük egy különösen sikeres tanítványa, egy „Lendület” kutatócsoport vezetője köszöntötte szép szavakkal. Vámos tanár úr visszaemlékezett arra, hogy gyerekkorában festőművész szeretett volna lenni, szülei azonban valami „tisztes foglakozásra” irányították, így lett mérnök-tanár. A művészet azonban megmaradt – grafikáit kiállításokon is láthattuk. A kémia már kisiskolás korában lenyűgözte akkor, amikor egy szőlőhegyen a rézgálicos hordó mellett egy idősebb pajtása „elárulta neki a nagy titkot”, miszerint „a cusónégy meg fe az fesónégy meg cu”. És ezt egy vasszöggel meg is mutatta.

Érdekes lenne követni az elmúlt közel húsz év kitüntetettjeinek további életútját, sikereit. Mi is történt velük? Erre az egész tanári életpályát elismerő „Rátz Tanár Úr Életműdíj” is választ adhat.

Gratulálunk a díjazottaknak!

**Riedel Miklós**

**A Magyar Kémiaoktatásért díjat 2016-ban Gelencsér László, Kiss Loránd, Éva Angéla és Vámos István nyerte el**

# Rátz Tanár Úr Életműdíj, 2016

2016-ban tizenhatodszorra vehette át a másfél millió forintos pénzjutalommal járó Rátz Tanár Úr Életműdíjat a Magyar Tudományos Akadémia dísztermében kilenc olyan tanár, aki a tantárgya népszerűsítésében és a tehetségek gondozása terén maradandó életművet alkotott.

„Hogy ne csak a világhírű tudósok, hanem tanáraik nevét is ismerjük”– szól a Rátz Tanár Úr Életműdíj mottója, és tegyük hozzá, ne csak ismerjük, hanem illő mértékben meg is becsüljük a legkiválóbb tanárokat. Az elismerést három, a természettudományos oktatás támogatásában kiemelkedő szerepet vállaló cég, a Richter Gedeon Nyrt., az Ericsson Magyarország és a Graphisoft SE alapította. A díj célja nemcsak az, hogy hozzájáruljon a tanári munka erkölcsi és anyagi elismeréséhez, hanem hogy példát mutasson más gazdasági szereplőknek is arra, hogy lehetőségeikhez mérten támogassák az oktatást, mert az igazi befektetés a magyar gazdaság számára a tudásban rejlik. Az elmúlt másfél évtized alatt a Rátz Tanár Úr Életműdíj a hazai természettudományos oktatás egyik legrangosabb elismerésévé vált, szinte a tanárok Kossuth-díja lett, ahogy ezt egyre gyakrabban idézik nem hivatalos körökben.

Az elismerésben részesült szakemberek az ország különböző pontjain található, eltérő lehetőségekkel rendelkező iskoláiban tanítanak. Életművükben azonban közös, hogy a reáltantárgyak oktatási színvonalának emeléséért dolgoznak, gyakran tankönyvek, szakmai folyóiratok szerzői és diákjaik sikeresen szerepelnek országos tanulmányi versenyeken. A tehetséggondozás mellett pedig törekednek arra is, hogy a természettudományos tudást ne csak a legjobbakkal, hanem valamennyi diákjukkal megszerettessék, és belőlük is széles látókörrel rendelkező felnőtteket neveljenek. És mi kell még ahhoz, hogy valaki Rátz-díjas tanár legyen? Valóban mindaz, ami az ünnepségen a hivatalos méltatásokban elhangzott, de talán kell még egy faktor is, amit az egyik kitüntetett mondott rövid köszönetében: „Mindennap elmentem kikapcsolódni az iskolába.” Valóban, kell ez a lelkesedés és szeretet.

Az elmúlt évek kitüntetettjeinek népes listáját böngészve örömmel láthatjuk, hogy a korábban Magyar Kémiaoktatásért Díjjal

**A 2016. év Rátz Tanár Úr életműdíjas tanárai: Dr. Jánossyné dr. Solt Anna (biológia), Halmi László (kémia), Zsigri Ferenc (fizika), Tarcsay Tamás (matematika), Dr. Zsuga Miklósné dr. Laczkó Mária (kémia), Kónya István (matematika), Zolnai Ildikó (biológia), Juhász Nándor (fizika) és Juhász Nándorné (fizika)**

kitüntetett hét kiváló tanárt az évek során a Rátz-díjra is érdemesnek találták. Az idei kémikus díjazottak kapcsán ne felejtkezzünk meg arról sem, hogy az első években – még a Rátz Tanár Úr Életműdíj megalapítása előtt – a Kémiaoktatásért díj külön hangsúlyozva az életművükért tüntette ki *Kromek Sándort* és *Dr. Kónya Józsefnét*.

Természetesen gratulálunk minden díjazottnak, de e lap hasábjain mégis a kémikusokat emeljük ki. *Dr. Zsuga Miklósné,* a debreceni Vegyipari Szakgimnázium tanárának diákjai ma a vegyipar és a gyógyszeripar meghatározó kutatói. Volt tanítványai szigorú, ám rendkívül igazságos pedagógusként emlékeznek rá. *Halmi László* a zalaegerszegi Zrínyi Gimnázium tanára volt közel négy évtizeden keresztül. Kémiaóráin szigora mellett a briliáns humora is megjelent, pályafutása példaértékű életmű jelenlegi és volt tanítványai számára is. Köszönő szavaiban megemlítette elődeit és tanítómestereit, *Mojzes János* és *Kromek Sándor* tanár urakat is. Ilyenformán tekintve az idei díjazott szinte már a „Kossuth-díjasok" második generációba tartozik.

A díjazottaknak gratulálva kívánjuk, hogy e szép hagyomány sikerrel tovább folytatódjék.

**Riedel Miklós**

# 13. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia

*Bali, Indonézia, 2016. december 2–11.*

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

A versenyen elvileg egyenlő arányban szerepel a három természettudományos tantárgy (fizika, kémia, biológia). A versenyfelkészítőre azon diákokat hívtuk, akik a versenyt megelőző tanévben egy vagy több természettudományi országos verseny döntőjébe jutottak. Ebben az évben 22 diák jelentkezett.

Az évente megrendezésre kerülő olimpiát az oktatási kormányzat 2007 óta anyagi segítséggel is támogatja, így az Emberi Erőforrások Minisztériuma 2016-ban is támogatást nyújtott a részt vevő magyar csapatnak. A Richter Gedeon Nyrt. a verseny elejétől fogva jelentős anyagi támogatást nyújt a csapatnak. Ebben az évben anyagi támogatást kaptunk még a Nemzeti Tehetség Program keretében az Emberi Erőforrás Támogatáskezelőtől, a MOL Új Európa Alapítványától, valamint a Servier Kutatóintézet Kft.-től. A versenyre történő kiutazás szervezését és az ezzel járó adminisztrációt, továbbá az anyagi források megszerzését, a pályázatok elkészítését a támogatásokra és azok teljes bonyolítását a Magyar Kémikusok Egyesülete végzi.

A versenyre való felkészítést ebben az évben is júniusban kezdtük meg (Gyertyán Attila matematikából és fizikából, Sebő Péter pedig biológiából és kémiából), mivel a megtanulandó tananyag olyan nagy, hogy ezért az őszi felkészítés nem elegendő. Szeptember legelején írattuk meg az első selejtező dolgozatot. A válogató eredménye alapján a legjobb 9 diákot választottuk ki a szűkebb felkészítőbe.

**Magyarország indonéziai nagykövete, Németh-Pach Judit vendégül látta a magyar csapatot**

Őket szeptemberben és októberben minden hétvégén a korábbi versenyek tapasztalatai és a követelmények alapján az ELTE Apáczai Csere János Gimnáziumban készítettük fel (Gyertyán Attila fizikából, Ács Zoltán biológiából és Villányi Attila kémiából). A második válogatóra október 31-én került sor. A kialakult hatfős csapat az utolsó hónapban a további elméleti felkészítő mellett kipróbálhatta a gyakorlati forduló team-munkáját is. A gyakorlati felkészítésben részt vett Vörös Tamás kémia szakos PhD-hallgató is (apáczais öregdiák, IJSO- és kétszeres IChO-érmes). A két kémia „gyakorlati specialista" diákot (Nguyen Thac Bacht és Gulácsi Mátét) kértük, hogy az esetleges titrálási feladathoz végezzenek minél több titrálási feladatot a középiskolai tanárukkal, Keglevich Kristóffal.

Az idei magyar csapat tagjai:

*Fajszi Bulcsú,* a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 9. osztályos tanulója,

*Nguyen Thac Bach,* a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 9. osztályos tanulója,

*Farkas Csanád*, a budapesti Eötvös József Gimnázium 9. osztályos tanulója,

**A csapat az eredményhirdetés után. Balról: Villányi Attila, Fajszi Bulcsú, Farkas Csanád, Mészárik Márk, Kozma Csaba, Nguyen Thac Bach, Gulácsi Máté és Gyertyán Attila**

*Kozma Csaba,* a Bonyhádi Petőfi Sándor Evangélikus Gimnázium 10. osztályos tanulója,

*Mészárik Márk*, az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium 9. osztályos tanulója,

*Gulácsi Máté*, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 9. osztályos tanulója.

A csapat november 29-én indult el. Az idei támogatás elegendő volt ahhoz, hogy a verseny előtt két napot töltsünk a verseny helyszínén, és a diákok hozzászokjanak a meglehetősen nagy, 7 órás időeltolódáshoz. Lehetőségünk volt egész napos kirándulás keretében megismerkedtünk Bali szigetének természeti és kulturális nevezetességeivel. December 2-től – a verseny szabályzatának megfelelően – az ott-tartózkodás teljes ideje alatt a szervezők biztosították a csapat transzferét, szállását és teljes ellátását.

Ebben az évben a szervezők külön fizikai, kémiai és biológiai témájú feladatokat készítettek, nem próbálkoztak a feladatok integrálásával. Ha röviden kellene összefoglalni a feladatok minőségét, akkor a fizika – néhány, a követelményrendszerben nem szereplő kérdéstől eltekintve – megfelelőnek, a kémia nagyon könnyűnek, néha nevetségesen egyszerűnek mondható. Az elméleti biológiai feladatok szokás szerint kétfélék voltak: egy részük nagyon könnyű, a másik részük eredménye pedig azon múlott, hogy a rengeteg, követelménybe nagyon felületesen beleértható ismeretanyagból épp mit sikerült a felkészítő tanároknak megtanítaniuk.

A feladatok megvitatása idén sem volt zökkenőmentes. A szerzők általában nem akartak változtatni a feladatok szövegén, és ha egy feladatot kiszavazott a nemzetközi zsűri, egy szinte szóról szóra azonos elven megoldható feladattal akarták azt helyettesíteni. A kémia elméleti feladatsor szinte minden kérdése szerves kémiára vonatkozott, ami nem szerepel a követelményben. Csak nagy harcok árán sikerült ezeket a kérdéseket módosítani, ekkor viszont a kérdések nagy része akár egy általános iskolai kémiaversenyen is feladható szintű lett. Ezen problémák kapcsán ismét felmerült a vizsgaszabályzat követelményrendszerének újabb módosítási igénye.

A versenyzők a versenyek közti napokban, a tanárok a diákok versenynapjain vettek részt kirándulásokon, kulturális programokon.

Idén Indonézia Magyar Nagykövetsége már az utazást megelőzően felvette velünk a kapcsolatot. December 8-án este a magyar nagykövet asszony, Németh-Pach Judit – aki akkor épp Bali szigetén egy konferencián vett részt – a csapatot vacsorára látta vendégül a Grand Hyatt Hotelben.

A pontegyeztetés estéjére kialakult a végleges sorrend, és ez alapján a nemzetközi zsűri egyetértésével megtörtént a ponthúzás. Az idei versenyen 48 ország 267 versenyzője mérte össze tudását. Ebben az évben is valamennyi diákunk éremmel tért haza. Ilyen ország ezen a versenyen összesen 19 volt. A magyar csapat 1 arany, 4 ezüst- és 1 bronzérmet szerzett. Továbbra is Ázsia vezet az aranyérmet szerző csapatok között. Előttünk végzett Tajvan, India, Indonézia, Brazília, Oroszország, Vitenam, Hongkong, Dél-Korea, Thaiföld és Románia csapata. Az Európai Unió országai közül csak Románia és Magyarország csapatának egy-egy diákja szerzett aranyérmet. Elért pontszáma alapján a legjobb európai uniós aranyérmes diák Fajszi Bulcsú lett.

Nguyen Thac Bach, Farkas Csanád, Kozma Csaba és Mészárik Márk ezüstérmet kapott, Gulácsi Máté bronzérmes lett.

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

Évek óta gondot okoz, hogy kevés ország vállalja ennek a versenyek a megszervezését. A verseny jövőre biztosan folytatódik, hiszen 2017 decemberében Hollandia lesz a vendéglátó ország. 2018-ban várhatóan Bolíviában szervezik meg a 15. IJSO-t. 2020-ban valószínűleg Németország lesz a vendéglátó, de 2019-re és 2021-re még nincs vállalkozó.

**Villányi Attila**

**Kiránduláson**

A CSAPAT TÁMOGATÓI:

Emberi Erőforrások Minisztériuma
Emberi Erőforrások Minisztériuma

Nemzeti Tehetség Program
Nemzeti Tehetség Program

Új Európa Alapítvány
Új Európa Alapítvány

Emberi Erőforrás Támogatáskezelő
Emberi Erőforrás Támogatáskezelő

Richter Gedeon
Richter Gedeon Nyrt.

Servier
Servier Kutatóintézet Zrt.

## HÍREK AZ IPARBÓL

# Vegyipari mozaik

**Az év embere: Bogsch Erik.** A Richter Gedeon Nyrt. vezérigazgatója kapta a Figyelő 2016-os díját. Bogsch Erik, az elismerést megköszönve, hangsúlyozta: arra a legbüszkébbek, hogy cégüknél a tehetséges emberek Magyarországon fejthetik ki tevékenységüket, ezzel hozzájárulva a magyar gazdaság fejlődéséhez. A kutató-fejlesztő kollégák ugyanolyan körülmények között tudnak dolgozni, mint egy nyugat-európai laboratóriumban – tette hozzá.

Az 1901-ben alapított cégnek már az első világháború után voltak leányvállalatai külföldön, a nemzetközi hálózat ma már nemcsak a régióba, hanem Nyugat-Európába, Latin-Amerikába és Kínába is kiterjed. A cég árbevételének 90 százaléka külföldről származik, s a nemzetközi szintű gondolkodás – a hitelesség, átláthatóság – is nagyon lényeges.

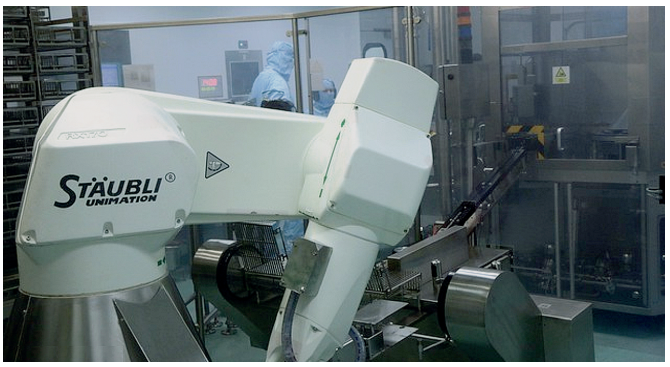
A Richter kiváló példa arra, hogyan lehet kiemelkedő eredményeket elérni magyar erőforrásokra alapozva. Tavaly egy újabb svájci céget sikerült megvásárolnia a Richternek, lényegében saját erőből, és kiemelkedik a pszichiátriai betegségek kezelésére alkalmas cariprazine amerikai bevezetése is.

Lambert Gábor, a díjat odaítélő Figyelő főszerkesztője elmondta, a Figyelőnek a patrióta gazdaságpolitika minden protekcionista megfontolás nélkül azt jelenti, hogy magyar talajon, külföldi felvásárlásokat kivédve sikerüljön a hazai tudományos, kutatói potenciált jól hasznosítani, továbbvinni és kilépni a nemzetközi piacra. *(http://www.hirado.hu/2017/01/04/bogsch-erik-az-ev-embere/)*

SANOFI

**Ötmilliárdos fejlesztést jelentett be a magyar Sanofi.** A csanyikvölgyi gyár évente közel 90 milliárd forint értékben állít elő steril körülmények között injekciós készítményeket és egyszer használatos fecskendőket. Ez az üzem 500 képzett szakembernek ad munkát, ezzel a régió meghatározó foglalkoztatója.

„A Sanofi nemzetközi vezetősége úgy döntött, hogy egy 5 milliárd forint értékű stratégiai beruházás keretében továbbfejleszti a csanyikvölgyi telephely gyártási tevékenységét. A cél egy új, korszerű és nagy sebességű fecskendőtöltő és -átnéző sor telepítése, amellyel fokozhatjuk magyarországi teljesítményünket és versenyképességünket” – nyilatkozta Philippe Luscan, a Sanofi cégcsoport alelnöke.



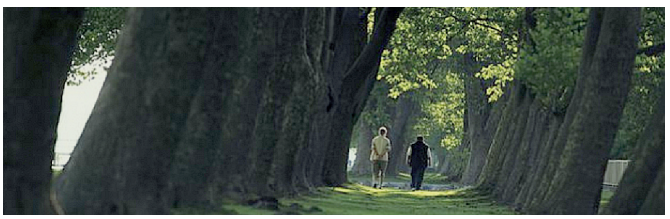

**Robot a Sanofi miskolci gyárában**

A mostani 5 milliárd forintos fejlesztés jelentőségét az adja, hogy a Magyarországon 2000 főt foglalkoztató (három gyártóegységgel és egy disztribúciós platformmal jelen lévő) Sanofi a magyar gazdaság 20 legnagyobb vállalatának egyike, a francia gyógyszergyártó hazai leánya a 14. helyet foglalja el a magyar exportőrök között. *(www.portfolio.hu, boon.hu)*

ÚT AZ EGÉSZSÉGHEZ

**A Magyar Üzleti Felelősség Díját kapta a Sanofi, az „Út az egészséghez program” szakmai partnere.** 2016-ban a Budapesti Szent Ferenc Kórház, a Sanofi és a Pilisi Parkerdő Zrt. partnersége által létrehozott rehabilitációs túraösvényeknek ítélte oda a CSR Hungary a Magyar Üzleti Felelősség Díját, mely a vállalati felelősség és fenntarthatóság területén bemutatott teljesítményt honorálja minden évben.

Az „Út az Egészséghez Program” olyan, eszközökkel ellenőrzött mozgásprogram, mely az egészségesek esetében a megelőzést, a szív- és érrendszeri betegséggel és magasvérnyomás-betegséggel élők, valamint cukorbetegek esetében pedig a szövődmények kialakulásának megelőzését, késleltetését szolgálja. A túra során mért egészségügyi adatokat a kórház szakemberei értékelik ki. Azok számára, akiknél kiugró értékeket észlelnek, a kórház szakrendelésein betegségspecifikus szűrővizsgálatokat kínál.



A túra nemcsak a természet megismerésében kínál segítséget, hanem saját szervezetünk működését, reakcióit is figyelemmel kísérhetjük és megismerhetjük séta közben. A Szent Ferenc Kórház betegeinek gyógytornász segít megtervezni a rehabilitációt segítő kirándulást, de kölcsönözhető műszerek segítségével bárki megfigyelheti, hogyan változik pulzusszáma és más egészségügyi adata a túra elején, során és végén. *(http://www.sanofi.hu/)*

RICHTER GEDEON

**Személyi változás a Richter Gedeon Nyrt. Igazgatóságában.** William de Gelsey igazgatósági tagsága megtartása mellett 2017. január 1-i hatállyal lemondott a Richter igazgatóságában be-

töltött elnöki tisztségéről. Az igazgatóság 2017. január 1. napjától Bogsch Erik vezérigazgatót, az igazgatóság tagját választotta meg elnökének.

ORBÁN GÁBOR

Az igazgatóság arról is döntött, hogy Orbán Gábor, a társaság stratégiai igazgatója, 2017. január elsejétől a vezérigazgató általános helyettese. *(portfolio.hu)*

**Űrtechnológiák a hétköznapokban.** Magyarország belépésével új taggal bővül az Európai Űrügynökség (ESA) technológiatranszfer-hálózata, amely egész Európában azon dolgozik, hogy az űrtechnológia fejlesztéseit más, nem űripari területeken, így a mindennapi életben is hasznosíthassuk. A nemzeti technológiatranszfer-pontot az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpontban nyitják meg.

Az első körben hároméves együttműködés célja, hogy a szakértők minél több olyan kezdeményezést és induló projektet kutassanak fel és támogassanak – akár anyagilag is –, melyek használni tudják az űrkutatási eredményeket. Ezzel igyekszik a hálózat elősegíteni a magyar vállalkozók nemzetközi piacra jutását és új vállalkozások elindítását. Az együttműködések olyan dinamikusan fejlődő területeket is érintenek, mint a műholdas navigáció, a távközlés, a meteorológia, a gyógyászat vagy a környezetvédelem.

A program sikerét számos nemzetközi eredmény bizonyítja: egy francia vállalkozás például már több mint 15 francia és külföldi egészségügyi intézménynek értékesítette azt az ultrahangos távgyógyászati megoldását, amit eredetileg a Föld körül keringő űrhajósok vizsgálatára dolgoztak ki, így akár várandós anyáknak vagy más páciensek sem kell több száz kilométert utazniuk a szakorvoshoz. *(wigner.mta.hu/)*

**Az Egis a hónap beruházója.** A nemzetgazdasági miniszter 2013 augusztusában hívta életre a „Díj a sikeres vállalkozásokért” elismerést azzal a céllal, hogy ismertté tegye a hazai eredményes cégeket olyan kiemelkedő, követésre érdemes gyakorlatok bemutatásával, amelyek mintaként szolgálnak további innovatív kezdeményezések megvalósításához. A díjat kiváló eredményeket felmutató beruházók, kis- és középvállalkozások, valamint startup cégek nyerhetik el.

„A hónap beruházója” kategória 2016. decemberi díjazottja az Egis Gyógyszergyár Zrt.

Az Egis hazai és uniós forrásból, konzorciumi partnereivel – a Pannon Egyetemmel, a Szegedi Tudományegyetemmel és az MTA Természettudományi Kutatóközpont veszprémi kutatócsoportjával – 2,3 milliárd forint összegű támogatást nyert el új készítmények kutatására-fejlesztésére, valamint ezen termékek piacra kerülését segítő gyártókapacitás létrehozására a vállalat körmendi telephelyén.

Az összesen 5,6 milliárd forintos beruházással a vállalat már ismert hatóanyagokra építve fejleszt új galenikus gyógyszereket, melyek olyan betegségek kezelését célozzák, amikre jelenleg még nincs minden szempontból kielégítő gyógyszeres terápia. A fejlesztendő krém, kenőcs, kúp, gél formátumú készítmények, gyógyszer-kombinációk egyedi összetételűek vagy új formában teszik lehetővé a sikeres kezelést.

A fejlesztés keretében 4000 $m^2$ alapterületű új üzem is épül, mely megfelel a legszigorúbb minőségbiztosítási követelményeknek is. Az új galenikus üzemben innovatív, félfolyamatos és folyamatos, számítógép által vezérelt gyártási technológiát fognak alkalmazni. A jelenlegi gyártóüzemhez képest jelentős fejlődést jelent, hogy a géppark alkalmasabb lesz az exportpiaci igények rugalmas követésére és a gyártást valós idejű analitikai folyamatellenőrző módszerek fogják támogatni.

Az Egis a projekt eredményeként megvalósuló egyes innovációkra szabadalmi védettséget kíván szerezni. A projekt négyéves futamideje során az Egis és konzorciumi partnerei nyolc készítmény fejlesztéséhez végeznek alap- és alkalmazott kutatást, az új termékek közül várhatóan legalább három termék fejlesztése már a projekt futamideje alatt befejeződik, a készítmények piacra kerülése a tervek szerint 2020 körül várható. *(EGIS-hírek)*

**A MOL-csoport növeli termelését a pakisztáni TAL blokkban.** A MOL-csoport bejelentette, hogy a Mardan Khel-1 kutatófúrás sikeres bekötésével a pakisztáni TAL blokk napi közel 90 000 hordó kőolaj-egyenértékre növelte a teljes kitermelését.

A Mardan Khel-1 kutatófúrás termelésbe állítása körülbelül 10 700 hordó kőolaj-egyenértékkel növeli a MOL-csoport által működtetett TAL blokk napi kitermelését.

A MOL Pakistan (a MOL leányvállalata) 1999 óta sikeresen működik Pakisztánban.

**Talajvíztisztító rendszert épít a MOL Tiszapalkonyán.** Az évtizedekkel ezelőtt, a TVK-TIFO vállalatok ipari komplexumának területén keletkezett szennyeződések teljes eltávolítására irányuló átfogó, stratégiai megközelítésű program részeként a két jogutód, a MOL Nyrt. és a MOL Petrolkémia Zrt. megkezdte egy talajvízvédelmi rendszer kiépítését Tiszapalkonyán. A hatósági kötelezésnek megfelelően a beavatkozás elsődrendű célja az egészséges környezet és az emberi egészség megőrzésének biztosítása

**Az egészségügyi kockázatok teljes kizárása érdekében a Tiszapalkonya határán lévő ásott kutakat le kell zárni az érintett telkeken**

és a környezet állapotának javítása a szennyeződések terjedésének megállításával és teljes megszüntetésével.

A talajvízvédelmi rendszer egy hetven vízkitermelő kútból álló kútsorból és a hozzá kapcsolódó vízvezeték-hálózatból áll. Működésének lényege, hogy a kutak felszívják a talajvizet, amelyet a hozzájuk tartozó csővezetékeken keresztül a MOL szennyvíztisztítójába szállítanak. A tervek szerint a teljesen automatikusan működő rendszer az évek folyamán teljesen megtisztítja a talajvizet az ipari szennyeződésektől. A kutakat Tiszapalkonya nyugati határánál létesítik, jelenleg a nyomvonalon a próbafúrásokat végzik, a kiépítés 2017 januárjában kezdődött és 2017. június 30-áig tart.

A mintavételek eredményei alapján a későbbiekben lehet megmondani, hogy meddig szükséges a rendszer használata. A köztes időben – ez az eddigiekben is így volt – a lakosság és a környezet nincs kitéve semmilyen, az ipari szennyeződések jelenlétéből eredő veszélynek, mert azok jelentősen a határértékek alatt vannak. A vízvédelmi rendszer a megelőzést szolgálja.

A MOL és a MOL Petrolkémia egyeztet a lakosokkal és kompenzálja a kerti locsolásra felhasznált megnövekedett ivóvízmennyiségből fakadó költségekhez. A kompenzáció mértéke a lakossági ingatlan nagyságától függ, meghatározásakor figyelembe vették a vonatkozó jogszabályokat és a jelenleg érvényes közműdíjakat is. Három év elteltével a lezárás szükségességét felülvizsgálják majd, kedvező eredmények esetén pedig feloldják.

A MOL és a MOL Petrolkémia arra törekszik, hogy minden érintett lakos megfelelő tájékoztatásban és kompenzációban részesüljön, és hogy a lehető legkevesebb kényelmetlenséget okozzák a munkálatok.

FŐVÁROSI VÍZMŰVEK

**Stratégiai együttműködést kötött a MOL-csoport és a Fővárosi Vízművek.** A MOL-csoport és a Fővárosi Vízművek Zrt. együttműködése szakmai tudásmegosztásra és a két vállalat közötti szinergiák kihasználására épül.

A MOL-csoport 2030-ig szóló stratégiájával összhangban keresi az új üzleti lehetőségeket, e megállapodással tovább nyit a midstream üzletágak felé. A Fővárosi Vízművek Zrt. hosszú távú üzletfejlesztési stratégiája az alternatív árbevételi lehetőségek felkutatására és kiaknázására épül, hazai viszonylatban a szolgáltatási terület és a tevékenységi kör bővítése, nemzetközi szinten a külföldi projektekben való részvétel révén.

**Új nemzetközi mérőállomás és kőolajelemző labor Fényeslitkén.** Új, az európai uniós direktíváknak és az oroszországi szabványoknak egyszerre megfelelő nemzetközi kőolajmérőállomás és elemzőlabor épült a Barátság-2 kőolajvezeték magyarországi átvételi pontján, a Fényeslitkei Szivattyúállomáson. A fejlesztésnek köszönhetően a nemzetközi felek által hitelesített mérésügyi rendszer jött létre, az akkreditált laborban pedig sokkal szerteágazóbb vizsgálatoknak lehet alávetni a beérkező kőolajat.

KÁRPÁTHÍR.HU

Az új állomás a több mint negyvenéves korábbi állomást váltja fel. A Fényeslitkei Szivattyúállomás fogadja a MOL kőolaj-importjának 80 százalékát, évente mintegy 5,5 millió tonnát, amely Fehéroroszországon és Ukrajnán keresztül érkezik Oroszországból a MOL Százhalombattai Finomítójába.

Az akkreditált minőségelemző labor pontosabb és részletesebb vizsgálatokat tesz lehetővé, az eddigi 4 helyett már a kőolaj 15 paraméterét vizsgálhatja, kialakítása mintegy 180 millió forintba került.

„A fejlesztésnek köszönhetően a lehető legpontosabb információkkal rendelkezünk az érkező kőolajról. Az üzleti életben a legnagyobb értéket a biztos információ jelenti, így a befektetésünk kiemelt értéket képvisel” – emelte ki Szalay Zsolt, a MOL Magyarország Logisztika igazgatója. *(MOL)*

**Ritz Ferenc összeállítása**

## MKE-HÍREK

# Konferenciák, rendezvények

**10. Jubileumi Diákszimpózium**
Pécs, 2017. március 27. – április 2.
http://bioanalitika.aok.pte.hu/kemia/10szimp/index.shtml?jelentkezes

**Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny**
Szeged, 2017. április 21–23.
A versenykiírás megtalálható a http://www.irinyiverseny.mke.org.hu/ honlapon

# Konferenciák, 2017

| | |
|---|---|
| március 27.–április 2. | 10. Jubileumi Kémikus Diákszimpózium, Pécs |
| április 18. | Magnézium Szimpózium, Kecskemét |
| április 21–23. | XLIX. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny, Szeged |
| május | Biztonságtechnika, 2017 |
| június 19–21. | Vegyészkonferencia, Hajdúszoboszló |
| július 2–4. | ECBS 2017 – 5th European Chemical Biology Symposium, Budapest |
| július 9–13. | BioTrans 2017 – 13th International Symposium on Biocatalysis and Biotransformations, Budapest |
| augusztus 23–25. | 60. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés, Debrecen<br>XIII. Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Konferencia (KAT2017), Debrecen |
| szeptember 6–8. | 11. Kolloidkémiai Konferencia nemzetközi részvétellel |
| október 4–6. | XIX. EuroFoodChem Conference, Budapest |
| október 16–18. | Őszi Radiokémiai Napok, Balatonszárszó |
| november | Kozmetikai Szimpózium, Budapest |

# MKE egyéni tagdíj (2017)

Kérjük tisztelt tagtársainkat, hogy a **2017. évi tagdíj** befizetéséről szíveskedjenek gondoskodni annak érdekében, hogy a Magyar Kémikusok Lapját 2017 januárjától is zavartalanul postázhassuk Önöknek. A tagdíj összege az egyes tagdíj-kategóriák szerint az alábbi:

| | |
|---|---|
| • alaptagdíj: | 9000 Ft/fő/év |
| • nyugdíjas (50%): | 4500 Ft/fő/év |
| • közoktatásban dolgozó kémiatanár (50%) | 4500 Ft/fő/év |
| • ifjúsági tag (25%): | 2250 Ft/fő/év |
| • gyesen lévő (25%) | 2250 Ft/fő/év |

*Tagdíjbefizetési lehetőségek:*

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

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

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

# Előfizetés a Magyar Kémiai Folyóirat 2017. évi számaira

A Magyar Kémiai Folyóirat 2017. évi díja fizető egyesületi tagjaink számára 1400 Ft. Kérjük, hogy az előfizetési díjat a tagdíjjal együtt szíveskedjenek befizetni. Lehetőség van átutalással rendezni az előfizetést a Titkárság által küldött számla ellenében. Kérjük, jelezzék az erre vonatkozó igényüket!

Köszönetet mondunk mindazoknak, akik 2016-ban kettős előfizetéssel hozzájárultak a határon túli magyar kémikusoknak küldött Folyóirat terjesztési költségeihez. Kérjük, aki teheti, 2017-ben is csatlakozzon a kettős előfizetés akcióhoz.

Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy a

**személyi jövedelemadójuk 1 százalékának felajánlásából idén 819 470 forintot**

utal át az APEH Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásaikat, köszönjük, hogy egyetértenek a kémia oktatásáért és népszerűsítéséért kifejtett munkánkkal. A felajánlott összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, a XVI. Országos Diákvegyész Napok, valamint a 2016-ban nyolcadszor megrendezett Kémiatábor egyes költségeinek fedezésére használtuk fel, valamint arra a célra, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő, határon túli honfitársunkhoz.

Ezúton is kérjük, hogy a 2016. évi SZJA bevallásakor – értékelve törekvéseinket – éljenek a lehetőséggel, és személyi jövedelemadójuk 1%-át ajánlják fel az erre vonatkozó Rendelkező nyilatkozat kitöltésével.

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

**Az MKE adószáma: 19815819-2-41**

Terveink szerint 2017-ben az így befolyt összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, a 10. Kémikus Diákszimpózium, valamint a 2017-ben kilencedszer szervezendő Kémiatábor egyes költségeinek fedezésére használjuk fel.

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

# HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

*LXXII. No. 2. February 2017*

CONTENTS


***Nobel Prizes 2016***
*Chemistry* **34**
**PÉTER HUSZTHY**
*Physiology or Medicine* **35**
**ROBERTA SÜDY and FERENC BARI**
*Physics* **36**
**FERENC IGLÓI**
***Bruckner Room Lectures***
*Selective hydrogenation with water soluble phosphine complexes of transition metals as catalysts* **39**
**GÁBOR PAPP**
*Synthesis of new functionalized cyclic fluoro-β-amino acid derivatives* **41**
**ATTILA MÁRIÓ REMETE**
*Studying elementary and secondary school students' knowledge structure related to air pollution through a word association test* **44**
**GABRIELLA SÓJA-GAJDOS and ZOLTÁN TÓTH**
*On the facsimile edition of the „Techno-chemical receipt book"* **49**
**PÉTER TÖMPE**
*Noted and chemist. Sir Isaac Newton* **50**
**GÁBOR LENTE**
*The beauty of chemistry – on open-air sculptures. Atoms and molecules through the eyes of sculptors* **51**
**TIBOR BRAUN**
*Chembits* **56**
**GÁBOR LENTE**
*The Society's Life* **58**
*News of the Month* **60**

## Különösen az italoknál nőtt meg az édesítőszerek elfogadottsága

A hazai felnőtt lakosságnak már kétharmada fogyaszt valamilyen édesítőszert – derült ki a Szinapszis friss, reprezentatív kutatásából[1]. Az édesítőszerek ismertségének és népszerűségének növekedése elsősorban az italoknak köszönhető, hiszen ezekben használjuk főképp, az ételek ízesítésére egyelőre még kevésbé.

Az italok édesítésénél az elmúlt egy évben jelentősen, 8%-ról 27%-ra növekedett a használati arány. A vásárlásnál is az üdítő és a gyümölcslé az az élelmiszertípus, ahol a leginkább szempont az, hogy édesítőszerrel készül-e, ezt követik a gyümölcskészítmények, például a lekvárok, majd a tejtermékek és csak negyedikként az édességek.

Ma már számtalan édesítőszer kapható különböző kiszerelésekben és formában (pl. tabletta, por, folyadék), hogy könnyen és praktikusan lehessen őket használni. A kutatásból kiderült, hogy egyértelműen az íze alapján választunk édesítőszert, és ez az elsődleges oka az esetleges elutasításuknak is. A kellemes íz tehát a legfőbb választási szempont, és érdekes, hogy az alacsony kalóriatartalom vagy a kalóriamentesség, ami egyébként az édesítőszerek egyik nagy csoportjának a legfőbb funkcionális haszna lenne, csak a negyedik helyen szerepel a választásnál. A cukorra emlékeztető, utóízmentes, édes íz elérése tehát az édesítők használatának legfőbb mozgatórugója. Előnyt élveznek azok a termékek, amelyek egy megszokott vagy kedvelt ízt édesítőkkel is vissza tudnak adni.

Emellett azonban a kalóriatartalmat sem árt szem előtt tartani. Ebből a szempontból a cukor alternatívái alapvetően két nagy csoportra oszthatók: cukorpótlókra és kalóriamentes édesítőszerekre.

A két csoport között az egyik legfontosabb különbség az, hogy az édesítőszerek gyakorlatilag kalóriamentesek és akár több százszor édesebbek lehetnek, mint a cukor, ezért nagyon kevés is elég belőlük az édesítéshez. A cukorpótlók viszont jelentősen nem édesebbek és nem is tartalmaznak feltétlenül kevesebb kalóriát a kristálycukorhoz képest. Ide tartozik például az eritrit, a nyírfacukor, a szorbit, a kalóriamentes édesítőszerekhez pedig többek között a szacharin, az aszpartám, a sztívia és az aceszulfám K. Az édesítőszerek az aszpartám kivételével teljesen kalóriamentesek, nem emelik a vércukorszintet sem, így cukorbetegek és fogyókúrázók is nyugodtan fogyaszthatják. A válaszadók döntő többsége (90%) már tisztában van azzal, hogy fogyasztásuk a csomagolásukon feltüntetett megengedhető napi beviteli értékeken belül teljesen biztonságos, semmilyen egészségre káros hatásuk nincs. A lakosság számára a legismertebb cukorhelyettesítő egyéb-ként a méz, amiről sokan nem is tudják, hogy kalóriatartalma gyakorlatilag megegyezik a cukoréval. A kutatás megállapításai szerint a nyírfacukor (xilit), a szacharin, a fruktóz, a sztívia és az aszpartám lettek egyre ismertebbek a lakosság körében. A sztívia ismertsége például jelentősen nőtt az utóbbi egy évben, a válaszadók kétharmada hallott már róla, egyharmaduk pedig ki is próbálta már, főleg forró italok, kávé és tea ízesítésére. Előnyeként legtöbben (40%) a sztívia természetes eredetét emelték ki.

A fogyasztók egyre szélesebb körben választhatnak édesítőszereket a cukor helyettesítésére, és az élelmiszergyártók édesítőszerrel készült termékkínálata is egyre bővül. A nagy üdítőitalmárkákon megjelenő zero és free változatok például mind arra utalnak, hogy cukormentesek, és a rájuk jellemző közkedvelt ízt édesítőszerrel érték el, hogy azok is élvezhessék kedvenc italukat, akik ezt cukor nélkül szeretnék megtenni. **K.T.**

[1] A Szinapszis 500 fős kutatása a hazai felnőtt lakosságot tekintve életkorra, nemre és régióra vonatkozóan reprezentatív.

## Biotechnológia a fejlett mezőgazdaságért

Csaknem száz éve annak, hogy Ereky Károly – munkásságára alapozva – megalkotta a biotechnológia kifejezést, amely a kutatás és a gyakorlat összekapcsolására irányuló törekvést tükrözte. A tudomány azóta egyre nagyobb figyelmet szentelt ennek a szakterületnek, mígnem Szegeden, a biológia fellegvárában, több mint tíz esztendeje megalakult az akadémikus Barabás Zoltánról elnevezett Biotechnológiai Egyesület. Alapítóinak, köztük az MTA Szegedi Biológiai Központjának célja az volt, hogy a legújabb kutatási eredményeket minél szélesebb körben ismertessék meg a szakmával és az agráriumban dolgozó szakemberekkel, gazdákkal. Több éven át konferenciákon, kiadványokban, szakkönyvekben, tudományos publikációkban terjesztették, amit a „zöld biotechnológiáról" tudniuk kell a mezőgazdászoknak, földműveseknek, állattenyésztőknek. Munkájuk hatékonyságának növelése érdekében az elmúlt hetekben, egybeolvadva a Pannon Növénybiológiai Egyesülettel, létrehozták az Innovatív Mezőgazdasági Biotechnológiáért Egyesületet (IMBE), melynek elnökévé Dudits Dénes akadémikust, a Szegedi Biológiai Kutatóközpont korábbi főigazgatóját választották meg.

Az új egyesület célja, hogy még hatékonyabban segítse a biotechnológia sikeres szerepvállalását a magyar agrárium és élelmiszeripar innovatív lehetőségeinek kihasználásában. Az IMBE alapító tagjai – oktatási intézmények, kutatóhelyek, agrár- és biotechnológiai cégek, szervezetek, magánszemélyek – mikrobákkal, növényekkel, állatokkal kapcsolatos biotechnológiai fejlesztéseket hajtanak végre. Arra törekszenek, hogy a biológiai folyamatok legkedvezőbb hatásai révén értékes gazdasági eredmények szülessenek. Az új egyesület kiemelt feladatául tűzte ki a tudományosan bizonyított, hiteles ismeretek terjesztését: az oktatásban, a sajtóban, a gazdáknak szervezett konferenciákon tájékoztatják a meghívottakat a biotechnológiai fejlesztések legújabb lehetőségeiről, a várható gazdasági, környezetvédelmi, versenyképességet befolyásoló hatásairól. Az egyesület tagjai aktív szerepet kívánnak játszani az agrárpolitikai, kormányzati döntések szakmai megalapozottságában is. Az IMBE nyitott mindenki számára: különösen nagy reményeket fűznek a csatlakozó mezőgazdasági vállalkozások aktív részvételéhez, bízva abban, hogy a magyar agráriumban – a gazdasági mutatókon is lemérhető módon – hasznosulnak az innovatív biotechnológia eredményei.

**Ch.Á.**

UNICAM
Magyarország Kft.

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

„Az Ön GLP partnere”

## Thermo Scientific:

Thermo SCIENTIFIC
Authorized Distributor

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

## Olympus:

OLYMPUS
Your Vision, Our Future

- Mikroszkópok

## SOTAX:

sotax
Solutions for Pharmaceutical Testing

- Tablettavizsgáló berendezések

## OI Analytical:

- Purge & Trap

## Markes International:

- Termikus deszorpció

## PS Analytical:

- Atomfluoreszcenciás Hg, As, Se, stb. analizátorok

## Trace Elemental Instruments:

- TN, TS, TX, AOX meghatározók

## HunterLab:

- Színmérő készülékek

## Peak Scientific:

- Gázgenerátorok

## iX Cameras:

- Nagysebességű kamerák