

A TARTALOMBÓL:

- Új, hatékony antivirális gyógyszerek fejlesztése
- Folyamatos áramlású reaktorok a gyógyszeriparban
- Nanorészecskék ezüsből és aranyból
- IgNobel-díjak tengeralattjárókapitányoknak



# MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXVII. ÉVFOLYAM • 2022. SZEPTEMBER • ÁRA: 850 FT

## Pavláth Attila köszöntése



A lap megjelenését  
a Nemzeti Kulturális Alap  
támogatja  
Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány  
a Magyar Tudományos Akadémia  
támogatásával készült

# FOSSZILIS ENERGIAHORDOZÓK GYORS AUTOMATA ANALIZISE

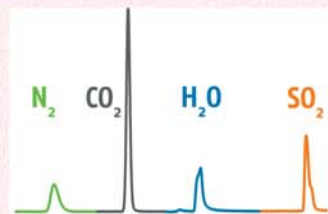


## SZÉN

## KOKSZ

## OLAJ

C - H - N - S - O - Cl



A vario MACRO cube analizátort úgy tervezték, hogy piacvezető típus legyen a sokoldalú elemvizsgálók terén! A vario MACRO cube analizátor képes akár 7000:1-es C/N arány mellett is pontos analízis eredményeket szolgáltatni. A rapid CS cube köszön és kokszt minták C és S tartalmának gyors és automatizált mérésére készült nagy érzékenységgel (LOD: 2ppm S).

A rapid OXY cube egy újonnan kifejlesztett analizátor a pontos és mátrix-független oxigénkoncentráció mérésére 1450 °C-os pirolízissel.

## ELEMENALÍZIS ALKALMAZÁSI TERÜLETEK:



AGRÁR  
MÉRÉSEK



KÉMIAI  
ÖSSZETÉTEL



ENERGIA  
IPAR



KÖRNYEZET-  
VÉDELEM



KRIMINOLÓGIA  
EREDET MÉRÉS



ANYAG-  
VIZSGÁLAT



**elementar**  
Analysensysteme GmbH  
EXCELLENCE IN ELEMENTS  
[www.elementar.de](http://www.elementar.de)



**AKTIV INSTRUMENT Kft.**  
ANALITIKAI BERENDEZÉSEK, AUTOMATA ANALIZÁTOROK  
1145 Budapest Pétervárad u. 14.  
Tel.: (1)-789-2778, Fax: (1)-785-8489  
Mail: [kozpont@aktivinstrument.hu](mailto:kozpont@aktivinstrument.hu)  
web: [www.aktivinstrument.hu](http://www.aktivinstrument.hu)



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

## Szerkesztőség:

Felelős szerkesztő: KISS TAMÁS  
[SZEKERES GÁBOR] örökös főszerkesztő  
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA  
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE

## Szerkesztők:

ANDROSITS BEÁTA, BANAI ENDRE,  
LENTE GÁBOR, NAGY GÁBOR,  
PAP JÓZSEF SÁNDOR, [RITZ FERENC],  
ZÉKÁNY ANDRÁS

Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

## Szerkesztőbizottság:

SZÉPVÖLGYI JÁNOS,  
a szerkesztőbizottság elnöke,  
[ANTUS SÁNDOR], BIACS PÉTER,  
BUZÁS ILONA, HANCSÓK JENŐ,  
JANÁKY CSABA, KALÁSZ HUBA,  
KEGLEVICH GYÖRGY, KOVÁCS ATTILA,  
[LIPTAY GYÖRGY], MIZSEY PÉTER,  
NEMES ANDRÁS, ifj. SZÁNTAY CSABA,  
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  
E-mail: mkl@mke.org.hu

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete  
Felelős kiadó: ANDROSITS BEÁTA  
Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.  
Nyomás: Europrinting Kft.  
Felelős vezető: ENDZSEL ERNŐ  
ügyvezető igazgató

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete  
Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank  
10700024-24764207-51100005 sz.  
számlájára „MKL” megjelöléssel  
Előfizetési díj egy évre 10200 Ft  
Egy szám ára: 850 Ft. Külföldön terjeszti  
a Batthyány 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 és archivált számaink honlapunkon  
(mkl.mke.org.hu) olvashatók

Index: 25 541  
HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)  
HU ISSN 1588-1199 (online)  
DOI: 10.24364/MKL.2022.09

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



Túl vagyunk egy tanéven, amikor nem volt általános karantén, helyette a hagyományos működés jellemezte az iskolák életét. Sajnos a járvány még jelen volt, de már arra koncentráltunk, hogy mit is tudnak diákjaink a digitális oktatás alatt tanultakból. Sokan kihasználtuk az online időszakot arra, hogy több forrásból összeszedett tananyagot, segédanyagot adjunk a diákjainknak, és megkerestük azokat az önellenzésre is alkalmas feladatsorokat, amelyeket illeszteni tudtunk a tananyaghoz. Mégis nehéz az összehasonlítás: lemaradtak kémiatudásban és csak a digitális kompetenciáik fejlődtek a háttérben zajló játékok és beszélgetések során, vagy más szinten van a kémiatudásuk.

Árnyalja a képet, hogy akik a NAT 2020 alapján tanultak, másik utat járhattak be a kémia birodalmában, mint elődeik. Ez persze korántsem biztos, hiszen nem minden tanár tudott egyik pillanatról a másikra visszafogottabbá válni, és továbbra is a kvantummechanikai atommodellt tanította, kvantumszámokkal és pályae energiával, hogy csak a legkisebb „kilengéseket” említsem. Amikor véletlenül a kezünkbe akadt az év elején írt tanmenet, döbbenet láttuk november körül, hogy bizony már rég nem az atomelméletben kellene mélyebbre merülni, hiszen a teljes szervesetlen kémia még hátra van.

Az időkereteink szárnyaszegettek, de szeretnénk büszkélkedni azzal, hogy orvosok, vegyészek, esetleg kémiatanárok váltak a tanítványainkból. Talán ez utóbbira lenne a legnagyobb szükség, hiszen ahogy egy régi tanítványom mondta az Irinyi-verseny országos döntőjén: „Abból lesz a jó kémikus, akinek jó kémiatanára van.”

Hogyan tudja ma egy „jó kémiatanár” megszerettetni a kémiát?

Érdemes kihasználni a „poszt-Covid” lehetőségeket, így megvalósíthatunk projekteket, felhasználva a diákok közötti online együttműködést a csoportfeladatok megoldásához. Az osztályok digitális térben kialakított csoportjai azt is lehetővé teszik, hogy az órán elhangzott kísérőanyagok, az általunk készített gyakorló feladatok mindenki számára elérhetőek maradjanak.

Kiemelten jó lehetőség, hogy a jövő évi 10. évfolyamosok már rendelkeznek laptopokkal, és remélhetőleg a következő tanévben kapnak eszközt ismét a 9. évfolyamosok. Így tervezhetjük ezek használatát a tanórán: differenciálásra, gyakorlásra, de akár kisebb kutatási feladatok megoldására is. A kevésbé felszerelt laborral vagy anélkül működő iskolák diákjai is megnehezhetnek kísérleteket – nem csupán az órán, hanem az otthoni tanulásuk során is. Fontos, hogy a notebookok tanórai használata lehetővé teszi a folyamatos visszajelzést diákjainknak, hiszen az interaktív feladatok alkalmasak erre, az okostankönyvekben szinte minden leckénél van ilyen.

Ebben a tanévben új lehetőség a 11. évfolyamon a „természettudomány” tantárgy, amit legalább részben a kémiatudás mélyítésére is használhatunk, de szemléletformálásra mindenképpen. Érdemes együttműködni más természettudományos tantárgyat tanítókkal, hogy ide is becsempészessük a tantárgyunkat.

A felsorolt módszerek működéséhez elengedhetetlen, hogy a diákok motiváltak legyenek. Ebben lehet segítségünkre, ha alaposan tanulmányozzuk a kerettantervek bevezetőjében megfogalmazott tanulási eredmény típusú célokat, és így gondolkozunk a tanóráink céljáról is. Ezután már nincs más dolgunk, csak az, hogy az óra célját a diákok nyelvén fogalmazzuk meg! Például így: Az óra végére tudni fogjátok, mi okozza a másnaposságot. Valószínűleg többen fognak ránk figyelni, mintha csak bejelentjük, hogy az etanallal foglalkozunk a mai órán.

Az idén is, mint minden tanévben, lelkesen készülnek a kémiatanárok a diákokkal való közös munkára, ehhez kívánok sok erőt és kitartást kollégáimnak.

2022. szeptember

*Magócs Éva*  
Magócs Éva

## TARTALOM

## VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

- Életfilozófiám, hogy hasznosat adjak a közösségnek.  
Beszélgetés a 92 éves **Pavlát Attilával** 250
- Új és hatékony antivirális gyógyszerekre továbbra is szükség van.  
Beszélgetés **Keserű György Miklós** akadémikussal 252
- Deák Péter, Vörös Attila, Mizsey Péter:** Folyamatos áramlású reaktorok és folyamatos gyártások a gyógyszeriparban I. Elméleti áttekintés 256



Címlapunkon:  
Pavlát Attila  
köszöntése  
(fotó:  
MTA/Szigeti Tamás)

## IGÉRETES FIATAL KÉMIKUSAINK

- Nanorészecskék ezüstből és aranyból – „Lendületes” kutatások Szegeden.  
Beszélgetés **Csapó Edittel** 260

## A HÓNAP KÉMIAI PUBLIKÁCIÓJA

- Az MTA Kémiai Tudományok Osztályának összeállítása 263

## KITEKINTÉS

- Lente Gábor:** IgNobel-díjak mozikedvelő, rágógumizó, macskatartó tengeraltjáró-kapitányoknak 265
- Braun Tibor:** Elena Ceaușescu, az áltudós kémikus 267
- Kutasi Csaba:** A textiliák fénnel szembeni viselkedése 269

## VEGYÉSZELETEK

- Lente Gábor** rovata 274

## MEGEMLÉKEZÉS

- Tudományos ülés Antus Sándor emlékére** 276
- Skodáné Földes Rita, Kollár László:** Az átmenetifém-organikus kémia és a homogén katalízis hazai megteremtője: **Markó László** (1928–2022) 278

## EGYESÜLETI ÉLET

- A HÓNAP HÍREI** 279

- A HÓNAP HÍREI** 282



# Életfilozófiám, hogy hasznosat adjak a közösségnek

Beszélgetés a 92 éves Pavláth Attilával

*Amint arról lapunk előző számában hírt adtunk, a koronavírus-járvány nagy hullámai után, május végén ismét szülőhazájába, Magyarországra látogatott Pavláth Attila, az MTA külső tagja, az MKE Fabinyi Rudolf-emlékérem kitüntetettje, az ACS (Amerikai Kémiai Társaság) volt elnöke, az ACS magyar tagozatának örökös tiszteletbeli elnöke. Látogatásának jelentős eseménye volt, hogy a Műegyemen átvehette a 70 évvel ezelőtt megszerzett vegyészmérnöki diploma megerősítését jelző rubindiplomát. Látogatása során készítettem vendégünkkel a következő interjút.*

*Barátaid, ismerőseid körében nagy szertettel látunk újra itthon. Milyen érzés a járvány remélhető elmúltával hazalátogatni Magyarországra?*

Örömmel jöttem, a kényszerű, viszonylag hosszabb kihagyás után újra Magyarországra. Élvezem az ittlétet, a dús programot, a találkozókat, mint mindig.

*Nem udvariasságból mondtam a méltatásomban, hogy alig különböztél a 2000-es években készült fotódtól. Szellemed pedig frissebb, mint valaha. Hogyan tudod megőrizni ilyen kiválóan fiatalodat? 92 évdből sokat letagadhatnál.*

Az MTA-előadásomban több olyan módszert is leírtam, amellyel a kémia meghosszabbíthatja tartalmas életünket. Ezek fontosak, de egyiket sem használtam. Szerintem a legfontosabb az élet mindennapi problémáival szemben mutatott pozitív hozzáállás. Az agy nagy befolyást gyakorol a test biokémiai és biológiai folyamataira. Az egyik példa erre az adrenalin termelése. Erősen hiszek a „Mind Over Matter” teóriában – annak ellenére, hogy jelen pillanatban nincsen rá racionális bizonyíték.

*Mindig aktív életet éltél, az új iránti fogékonyságod közismert. Mi foglalkoztat most a kémiában?*

A mai tudományos ülés témája is mutatja, hogy az űrkémia újra előjött szakmai érdeklődésemben, a hatvanas évek kezdeti próbálkozásai után. Megemlítem, hogy amikor a NASA kutatóasztromonautákat keresett az Egyesült Államokban, én voltam egyike annak a 72 kémikusnak, aki pályázott, és nemcsak azért, mert a kutatásaim egy része az űrhöz kapcsolódott, hanem mert a repülés volt az álomom. Akkor már tudtam vitorlázó és egymotoros gépet is vezetni. A pályázatomban új módszert is javasoltam az oxigén visszanyerésére szén-dioxidból. Családom megkönnyebbulésére a hosszú szelekciós folyamat után nem én voltam az, akit kiválasztottak. Most a Darvas Ferenc és Janáky Csaba által vezetett kutatásokba kapcsolódtam be, azokat kísérem figyelemmel. Jómagam inkább szervezési munkákkal járlok hozzá a program sikeréhez.

Emellett folytatom tudományos/szakmai ismeretterjesztő előadásaimat az Egyesült Államok városaiban, habár a Covid-járvány – nem a fizikai erőm – csökkentette ezek gyakoriságát.



Pavláth Attila az Akadémián (fotó: MTA/Szigeti Tamás)

Igyekszem a kémia imidzsét, társadalmi elfogadottságát javítani, nem pusztán az ACS-ben viselt tisztségeim folyamányaként, hanem kémikusi hitemből és meggyőződésemből fakadóan.

*Szélesebb értelemben a kémia, mint az egyik meghatározó természettudományos diszciplína, mit jelent ma neked, aki annyi mindent művelt, tapasztalt és élt meg élete során?*

Az az életfilozófiám, hogy valami hasznos maradandót adjak a közösségnek. Életem utolsó pillanatában vissza szeretnék nézni az évek sorára. Azt remélem, hogy azt mondhatom majd, amikor itt hagyom ezt a világot, hogy *saját tevékenységem miatt mások számára* egy kicsit jobb állapotban lesz, mint ahogy volt, amikor megszülettem. Ha akkor ezt mondhatom, nem számít, mit találok a másik oldalon, amikor ezt az utolsó lépést megteszem.

Nem magamnak akartam soha dolgozni, eredményeket gyűjteni, hanem a társadalom számára akartam hasznos feladatokat megoldani. Nem követtem azt az utat, hogy egy témára koncentrálna tudományos hírnevet szerezzek, esetleg Nobel-díjra pályázzak. A gyakorlati témák vonzottak. Többször előfordult, hogy az éppen folyó kutatásainkat meg kellett változtatnunk más, aktuálisabb téma felbukkanása miatt.

Valóban sok mindennel foglalkoztam a kémiában az életem során, ezt általában a gyakorlati igény indokolta. Így volt ez az



„Józan fejvel nem jó nézni, hogy mulatnak mások”  
– éneкли Pavláth Attila Darvas Ferencsel (jobbra)

Egyesült Államok Földművelődésügyi Minisztériumában is: kutatásainkat mindig a társadalmi igény határozta meg, előbb bizonyos mezőgazdasági problémákat vizsgáltam, majd az energia-válság idején a biomassa mint lehetséges üzemanyag, később a gyümölcsök, zöldségek frissességének megőrzése foglalkoztatott. Ezt követően a polietilén helyettesítése biodegradábilis fóliákkal és így tovább.

*Hogy látod ma a kémiát, milyen témák érdeklik ma az embereket a kémiában?*

Nem tudja az ember a mai tudás alapján megállapítani, hogy mi az, amit holnap kutatni kell/érdemes a kémiában. 1895-ben a Francia Tudományos Akadémián tartott felmérés alapján úgy vélték, hogy a lényeges dolgok 95%-át már felfedezték. És mi lett belőle? Ezért nehéz jósolni, de mégis úgy vélem, az agy kutatása,

a brain chemistry mindenképpen a kémia kutatásának centrumában kell álljon. Ott van még a számítástechnika is, annak a kémiai alkalmazása is beláthatatlan. Ahogy 100 évvel ezelőtt a „Space”, most a „Brain” van a középpontban. Mint azt előbb említettem, meg vagyok győződve, hogy az agynak nagyon fontos, eddig még fel nem fedezett képessége lehet a testben lejátszódó biokémiai és biológiai folyamatok befolyásolására. Az agy olyan, mint egy komputer, amihez nem kaptuk még meg a használati utasításokat, de képes olyan dolgokra, amilyeneket csak sci-fi könyvekben találunk, mint például a telepátia. „Nothing is impossible” – ez a fő hajtóerő a tudomány fejlődésében.

*Végül még egy személyes kérdés: mi jelentette a legnagyobb örömet az életedben?*

A legnagyobb öröm az életemben, hogy feleségemmel együtt felneveltünk két gyermeket, akik sikeres és boldog életet élnek Amerikában. Mindketten a Stanford Egyetemen doktoráltak, a fiam fizikus, a lányom farmakológus, és mindkettőjük tudományos munkásságát elismerik. 1956-ban azért hagytam itt Magyarországot, mert nem láttam, hogy ezt biztosítani tudom számukra itthon, ha az akkori rendszer szabja meg a jövőjüket. A tudományban elért eredmények, a publikációk, a könyveim, az elismerések ehhez képest nem számítanak. Sok példát tudunk mindannyian arra, hogy mennyi a szerencsés véletlen, a „serendipity” az elismerések elnyerésében.

*Köszönöm a beszélgetést és a magvas gondolatokat! Olvasóink nevében is kívánok jó egészséget és továbbra is tartalmas, hasznos életet.*

*Pavláth Attila kevésbé hivatalos programok során is élvezte a hazai vendégszeretetet, ennek egyik példája az a fénykép, amelyen vendégünk a Magyar Tudományos Akadémián tartott tudományos ülés estjén a Százéves Étteremben, egy jó vacsora elköltése után baráti társaságban élvezte a magyaros mulatozást.*

**Kiss Tamás**

## A Műegyetem erkélyétől az ACS (Amerikai Kémikusok Egyesülete) elnökségéig

*Részlet Pavláth Attila akadémiai székfoglaló előadásából (2004)*

Az életben semmi sem tökéletes, és a kémia sem kivétel ez alól. Ébereknek kell lennünk, hogy minimalizálhassuk, vagy elkerülhessük a legfőbb nehézségeket. De nem elég védekezni, folyamatosan tájékoztatni kell a közvéleményt a kémia eddigi, lehetséges és jövőbeli jótékony hatású eredményeiről a mindennapi élet számára. Elnöki tevékenységeim közé tartozott a „Kémiai technológia mérföldkövei” című kiállítás megszervezése, amely fontos haladást jelentett ezen az úton. Az elmúlt 125 év kémiájának mindennapjaink átalakulásában játszott szerepét jól összefoglalja ez a tárlat. Nagy sikere volt, de ez még csak a kezdet. Az egész világon hozzáférhetőnek kell lennie könyv alakban, CD-n és az interneten is.

A felnőtt lakosság véleményformálása mellett elengedhetetlen megvizsgálni, hogy az iskolák elegendő ismeretanyagot adnak-e át a felnövekvő nemzedéknek. Ha így teszünk, felnőtté váló gyermekeinket nem tévesztik meg a szenzációvadász főcímelek. Legyenek családanyák, könyvelők, szerelők, ügyvédek vagy akár még politikusok is.

Természetszerűleg időbe fog telni, mire ezek a felvilágosított diákok a felnőtt lakosság részévé válnak. Olyan soká nem várhatunk tétlenül. Szükséges lenne egy „Kémiai Imázsközpont” kialakítása, amely az alábbi célok megvalósítására lenne hivatott:

1. Éberen figyelni a sajtóban a kémia rossz színben való feltüntetésére, és a hibákat kiigazítani. Ez egy országos hálózat segítségével lenne lehetséges, ahol a tagok a helyi híryanagból a jók elterjesztését és a hibásak helyesbítését kapnák feladatul.
2. Figyelemmel kísérni a kémia azon vívmányait, amelyek a mindennapi életre közvetlenül fejthetnének ki jótékony hatást, és el is magyarázni népszerű stílusban, miért előnyös ez a közember számára.
3. Az előbbihez hasonló leírások elkészítése meglévő találmányokról médián keresztüli terjesztésre, főként a rádiót és a televíziót értve ez alatt.
4. Megbízható háttéranyaggal szolgálni felelősséget érző újságírók számára, akik szenzációk helyett valós tények közlésére vállalkoznak.

Megoldják-e ezen törekvések az összes problémát? Vissza tudjuk-e ezzel szorítani a szenzációhajhász és hamis sajtótudósításokat? Nem mindet! De nem várhatunk tökéletes megoldásra. Ez a gondolkodás sokszor zsákutcába terelte a mi szakmánkat. Shakespeare 400 éve ezt írta: „Árulónk a kétség: / Gyógyulásunkat ne fogjuk a sorsra.” Kezünkben tehát a jövő.





# Új és hatékony antivirális gyógyszerekre továbbra is szükség van

Beszélgetés Keserű György Miklós Gábor Dénes- és Széchenyi-díjas akadémikussal

*A koronavírus elleni küzdelemből a magyar kutatók a határon innen és túl bőségesen kivették a részüket. Hosszan tudnánk sorolni a hazai egyetemeket és kutatóintézeteket, az ott dolgozó kutatók neveit, akik jelentősen hozzájárultak ahhoz, hogy a járvány ellen sikerrel mozgósítsuk tudásunkat, energiánkat. Keserű György Miklós akadémikus nevével olvasóik először a favipiravir koronavírus elleni sikeres hazai klinikai alkalmazásával, majd gyógyszer-tári forgalmazása kapcsán ismerkedhettek meg. Akkor már a koronavírus elleni hazai gyógyszer-kutatások egyik irányítója volt. Vele beszélgetek.*

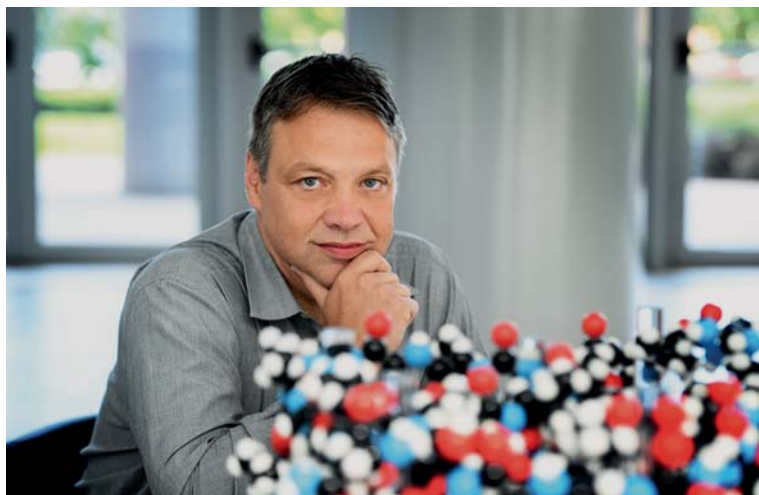
*Hogy érzed magad? A járványhelyzetet tekintve most viharszünet van. Nem valószínű, hogy végleges, de reméljük, hosszú ideig tart. A koronavírus elleni hazai gyógyszerkutatások egyik irányítójaként némi elégedettséggel dőlhetsz hátra. Ha a háborút még nem is, de csatákat sikerrel nyertetek.*

A járványhelyzet a tudományos élet területén szinte példátlan hazai és nemzetközi együttműködéseket hozott. A mi erőfeszítéseinket is ebben a kontextusban érdemes nézni. A globális pandémia megköveteli az összefogást, de cselekedni lokálisan, helyben kell. Egy ilyen helyzetben minden hasznosítható tudásra, infrastruktúrára, emberre szükség van, és bármennyire is hihetetlen, akiben a szándék megvan, az biztosan megtalálja a helyét, tud is segíteni. Azt hiszem, ennek jelentőségét mi viszonylag korán felismertük és a megvalósításhoz nem volt nehéz partnereket találni. Persze ez azzal járt, hogy a laborunk egy napra sem állt le, amiből viszont minden kutatási projektünk profitált. Ráadásul mindezt úgy tudtuk megszervezni, hogy az igazán komoly kockázatot jelentő első négy hullámban mindannyian egészségesek maradtunk.

*Mennyire volt ez a feladat eltérő korábbi kutatásaidtól? Mennyiben jelentett a megbízatás különleges feladatot pályád során? Értem ez alatt a szakmai kihívást, illetve a logisztikai körülményeket.*

A TTK Gyógyszerkémiai Kutatócsoportjaként számunkra nem volt kérdés, hogyan vegyünk részt a Covid-ellenes munkában.

FOTÓ: REVICZKY ZSOLT



Már az első napokban igyekeztünk feltérképezni a szóba jöhető antivirális terápiás lehetőségeket, és végül a pécsi virológus Jakab Ferencsel tettünk javaslatot a favipiravir hazai fejlesztésére. Kémiai szempontból ez a feladat nem különbözött jelentősen a mindennapi tevékenységünkötől, ipari partnereinkkel már eddig is együttműködtünk generikus hatóanyagok szintézisére szolgáló eljárások fejlesztésében. Ezekben a projektekben azonban a mi munkánk a laboratóriumi fejlesztés szintjén véget ért. Jelen esetben viszont az eljárásfejlesztésnek egészen az üzemi léptékig kellett eljutnia, ehhez pedig megfelelő tapasztalatokkal rendelkező partnerekre volt szükség. A feladat megvalósítására az Első Vegyi Industria Zrt., a Richter Nyrt. és a Meditop Kft. részvételével konzorciumot szerveztünk, amelyet az Innovációs és Technológiai Minisztérium támogatott. Megtisztelő volt számomra, hogy lehetőséget kaptam a konzorcium vezetésére, és örömmel töltött el, hogy sok régi és jelenlegi kollégával dolgozhattam együtt. Nem tagadom, hogy a járvány pusztítását érzelve érzelmileg is megérintett a feladat, annál is inkább, mert valaha édesapámnak is a veszélyhelyzeti gyógyszerellátás volt a szakterülete.

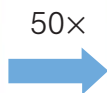
*Összefoglalnád röviden az elért eredményeiteket és a munka folytatását?*

Egy gyógyszerhatóanyag előállítására alkalmas eljárás kidolgozását a laboratóriumban kell kezdeni. Ezt követi a méretnövelés első lépése, ami már nagyobb léptékben és így nagyobb mennyiségben teszi lehetővé a hatóanyag előállítását. Az emberi felhasználásra kerülő gyógyszerhatóanyagot pedig szigorúan ellenőrzött körülmények között, kiterjedt minőség-ellenőrzés és minőségbiztosítás mellett kell előállítani.

A favipiravir-fejlesztés annak ellenére, hogy egy viszonylag egyszerű molekuláról van szó, rendkívül sok kihívással járt. Egyrészt azért, mert a hatóanyag előállítására számos lehetőség kínálkozott, és viszonylag rövid idő alatt kellett megtalálnunk ezek közül a legjobbat. Másrészt a Covid-19 járvány jelentette korlá-



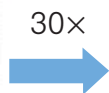
TTK:  
10 g (2020. 04. 06.)



50×



EVI Zrt.:  
500 g (2020. 05. 04.)



30×



Richter NyRt.:  
15 kg (2020. 06. 08.)

A favipiravir előállítására  
alkalmas eljárás  
egy lépésének méretnövelése

tozások miatt az alap- és segédanyagok beszerzése komoly logisztikai kihívást jelent. Ráadásul a minőség-ellenőrzéshez párhuzamosan kell fejleszteni a szükséges analitikai módszereket, amelyek nélkülözhetetlenek a gyártás köztitermekei, illetve a végtermék gyógyszerhatóanyag tisztaságának és megfelelőségének megállapításában. A járvány első hullámának felfutása a rendelkezésre álló erőforrások maximális kihasználását követelte. 2020 áprilisában, mindössze egy hónap alatt jutottunk el a Magyarországon laboratóriumban előállított első favipiravir-tételhez. Májusban már a méretnövelés volt soron, amikor a laboratóriumi eszközökből az EVI Zrt. laboratóriumában félkilós méretben gyártottunk, augusztusban pedig a Richter Nyrt. félüzemében már többkilós tételben tudtunk hatóanyagot gyártani.

Ezáltal a teljes hatóanyag-fejlesztés, ideértve a szükséges analitikai, minőségbiztosítási és gyártási dokumentációt alig több mint fél évet vett igénybe. Figyelembe véve a hasonló feladatokra általában szükséges másfél-két évet, ezt elsősorban a munkatársak és a partnerek áldozatkészségének és példaértékű összefogásának köszönhetjük. A Richter által előállított favipiravir-hatóanyagot a Meditop Gyógyszeripari Kft. egy általuk kifejlesztett, azóta Ipari innovációs díjjal is elismert tabletta formájában szelrelte ki.

*Az olvasót persze az érdekli, mikorra lesz olyan gyógyszer, amellyel sikerrel vehetjük fel a harcot a kialakult fertőzéssel.*

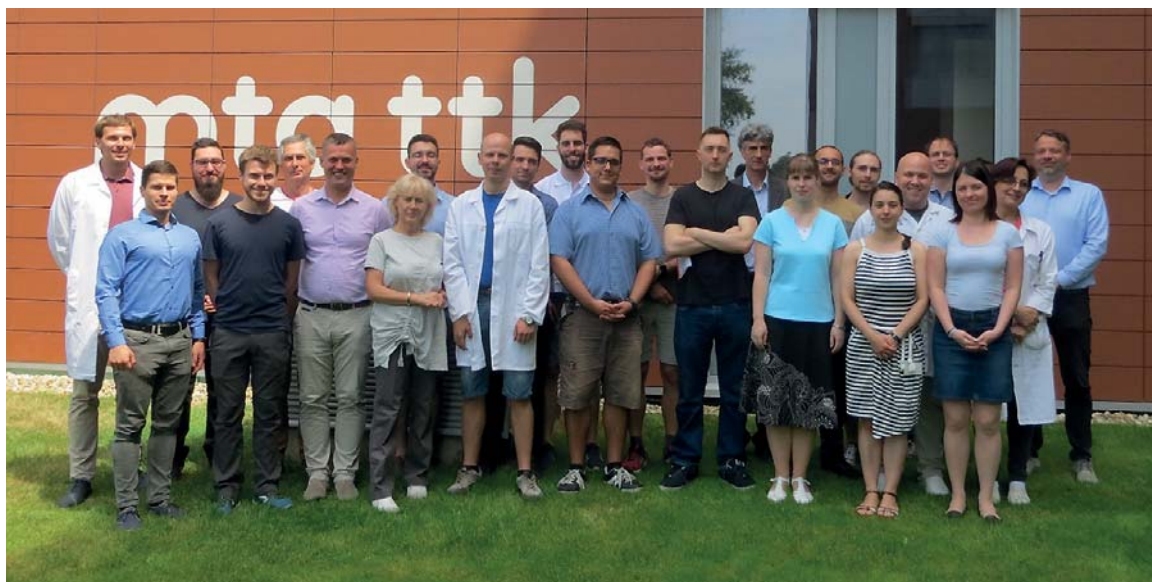
Tavaly december végén kapta meg a vészhelyzeti alkalmazási engedélyt az amerikai Gyógyszer és Élelmiszer-felügyeleti Hatóságtól (US FDA) két, szájon át szedhető vírusellenes gyógyszer, a molnupiravir és a paxlovid. A molnupiravirt eredetileg az amerikai Emory Egyetem kutatói fejlesztették és vizsgálták az influenza és a venezuelai ló-encephalitis vírus kezelésére. A koronavírus-fertőzés elleni alkalmazás lehetőségét előbb a Ridgeback Therapeutics, majd az amerikai Merck (MSD) gyógyszergyár vizsgálta. A molnupiravir a favipiravirral és a remdesivirrel azonos támadáspontú ribonukleozid gyógyszer-előanyag, amely laboratóriumi vizsgálatokban antivirális hatást mutatott számos RNS-vírussal szemben, ilyenek például a SARS-CoV, a MERS-CoV, a SARS-CoV-2, ill. a szezonális és pandémiás influenzavírusok. A gyógyszer a klinikai vizsgálatokban enyhe és közepes súlyos Covid-19 betegek körében szignifikáns módon csökkentette a kórházba kerülés és a halálozás kockázatát. 2021 októberében a Fázis 3 klinikai vizsgálatok közbenső eredményei alapján a Merck vészhelyzeti használatbavételi engedélykérelmet nyújtott be az amerikai hatósághoz újonnan diagnosztizált, magas kockázatú bete-

gek kezelésére. Bár a vizsgálat teljes kiértékelése alapján az eredetileg 50%-os hatékonyság 30%-ra csökkent, az amerikai hatóság 2021 decemberben engedélyezte a gyógyszer vészhelyzeti alkalmazását. Fontos megjegyezni, hogy a molnupiravir a vírus szaporodásában kulcsszerepet játszó egyik fehérje, az RNS-függő RNS-polimeráz enzim működését – a favipiravirhoz hasonlóan – egy hamis genetikai kód beépítésével gátolja, ezért bár a klinikai vizsgálatok alapján a mellékhatások nem voltak számottevőek, az alkalmazás során elővigyázatosságból a terhesség továbbra is kizáró oknak minősül.

A paxlovid ezzel szemben egy másik alapvető virális fehérje, a vírus legfontosabb fehérjebontó enzimjének működését gátolja. Ennek a hatóanyagoknak az előzménye egy 2003-ban, az első SARS-CoV járvány idejében megkezdett projektből származó vegyület, amelynek fejlesztését végül a járvány megfékezésével leállították. Tekintettel arra, hogy a SARS-CoV-1 és 2 esetében a fő proteáz szerkezete gyakorlatilag azonos, a Pfizer kutatói a tapasztalatokat felhasználva alkották meg a paxlovid hatóanyagát. A 2020 júliusában azonosított hatóanyag klinikai vizsgálatát 2021 februárjában kezdték meg egy másik antivirális vegyülettel, a hatóanyag lebomlását gátló ritonavirrel kombinációban. A SARS-CoV-2 fertőzést teszttel igazolták, és az enyhe-közepes tünetek jelentkezését követő legkésőbb 5 napon belül elkezdtek az 5 napig tartó kezelést. Azoknál a betegeknél, akiknek kezelését a tünetek jelentkezése után 3 napon belül elkezdtek, a kórházba kerülés és a halálozás kockázatának 89%-os csökkenését figyelték meg. A molnupiravirhoz hasonlóan súlyos mellékhatásokat a paxlovid-kezelés esetében sem tapasztaltak. Ennek alapján a gyógyszer 2021 decemberében vészhelyzeti felhasználási engedélyt kapott.

Jelenleg mindkét gyógyszert a fokozott kockázatot jelentő társbetegségekben szenvedő betegeknél (cukorbetegség, krónikus szívelégtelenség, krónikus tüdőbetegség stb.) alkalmazzák. Klinikai vizsgálatban mind a molnupiravirt, mind a paxlovidot Magyarországon is elkezdtek alkalmazni, sőt utóbbiból egy közös EU-beszerzés keretei között 50 000 kezelési egységet rendelünk is. A gyógyszerek hatékonysága szempontjából a korai kezelés kiemelt jelentőségű, ezért fontos az olcsó, gyors és pontos Covid-19 tesztek elérhetősége.

A Covid-pandémia eddigi hullámaiban rendelkezésre álló és Magyarországon is alkalmazott antivirális gyógyszerek, a favipiravir és a remdesivir sok betegnek jelentettek segítséget. A korábbiaknál hatékonyabb vírusellenes gyógyszerek elérhetővé válásával új lehetőségek nyílnak. Sajnos azonban még ezeken a



**TTK Gyógyszer-  
kémiai  
Kutatócsoport**  
(fotó: MTA TTK)

gyógyszereken is van mit javítani. A paxlovid-kezelés egyik komponense, a ritonavir, a vírusellenes másik komponens, a nirmatrelvir lebomlását gátolja, ugyanakkor nem alkalmazható együtt számos szív- és érrendszeri, valamint cukorbetegség elleni gyógyszerrel. A molnupiravir pedig hatásmechanizmusa miatt nem adható terhességben. Vagyis a kutatások nem értek véget, új hatékony és biztonságos antivirális gyógyszerekre továbbra is szükség van.

Ezekbe az erőfeszítésekbe kutatócsoportunk is bekapcsolódott. A Barcelonai Egyetemen új gátlószerek számítógépes tervezésével foglalkoztunk, amelyeket az Oxfordi Egyetem Covid Moonshot kutatási programjában teszteltek a vírus és fehérje ellen. Debreceni és pécsi kollégákkal sikerült olyan vegyületeket azonosítani, amelyek egyszerre mutatnak antibakteriális és antivirális hatást: ezek a középsúlyos állapotú betegek kezelésében lehetnek előnyösek. A tervezést a kutatócsoport újonnan kifejlesztett, különleges molekulagyűjteménye is segítette, amelyet az angol Diamond Light Source részecskegyorsítóban működő szerkezetkutató munkacsoport vizsgált. A kutatások eredményeként több ígéretes molekulát találtak, amelyek kiindulópontként szolgáltak a további fejlesztésekhez. Eredményeinket 2020-ban és 2021-ben a tekintélyes *Nature Communications* folyóiratban közzétettük. Munkánk fogadtatását és visszhangját az elmúlt másfél évben érkezett több mint 200 hivatkozás is jelzi.

*Az emberek nehezen tudják elfogadni azt, hogy az ilyen összetett, szervezet elleni támadásokkal szemben a tudomány nem tud egyik napról a másikra, ha egyáltalán képes lesz erre valamikor, általánosan ható ellenszert felmutatni. Ez a vírus-, oltás-, gyógyszer-... szkeptikusok táborát erősíti.*

A 2019 őszén kirobbant SARS-CoV-2 koronavírus-járvány már csaknem három éve van velünk. Ennyi idő alatt nemcsak a szakemberek, de a média képviselői és a laikus véleményvezérek számára is nyilvánvalóvá vált, hogy a világjárvány megfékezése nem néhány gyors csatát, hanem elhúzódó, hosszú háborút jelent. A tudomány nélkül pedig szinte sehol sem tartanánk. A példátlanul gyorsan kifejlesztett és az elmúlt egy évben egyre szélesebb körben elérhető védőoltások jelentős előrelépést hoztak a járvány elleni küzdelemben. Azonban a védőoltások önmagukban nem feltétlenül elegendők a pandémia kezeléséhez. Ennek oka a legtöbb országban 65–70%-os oltottságnál húzódó plató, az oltottak lehetséges megfertőződése és akár tünetek nélküli terjesztővé vá-

lása, továbbá a védettség korlátozott időtartama. Ezért is van szükség az antivirális gyógyszerekre. E tekintetben a tudomány előbb a meglévő szerek újrapozicionálásával (remdesivir, favipiravir), majd a korábban már azonosított gyógyszerjelöltek további fejlesztésével (paxlovid, molnupiravir) tudott a leggyorsabb választ adni. A tudomány tehát tette a dolgát, és a nemzetközi összefogásnak köszönhetően a kutatások és fejlesztések jelentőségét a megmentett emberi életek millióiban kell látnunk. Bár az igazán veszélyes hullámokon talán már túl vagyunk, a vírus a mai napig jelen van, és továbbra is megbetegedéseket okoz. A tudományunk köszönhető oltásokra és új gyógyszerekre ezért a jövőben is nagy szükségünk lehet.

*Egyetemi környezetben is folytatod a kutatásokat, a kutatócsoportban szép számmal dolgoznak doktoranduszhallgatók. Mennyiben van alkalmad az oktatásban is megosztani tapasztalataidat?*

Csaknem 20 év gyógyszeripari munka után döntöttem az akadémiai kutatások mellett, amiben az is nagy szerepet játszott, hogy a megszerzett tudást és tapasztalatokat szerettem volna átadni. Bár munkahelyi vezetőimnek köszönhetően az egyetemi oktatást az iparban sem kellett feladnom, sőt vezetésemmel ez idő alatt több PhD-dolgozat is született, az egyetemi, kutatóintézeti közeg lényegesen több lehetőséget ad a hallgatókkal való találkozáshoz. Természetesen továbbra is oktatok a Gyógyszertervezést a Műegyetemen, sőt az utóbbi időben már a Gyógyszerkémia tárgyban is szerepet vállaltam. Munkatársaimmal együtt büszkék vagyunk arra, hogy laborunkban jelenleg is csaknem 20 hallgató dolgozik. A gyógyszerkémia iránt érdeklődő és elkötelezett hallgatók kivételes lehetőségeket teremtenek a csoport kutatási és fejlesztési programjainak megvalósításában is.

A közelmúltban három egyetem, a Műegyetem, az ELTE és a Pécsi Tudományegyetem, valamint három kutatóintézet, a TTK, az SZBK és a KOKI részvételével megalakíthattuk a Nemzeti Gyógyszerkutató és Fejlesztési Laboratóriumot. A Nemzeti Laboratórium a preklinikai és klinikai gyógyszerkutatás és -fejlesztés területén közvetlen elérést biztosít az ipari partnerek számára Magyarország egyik legnagyobb orvosbiológiai kutatói és technológiai fejlesztői közösségéhez. A konzorciumi tagok számára együttműködési és támogatási lehetőségeket kínál gyógyszerkutatói és fejlesztési projektjeik megvalósításához, és természetesen hozzájárul a képzéshez és az utánpótlásneveléshez.



A másik nagy terület, amellyel szerintem egy tudománnyal foglalkozónak kötelessége időt szánni, a szakmai ismeretterjesztés. Nagyon sokat tettél és teszel ezen a téren. Folyamatosan találkozhattak olvasóink is az elmúlt évben lapunk hasábjain a cikkekkel, ahol beszámoltatok munkáitok eredményeiről, ezzel is próbálva a víruszkeptikusok, oltásellenesek népes táborának hatását gyengíteni, számukra pedig némi megvilágosodást nyújtani.

A járvány kezdetétől fogva kiemelt jelentőséggel kezeltük a szakmai ismeretterjesztést. A körülmények legtöbbször az online térbe kényszerítettek, de 2020-as és 2021-es Magyar Tudomány Ünnepeén is nyilvános előadást tartottam. Rendszeresen együttműködtünk a média munkatársaival, tevékenységünkről az mta.hu és az Eötvös Loránd Kutatási Hálózat honlapja is több alkalommal beszámolt. A Jakab Ferenc vezette pécsi Virologia és a szegedi Röst Gergely vezette kutatócsoport sokat tett a hiteles tájékoztatásért. A lakossági tájékoztatás hatékonysága és az ebbe vetett bizalom mellett az oltatlanok nemzetközi szinten is viszonylag magas, általában 20–30% körüli aránya mögött szociológiai és pszichológiai tényezők húzódnak meg. Ezért a közösségi médiában járványszerűen terjedő álhírek, a tényleges szakértelemmel nem rendelkező önkéntesek által készített és terjesztett álelmzések, valamint a nyilvánvalóan tudományos kérdések politikai interpretációja egyaránt felelőssé tehető. A pszichológiai tényezők között érdemes megemlíteni, hogy a médiában leginkább elterjedt anekdotikus bizonyítékok és cáfolatok aláássák a természetes veszélyérzetet, és a tájékozottság hamis érzetét kelteik. Ezért az oltási kampányok hatékonyságát a legtöbb országban 65–70% oltottságnál húzódo plató felett még tudományos megállapításokon alapuló intenzív és transzparens tájékoztatás esetében is nehéz tovább javítani. Emiatt a védekezésben minden lehetséges eszközt, így a maszkot, a fertőtlenítést, az oltást és a gyógyszereket is fel kell használni. Nekünk, kutatóknak az a felelősségünk, hogy erre a lehető legszelesebb körben hívjuk fel a közvélemény figyelmét.

2019-ben az MTA a tagjai sorába választott. A tudós testület ma is a magyar tudomány elitjét képviseli. Tagjának lenni nagy megtiszteltetés, hazánkban és külföldön is presztízst jelent. Úgy tűnik, az MTA-val szembeni elvárások az utóbbi időben sem csökkentek, de mintha egy kicsit megroppant volna a tekintélye. Te hogy látod ezt?

Az elmúlt évek csatározásai, a kutatóintézet-hálózat körül kialakult helyzet valóban nem tettek jót. Ugyanakkor az MTA 192., rendkívüli közgyűlése 2019-ben csaknem egyhangúan fogadta el az Akadémia megújult küldetését, amely több pontban is utal az MTA tudományos és társadalmi szerepvállalására. Eszerint az MTA a nemzet tanácsadója, amely ebben a minőségében közvetíti a tudományos kutatások eredményeit a társadalom számára. Azt hiszem, jó példa erre az Akadémia a Covid-járványban vállalt szerepe. Az ország számos fontos kérdésben, így az oktatás, az egészségügy és a környezeti fenntarthatóság területén is számíthat az MTA szakembereire, a köztestület 17 000 tagjára.

*Kérdezhetlek a családról? Mivel töltöd a szabadidődet, amikor a munka mellől el tudsz szabadulni, hogy a kedvtelésednek élhess?*

Három gyermekem közül egy már végzett pszichológus, ő Londonban él. Testvérei közül az idősebb most fejezi be az ELTE hebraisztika szakát, a legkisebb pedig még egyetemi tanulmányait végzi. Gyerekkorukban sokat kirándultunk, túráztunk együtt, ez a mai napig megmaradt. A túrázásban a családtagokkal, barátokkal a közös időtöltés mellett a kihívásokat is keresem, így a Kéktúra mellett a teljesítménytúrázás és a magashegyi túrákat is kedvelem. Bízom abban, hogy a járvány jelentette kockázatok csökkentével a közeljövőben a nagyobb hegyek közé is eljuthatunk.

*Köszönöm a beszélgetést. Olvasóink nevében is kívánom, hogy még sok gyógyszerfejlesztési kutatásban érjete el sikereket, éljete át a felfedezés örömét és öregbítete a hazai gyógyszerkutatás hírnevét! A hegyek között is vannak még meghódítható csúcsok, és a Kéktúra teljesítete sem semmi.*

**Kiss Tamás**

## Gyógyszertervezés részecskegyorsító bevonásával

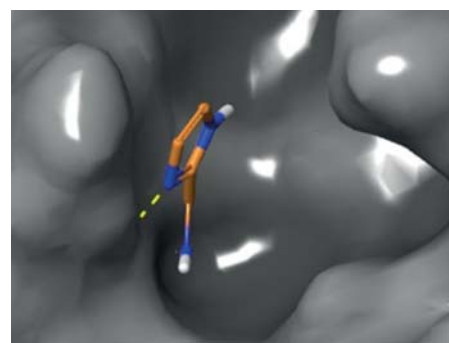
Ismeretterjesztés 2020-ban az MTA honlapján

A Természetudományi Kutatóközpont Gyógyszerkémiai Kutatócsoportja is részt vesz abban a kutatási programban, amely az Oxfordi Egyetem, az angliai Diamond részecskegyorsító és az izraeli Weizmann Intézet kutatócsoportjának együttműködésében a SARS-CoV-2 koronavírus fehérjéit gátolva kíván új lehetőségeket találni a Covid-19 fertőzés kezelésére.

A kutatások az AIDS-vírus elleni gyógyszerek kifejlesztése során már sikerrel alkalmazott, szerkezetalapú gyógyszertervezés szerint indultak el, amelynek során elsőként meg kellett határozni a célfehérje 3 dimenziós szerkezetét. Bár az első fehérjeszerkezetet német kutatók közölték április 24-én a *Science*-ben, a magyar kutatók részvételével működő nemzetközi konzorcium ekkor már javában dolgozott a reményteli új molekulák azonosításán. Erre a célra a kutatók egy új, hatékony eljárást dolgoztak ki, amely a molekuláris LEGO-konceptión alapul, és a fehérjéhez kötődő egyszerű molekuláris építőelemek hatékony felismerését teszi lehetővé.

A megoldás egyik lényeges eleme, hogy a magyar kutatócsoport által tervezett fragmentek nemcsak megtalálják a fehérje alkalmas üregeit, hanem ott reakcióba is lépnek a fehérjével, így beleszállnak a zsebeibe. Ezek a molekulák olyan erős és tartós kölcsönhatást alakítanak ki, amely megakadályozza a gyógyszermolekula távozását a kötőhelyről, és így a gátlás állandósul. A magyar, angol és izraeli kutatók által kifej-

lesztett molekulakészleteket az angol Diamond részecskegyorsítóban vizsgálták. A fehérje kristályait külön-külön 1250 különböző fragmentens oldatába áztatták, majd röntgendiffrakciós módszerrel meghatározták, hogy a fehérjéhez kötődő 74 fragmentens hogyan helyezkedik el a proteáz kötőzsebében.



**Fehérjéhez kötött fragmentens a koronavírus fő proteázának zsebében**

Az új eljárásnak és a részecskegyorsítóknak köszönhetően a méréseket kevesebb mint egy hónap alatt sikerült elvégezni. A vizsgálatok alapján a tesztelt magyar fejlesztésű reaktív fragmentens közül több is hatékonyan bizonyult, amelyek ígéretes kiindulópontul szolgálhatnak, és ezáltal hozzájárulhatnak új, Covid elleni terápiák kifejlesztéséhez. A magyar építőelemek különlegessége, hogy további referenciafehérjék működését nem gátolják, így a mellékhatások lehetősége tovább csökken.



Deák Péter<sup>1</sup> – Vörös Attila<sup>2</sup> – Mizsey Péter<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> BME Kémiai és Környezeti Folyamatmérnöki Tanszék – <sup>2</sup> EUROAPI Hungary Kft. – <sup>3</sup> Miskolci Egyetem, Kémiai Intézet Mizsey Péter | mizsey@edu.bme.hu

# Folyamatos áramlású reaktorok és folyamatos gyártások a gyógyszeriparban I.

## Elméleti áttekintés

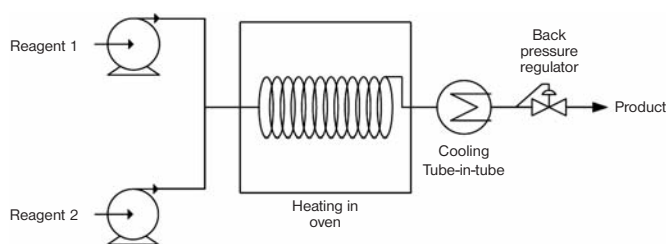
Háromrészes cikksorozatunk a kémia egy viszonylag új innovációjával foglalkozik, melynek alkalmazása teljesen átírhatja/átírja a kutatás és a vegyipari alkalmazások, jellemzően a gyógyszeripari alkalmazások területét és további új fejlesztési lehetőségeket nyit mind a kutatás, mind a technológiák területén.

Az „áramlásos kémia” (flow chemistry) számtalan új lehetőséget nyit a kémia területén. Forradalmasíthatja a vegyipar egyes ágazatait és új lehetőségeket is nyithat. A vegyipari és rokon ágazatokban kialakultak a hagyományosan szakaszos és folyamatos technológiákat alkalmazó iparágak, melyeket jellemzően a termelési mennyiség, és azok az iparágak, melyeket jellemzően a termelési mennyiség és az iparágak specifikus volta dönt el [1a]. Az áramlásos kémia azonban átalakíthatja ezeket a szokásokat.

Azt látjuk, hogy a hagyományosan szakaszos iparágak, például a gyógyszeripar, az elmúlt évtizedekben szintén átalakulnak. Ennek több oka is van. A gyógyszeriparban is elvárás olyan környezetbarát technológiák alkalmazása, melyek biztonságosak, illetve használatukkal kevesebb melléktermék keletkezik, mint a korábbi technológiákban, ugyanakkor a gazdaságosság is fontos szempont lett. Napjainkra ugyanis – az egyre növekvő költségek miatt – a kívánt molekulák gyorsabb és költséghatékonyabb előállítására egyre jelentősebb.

Az áramlásos kémia gyakorlati megvalósulása mikroreaktorok megjelenésével vált lehetővé, ugyanis kis mennyiségek gyártása is gazdaságosabbá és biztonságosabbá tehető. A gazdasági okokon felül jogszabályi igények is felmerültek. A biztonság és a minőség jegyében a gyógyszerhatóanyagok és -készítmények gyártása igen szigorúan szabályozott a világ minden országában. Ezek a szabályozások pedig okvetlenül változtatásra szorulnak, mert a folyamatos technológiák nem elégítik ki a szakaszos technológiák ellenőrzésére és szabályozására készített jogszabályi kereteket.

Ezt felismerve 2012 óta a világ legnagyobb gyógyszerpiacának felügyelője, az amerikai FDA kifejezetten támogatja a folyamatos technológiák (1. ábra) széles körű alkalmazásának elterjedését. Janet Woodcock vezető FDA-tisztviselő már 2011-ben egyértelműen a jövő útjaként nyilatkozott a folyamatos technológiákról: „[...] in the next 25 years as current manufacturing practices are abandoned in favor of cleaner, flexible, more efficient continuous manufacturing.” [1b, 2]

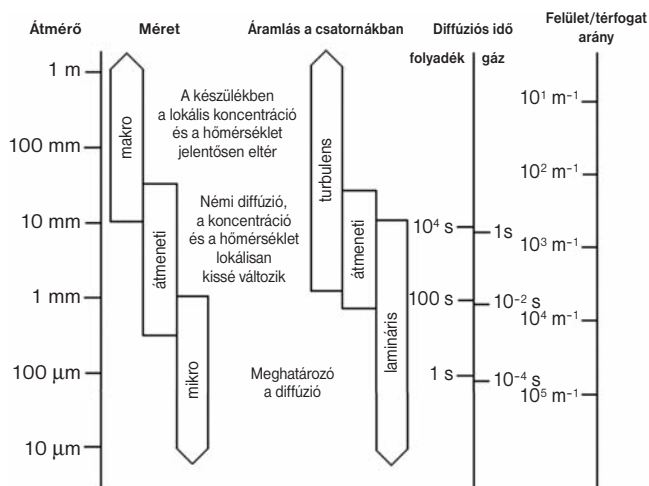


1. ábra. Folyamatos áramlású reaktor vázlatja gyógyszeripari gyártáshoz [2]

## A mikroreaktorok tulajdonságai

Az áramlásos kémiában leggyakrabban az egy milliméteres és ettől még kisebb belső átmérőjű csőreaktorokat nevezik mikroreaktoroknak. Az ilyen vékony csatornáknál az áramlás lamináris, ami mellett az anyagátadásban a diffúzió játszik jellemző szerepet.

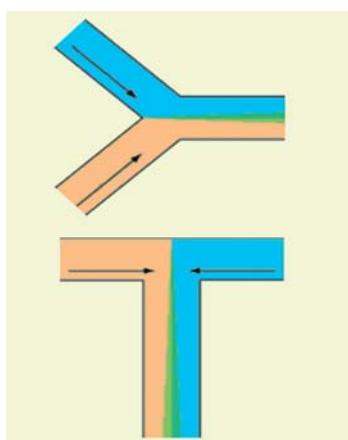
2. ábra. A reaktorméreték összehasonlítása [3]





Az átmérő csökkentésével – főképp egy milliméter alatt – a felület-térfogat arány igen jelentős mértékben növekszik, a hőátbocsátás is javul. A homogén, izoterm hőmérsékleteloszlás-profil kedvez a nemkívánatos mellékreakciók elkerülésének (2. ábra). Ennek különös jelentősége van a reakcióvezetés szempontjából is.

A kis belső átmérő, a vonalvezetés esetleges szisztematikus irányváltoztatásai és a folyadék csőfállal érintkező felülete gyors és hatékony keveredést tesz lehetővé, akár mikroszekundumok alatt is; ezzel – és a hőcserére alkalmas nagy fajlagos felülettel együtt – elkerüli a lokális túlemelegedéseket. Ezt a keveredést segíthetik a megfelelő geometriájú, leggyakrabban „Y”, illetve „T” alakú statikus keverők (3. ábra).

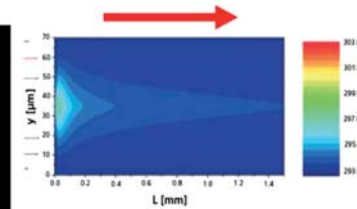
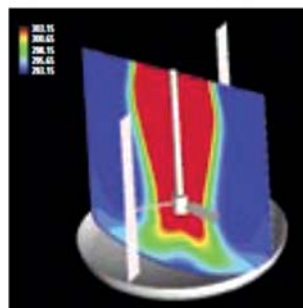
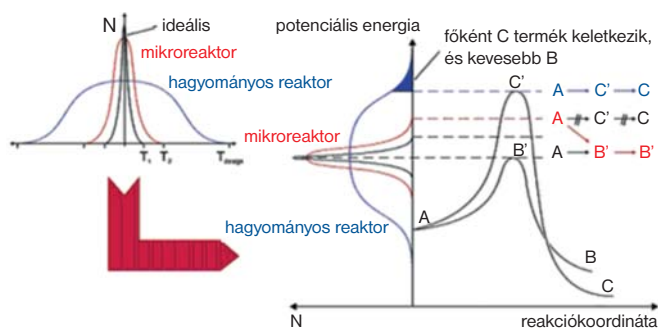


3. ábra. „Y” és „T” alakú statikus keverők [4]

A folyadék-halmazállapotú reakcióelegy longitudinális áramlását leggyakrabban hidrodinamikus módon valósítják meg, a folyadék a belépő oldalon alkalmazott nyomás hatására áramlik. Ez esetben a folyadék áramlása a reaktor falának környezetében kissé lelassul, az áramlási front parabolikus. Az áramláshoz szükséges nyomást gyakran dugattyús HPLC-pumpák biztosítják, melyek munkája nem tökéletesen pulzálásmentes, főképp alacsony áramlási sebességek alkalmazása mellett – ilyenkor fecskendő-pumpák használata célszerűbb.

Poláris oldószerek – gyakran víz, metanol, acetonitril, *N,N*-dimetil-formamid, tetrahidrofuran – esetében lehetőség van elektrokinetikus áramlás alkalmazására is. Ekkor a reaktor két vége között kialakított potenciálkülönbség okozza a töltött részecskék mozgását; valamint a konstans töltéssel bíró reaktorfal és az elektromos térerősség együtt hozza létre az ún. elektroosztatikus áramlást (a kapilláris elektroforézishez hasonlóan), amely az oldószert pulzálásmentes és közel egyenletes sebességprofilját eredményezi alacsony áramlási sebesség mellett is.

4. ábra. A mikroreaktor és a kevert tartály reaktor hőmérsékleteloszlása, a kívánt és a nemkívánt reakció lefolyását szemlélítelve (a példában a kívánt termék kinetikailag kontrollált reakcióban keletkezik) [3]



5. ábra. Hőmérséklet-eloszlás sósav és nátrium-hidroxid reakciója során 5 m<sup>3</sup>-es kevert tartályban, illetve mikroreaktorban [3]

A mikroreaktorok széles hőmérsékleti tartományban használhatóak, leggyakrabban (– 89) – (+ 350) °C között (4–5. ábra). Magas nyomás is könnyebben valósítható meg mikroreaktorokban, mint tartályreaktorokban, ráadásul nincs szükség nagyméretű nyomásálló tartályokra és azok kiegészítő védelmi berendezéseire (lefúvatószelepek, hasadótárcsák, vészhűtőkörök).

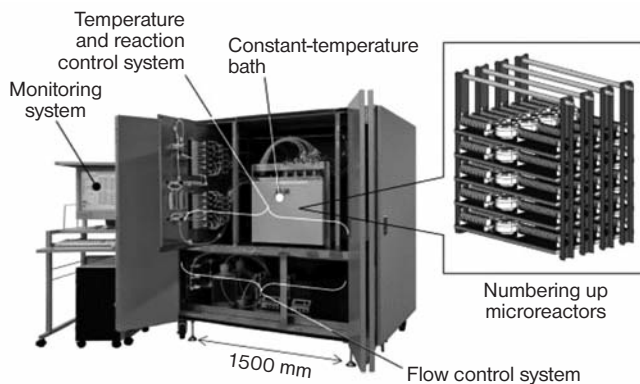
A reakciók méretnövelése biztonságosabb az áramlásos technológia alkalmazása esetében, mint duplikátorokban. Ennek oka a sokkal nagyobb fajlagos felület révén a jobb hőátbocsátás és az egyszerre jelen lévő veszélyes anyagok, reaktánsok, oldószerek, kisebb mennyisége.

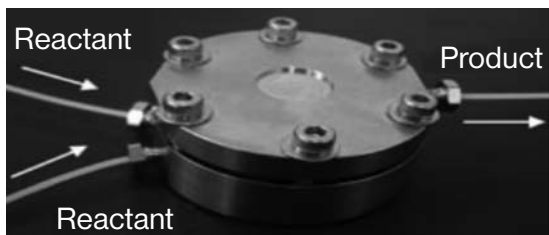
A mikroreaktorok esetében ez az előny egyszerre jelent hátrányt is: kisebb termelési volument. Az ipari alkalmazások esetében ezt több reaktor soros és vagy párhuzamos kapcsolásával változtathatják (external numbering up), de ez a beruházási költségek növekedésével jár. Az esetleges magas beruházási költségek mellett még fontos az az ipari szempont is, hogy sok meglévő gyártást már jól kidolgozott és kiismert szakaszos technológiával végeznek, amit nem alakítanak már át. Ezért a mikroreaktorok alkalmazása elsősorban „zöld mezős” beruházásoknál jöhet szóba.

A reakciókörülmények (pl. nyomás, hőmérséklet, áramlási sebesség és ezáltal a tartózkodási idő, belépő oldatok koncentrációi stb.) változtatása könnyen kivitelezhető folyamatos technológia esetén, így egy kísérleti terv – esetleg számítógépes vezérléssel – sokkal időtakarékosabban hajtható végre, mint szakaszos reaktorokban; ráadásul az optimált körülményeket a méretnöveléshez nem kell újra kimérni, csak a párhuzamosan kapcsolt reaktorokat azonos módon kell beállítani.

A 6–7. ábra egy japán fejlesztésű és gyártott mikroreaktor mutat be.

6. ábra. Húsz párhuzamosan kapcsolt mikroreaktorból álló kísérleti készülék fenol nitrálásához; Hitachi, Ltd., Mechanical Engineering Research Laboratory, Japán, 2007 [4]





7. ábra. Egy mikroreaktor a 6. ábrán látható készülékből [4]

Mindezt valós idejű Process Analytical Technology, PAT-vel, [5] on- és inline spektroszkópiai analitikai eljárásokkal lehet nyomon követni, leggyakrabban UV-VIS, ATR-FTNIR, ATR-FTIR, Raman és NMR (8. ábra). Megfelelő szoftverek és analitikai módszerek segítségével a teljes reakcióoptimalás automatizálható, így költsége, ideje csökkenthető.



Gyémánt ATR feltét egy optikai szállal csatlakoztatható szonda végén

8. ábra. Bruker MATRIX-MF FT-IR spektroszkóp optikai szállal csatlakozó atr szondával [6]

A 1. táblázatban összefoglaltuk a mikroreaktorok alkalmazásának főbb előnyeit és hátrányait.

Előnyök	Hátrányok
<ul style="list-style-type: none"> <li>• kis belső átmérő (<math>d_i \leq 1</math> mm)               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ gyors és hatékony keveredés</li> <li>◦ nagy fajlagos felület                   <ul style="list-style-type: none"> <li>■ gyors hőcsere</li> <li>■ homogén, izoterm körülmények</li> </ul> </li> <li>◦ lamináris áramlás</li> <li>◦ kis belső térfogat                   <ul style="list-style-type: none"> <li>■ kisebb anyagmennyiségek                       <ul style="list-style-type: none"> <li>◆ kevesebb vegyszer egyszerre a reaktorban, nagyobb biztonság</li> <li>◆ kevesebb energiafelhasználás</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• könnyen kivitelezhetőek másodpercnél rövidebb tartózkodási idővel gyors, <i>flash reakciók</i></li> <li>• reakciókörülmények pillanatszerűen változtathatóak</li> <li>• gyorsabb és akár automatizált kísérletterv-végrehajtás, reakcióoptimalás               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ egyszerű, gyors és biztonságos méretnövelés                   <ul style="list-style-type: none"> <li>■ kevesebb hulladék, zöld(ebb) kémia</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• széles hőmérsékleti működési tartomány</li> <li>• magas nyomáson is alkalmazhatóak</li> <li>• már nagyon sokféle gyártó termékei elérhetőek</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• a bevezetendő oldatoknak homogéneknek kell lenniük               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ a bennük lévő szemcsék tönkretelhetnek a pumpákat: az oldatokat, oldószereket szűrni kell</li> </ul> </li> <li>• a reakcióelegynek homogénnek kell lennie, nem történhet anyagkiválás sem               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ a mikroreaktor dugulásához vezet</li> </ul> </li> <li>• a beruházás ára nagyobb, mint a hagyományos technológia reaktorainak               <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ a mikroreaktor ára keverőelemekkel, pumpákkal, szelepekkel, áramlásszabályozókkal együtt jóval drágább, mint egy kevert tankreaktornak</li> <li>◦ méretnövelés során a költségek lineárisan nőnek ellentétben a hagyományos technológiákkal, ahol a duplikátor méretének növelése nincs ekkora hatással az ár növekedésére</li> </ul> </li> </ul>

1. táblázat. A mikroreaktorok alkalmazásának előnyei és hátrányai [3]

A 2. táblázatban néhány alkalmazást mutatunk be a mikroreaktorokra.

Reakciótípus	A reaktor anyaga
Heck-reakció	poli(metil-metakrilát)
Suzuki-reakció, nitrálás, enol- és enaminképzés, diazokapcsolás, fázistranszfer-katalízis	üveg
Kumada-kapcsolás	polipropilén
Click	réz
Friedel-Crafts-alkilezés	fém
fluorozás	nikkel, réz, szilikon, Pyrex-üveg
hidrogénezés, ozonolízis, amino-karbonilezés	szilikon
oxidáció	alumínium
fotokémiai reakciók	szilikon, kvarcüveg, üveg
fotocianálás	polimer
dehidratálás, észterképzés	üveg, poli(dimetil-sziloxán)

2. táblázat. Néhány mikroreaktorban megvalósított reakciótípus és az alkalmazott szerkezeti anyagok [3]

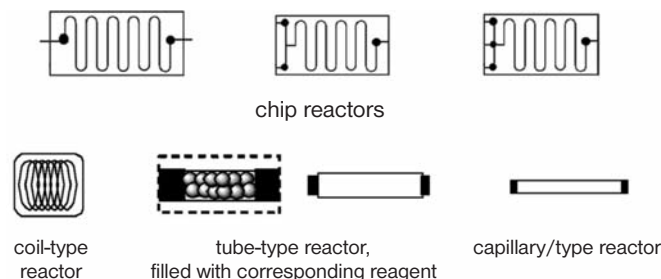


## A mikroreaktorok főbb típusai

A jelenlegi főbb mikroreaktor-típusok:

1. Kapilláris (cső)reaktor – capillary tube reactor
2. Feltekerített reaktor – coiled tube reactor
3. Töltött reaktor – filled tube reactor
4. Chip-reaktor – chip reactor

A továbbiakban bemutatjuk ezeket a reaktorokat. Grafikus szimbólumaik a **9. ábrán** láthatók.

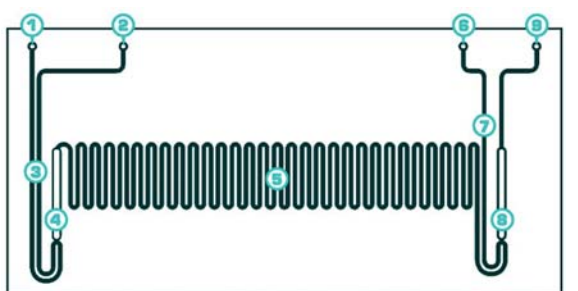


9. ábra. Különböző mikroreaktorok grafikus szimbólumai (7)

A kereskedelmi forgalomban kapható, előre gyártott mikroreaktorok legjelentősebb része a chip- (vagy másképp: plate designed) vagy a töltött reaktorok közé sorolható – ugyanis az egyszerűbb, kapillárisokból feltekerített reaktorokat nem ritkán a kutatók gyakran egyedileg készítik vagy készíttetik el, speciálisan saját kísérleteikhez tervezve.

A legjelentősebb mikroreaktor-gyártók a német Chemtrix (plate designed reaktorok milligramm–tonna skálán üvegből vagy SiC-ből, **10. ábra**); az amerikai Corning (plate designed üveg reaktorok, **11. ábra**); a svájci Lonza (fémből készült cGMP reaktorokat gyárt); a svéd Alfa Laval (fém plate designed reaktorokat gyártott, de ezek ma már nem szerepelnek a kínálatában, **12. ábra**); a német Ehrfeld (lapra szerelt, moduláris mikroreaktor-rendszere-

10. ábra. A Chemtrix Labtrix üveg mikroreaktorjának sematikus rajza és fényképe a termosztáló interface készülékkel [8]



- |                            |                      |                           |
|----------------------------|----------------------|---------------------------|
| 1 Reactant A input         | 4 SOR mixer, A&B mix | 7 Quench pre-heating      |
| 2 Reactant B input         | 5 Residence time     | 8 SOR mixer, quench mixes |
| 3 Reactant A&B pre-heating | 6 Quench input       | 9 Product input           |



11. ábra. A Corning készüléke, üveg plate designed reaktorokkal [9]



12. ábra. Az Alfa Laval PR37 egy reaktor-tesztel [3]



13. ábra. Ehrfeld-reaktor [3]



14. ábra. Egy ThalesNano töltött oszlop [10]

rek auszternitites rozsdamentes acélból vagy Hastelloyból, **13. ábra**); az angol Syrris (komplett készletek, üveg-, töltött és feltekerített reaktor is található benne); az UniQsis (feltekerített reaktorok: perfluoropolimer, saválló acél, Hastelloy); az olasz Milestone és az amerikai CEM (mindkettő mikrohullámú áramlásos reaktorairól híres); és a magyar ThalesNano (töltött csőreaktorok, fotokémiai reaktorok, **14. ábra**). [3], [9]

Természetesen a felsorolt gyártók komplett rendszereket is eladásra kínálnak (pumpák, vezetékek, csapok stb.), melyek nemcsak számítógép-vezérléssel, de akár valamilyen automatikus analitikai eljárással is kapcsolhatók.

### IRODALOM

- [1a] Douglas, J. M., Conceptual chemical process design. Mc-Graw Hill Book Co., 1989.
- [1b] Részlet Dr. J. Woodcock, Director of the Center for Drug Evaluation and Research, FDA-előadásából, XXV. AAPS-találkozó, 2011. október. In: G. Subramanian (ed.), Continuous Biomanufacturing, Wiley, 2017, 514.
- [2] Nagy Z., A. El Hagrasy, J. Litster (eds), Continuous Pharmaceutical Processing, Springer, 2020, fig. 2.1.
- [3] Vörös A., Szerves kémiai reakciók megvalósíthatóságának vizsgálata folyamatos reaktorokban. Doktori értekezés, BME KKFT, 2014.
- [4] V. Hessel (ed.), Micro Process Engineering III, System, Process and Plant Engineering, Cap. XI: S. Togashi Development and Scale-up of a Microreactor Pilot Plant Using the Concept of Numbering-up, Wiley, 2009, 255–261. fig. 11.1., 11.6.
- [5] PAT – process analytical technology, vö. FDA Guidance for Industry PAT, 2004.
- [6] A Bruker cég honlapjáról.
- [7] T. N. Glasnov, C. O. Kappe, J. Heterocyclic Chem. (2011) 48/1, 11–30.
- [8] A Chemtrix honlapjairól.
- [9] D. M. Roberge et al., Org. Process Res. Dev. (2008) 12/5, 905–910.
- [10] <https://thalesnano.com/>

# Nanorészecskék ezüstből és aranyból – „Lendületes” kutatások Szegeden

Beszélgetés Csapó Edittel, a Szegedi Tudományegyetem MTA–SZTE Lendület Nemesfém Nanoszerkezetek Kutatócsoport vezetőjével

*Mi a csoport kutatásának témája, milyen aktuális tudományos kérdéshez kapcsolódik ez?*

Nemesfém-tartalmú nanoszerkezetű anyagok kutatásával foglalkozunk immár több mint 10 éve. A kezdeti években a klasszikus kolloidális arany és ezüst nanorészecskék alkalmazásával tanulmányoztuk, hogy a különféle biomolekulákkal kiváltott, szelektív felületmódosítás és annak mértéke milyen hatást gyakorol a részecskék kinetikai stabilitására és hogyan módosítja optikai sajátságait. Kidolgoztuk több kétfémes ötvözet-nanorészecske vizes közegű előállítási protokollját is, és értelmeztük a részecskék összetételének és szerkezetének az egyedi optikai tulajdonságokra gyakorolt hatását. Katalitikus hatásuk tanulmányozása során optimalizáltuk több kétfémes nanorészecske előállítási protokollját is annak érdekében, hogy a légköri szén-dioxidot célzott termékekkel alakíthassuk át. Egy önálló kutatócsoport vezetőjeként 2015 óta egyre intenzívebben foglalkozom fluoreszcens tulajdonsággal rendelkező nemesfém klaszterekkel. PhD-hallga-

tómmal együtt kezdtük el kidolgozni ezeknek az akár szubnanométer átmérőjű objektumoknak a zöld kémiai előállítási módszereit. Az előállított nanoszerkezetű anyagokat szenzorikai és orvosi biológiai területeken kísérjük meg felhasználni. Emellett fő kutatási tevékenységünket 2017 óta gyógyszerészeti irányú téma is szélesíti, ahol változatos összetételű kolloidális gyógyszerhatóanyag-hordozó részecskéket tervezünk biokompatibilis polimerek, szérumfehérjék és amfipatikus molekulák önszerveződő sajátságát kiaknázva.

*Hogyan jutott el ehhez a témához, melyek voltak tudományos fejlődésének fontosabb állomásai?*

2010-ben szereztem kémia PhD-fokozatot a Debreceni Egyetemen, Farkas Etelka témavezetése mellett, majd posztdoktori ösztöndíjként kezdtem dolgozni az SZTE Orvosi Vegytani Intézetében működő MTA–SZTE Szupramolekuláris és Nanoszerkezetű Anyagok Kutatócsoportban, amelyet ekkor Dékány Imre akadémikus vezetett. A csoporthoz történő csatlakozásom idejében vált egyre



FOTÓ: BOBKÓ ANNA/SZTESAJTÓ



#### A kutatócsoport

meghatározóbbá a nemesfém kolloidok előállításával és azok szerkezetfüggő optikai tulajdonságainak tanulmányozásával foglalkozó kutatás. Akkor ez a kutatási irány nagyon megtetszett, mert hazai viszonylatban újszerű volt, és doktori munkám során szerzett tapasztalataimat sikerült kamatoztatni a számomra új területen is. Csoportvezetőnk nyugdíjazása után az a megtiszteltetés ért, hogy a kutatási program koordinálása az én feladatom lett. Újdonsült vezetőként 2017-ben egy folyamatban lévő OTKA-pályázat irányítása mellett további három GINOP-2.3.2 kutatási program alprogramvezetői feladatait is elvállaltam, ami kiváló lehetőséget adott egy teljesen önálló kutatócsoport megalakítására és új kutatási témák indítására. Munkánk eredményeként 2019-ben újabb OTKA-pályázatot sikerült elnyerni és azt egy kiváló kutatói csapattal elindítani. Folyamatosan újabb és újabb alap- és mesterszakos hallgatókkal gyarapodtunk, végzett hallgatóink közül hárman is felvételt nyertek a Kémia Doktori Iskolába, több munkatásam is jutott saját pályázati forráshoz. Svájcból hazatért kedves kollégám, Szilágyi István és a férjem biztatására nyújtottam be 2021 tavaszán a Lendület-pályázatom. A pozitív döntés révén 2021. november 1-től megalakíthattam MTA–SZTE Lendület Nemesfém Nanoszerkezetek Kutatócsoportomat.

*Mennyire láthatóak eredményei nemzetközi téren? Ön szerint mi kell ahhoz, hogy az itthoni kutatások is fel tudják kelteni a nemzetközi szakmai közösség érdeklődését?*

Itthon több ösztöndíjjal, szakmai díjjal ismerték már el eddigi kutatási eredményeim (pl. MTA Akadémiai Ifjúsági Díj (2017); MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj (2017–2020, 2021–2024); L'Oréal-UNESCO A nőkért és tudományért (2018); MTA Bolyai-plakett (2021); Nők a Tudományban Kiválósági Díj (2022); MTA KGYNK Ösztöndíj (2022)), de komolyabb nemzetközi elismerésben még nem részesültem. Nemzetközi viszonylatban talán szerencsés, hogy rangos, D1/Q1 minősítésű folyóiratokban sikerül publikálnunk és közel 800 alkalommal idézték már független szerzők kutatási eredményeinket, melyek kb. 75%-a az elmúlt 5 évben szü-

letett. Több alkalommal voltam már meghívott előadó nemzetközi konferenciákon.

Ahhoz, hogy egy hazai kutatócsoport olyan dinamikus legyen, hogy nemzetközi viszonylatban is meghatározóvá váljon, véleményem szerint megfelelő mértékű és kiszámítható kutatási támogatásra, korszerű műszerparkra, rendkívül jól képzett és nagy létszámú személyi állományra van szükség. Különösen előnyös olyan fiatal kutatókból álló csoportot irányítani, akik eltérő kutatási területen szereztek jártasságot, akár eltérő végzettségűek (pl. vegyész, gyógyszerész, biológus, orvos, fizikus stb.). Azt hiszem, ma ez már természetes, de megemlíteném, hogy emellett persze elengedhetetlen a folyamatos kapcsolat külföldi kutatókkal és a jelenlét rangos nemzetközi folyóiratokban, konferenciákon.

*Kérem, mutassa be a csoportot!*

A MTA Lendület-programjának köszönhetően kutatócsoportunk jelenleg 10 fő állandó munkatárssal dolgozik. A csoportomban 4 fő posztdoktor kutató segíti a munkámat, közöttük akad olyan, aki már 7 éve, és olyan is, aki tavalyelőtt védte meg PhD-értekezését; kettejüknek PhD-témavezetője is voltam. Jelenleg 3 PhD-hallgató munkáját irányítom, közülük ketten idén tavasszal tettek komplex vizsgát, és szeptembertől újabb hallgatóval bővül a csapat. A kutatási munka kísérleti részének kivitelezésében 2 kutatóvegyész van segítségünkre, és szerencsére évről évre nagyon sok alap- és mesterszakos hallgató csatlakozik csoportunkhoz. Diákköri munka, szakdolgozat és diplomamunka kapcsán jelenleg 9 kémia BSc-, kémia MSc- és gyógyszerész szakos hallgató dolgozik a csoportban. Igyekszem hangsúlyt fektetni a nemek arányának egyenlő megtartására, de talán ebben az évben a lányok nagyobb létszámmal képviseltetik magukat. Külön öröm számomra, hogy mióta gyógyszerészhallgatókat is oktatok, egyre többen választanak minket közülük is. Szerencsésnek és ezáltal lényeges aspektusnak tartom, hogy eltérő érdeklődésű és adottságú munkatársaim legyenek. Néhány kutatónk és hallgatónk a preparatív munkában vagy a végeláthatatlan mérési fel-

adatokban mutat emberfeletti kitartást, és mellettük szerencsére olyan is van, aki az eredmények kiértékelését képes végtelen precizitással elvégezni.

*Hogyan lehet idehaza megteremteni egy ilyen nagy csoport működési feltételeit? Mekkora a szerepe ebben az intézmény támogatásának és mennyi a csoportvezető pályázati képességének?*

Nagyon sok energiát és – a kutatás és oktatási feladataim mellett – rengeteg adminisztratív munkát igényel egy közel 20 fős csoport fenntartása és koordinálása. A munkabérek, kutatási segédanyagok, műszerek karbantartása, utazási költségek fedezetének megteremtése csak egyik pályázatról a másikra áttérve lehetséges. Jelenleg én vagyok az egyetlen a csoportban, aki az SZTE oktatója, a munkatársaim az általam vagy a saját maguk által megnyert pályázati forrásokból kapják munkabéruket, és ezekből fedezzük a kutatásaink költségeit. A saját pályámat és a csoport felépítését tekintve, az elmúlt 5 évben a legmeghatározóbb volt azoknak a kutatási támogatásoknak a segítségével, amelyeket alanyi jogon nyertem el (FK OTKA (2019–2023) és Lendület (2021–2026)) az NKFIH- és az MTA-forrásokból. Természetesen emellett a fogadó intézmény támogatása is jelentős volt, de ehhez először komolyabb egyéni eredményeket kellett felmutatni. Ahogy korábban említettem, 2017 és 2021 között, személyemnek bizalmat szavazva, 3 eltérő GINOP-2.3.2 pályázat alprogramvezetői feladatával bíztak meg, most pedig a 2022–2025-ös időtartalomra a Tématerületi Kiválósági Programban kaptunk szerepet és ezzel együtt támogatást.

*Mennyire tartja hivatásának az oktatást a kutatás mellett?*

Mindig is nagyon szerettem oktatni, és alig vártam, hogy az SZTE-n oktatási feladatokat is ellássak. 2010 és 2017 között MTA-kutatócsoporti álláson voltam, ami nem tette ezt lehetővé. 2017 óta vagyok a TTIK Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszékének egyetemi adjunktusa, ahol általános kémia és fizikai kémiai laborgyakorlatokat vezetek, kolloidkémia- és nanomedicina-előadásokat tartok. Az SZTE három karán (TTIK, GYTK, ÁOK) is oktatok, ami nagyban hozzájárul a megfelelő létszámú hallgatói utánpótlás biztosításához. A hallgatók és az egyetem vezetése már három alkalommal szavaztak meg oktatói elismerést a részemre az elmúlt három évben, ami rendkívül megtisztelő, és komoly visszajelzés számomra, hogy a kutatói munkám mellett az oktatási tevékenységem is elismerik.

*Marad kapacitása tudomány-népszerűsítésre, egyáltalán feladatának érzi ezt is?*

Kiemelt feladatommak tekintem a tudomány-népszerűsítést, és amikor felkérést kapok, mindig el is vállalom. Számos rádiós interjúban, podcast-beszélgetésben szerepeltem már; a kutatócsoportunk tevékenységét több kisfilm is bemutatja. Középiskolákban is voltam meghívott előadó, főként a kémia tárgy népszerűsítése érdekében, és több alkalommal látogattak el középiskolai diákok az egyetemre, ahol betekintést nyerhettek a mindennapi munkáinkba. A MTA most induló Középiskolai Alumni Programra is regisztráltam, és bizakodva várom a felkéréseket.

*Hogyan tudja összeegyeztetni a munkáját a családdal? Milyen érveket tudna mondani egy még Önénél is fiatalabb kollégának a pályán maradás mellett? Mivel tud a kutatóhely, a kollégák, a társadalom segíteni ebben?*

A férjem is kutató, így igazából soha nem hagyjuk abba a munkát, de a gyermekvállalás után nem élhettünk tovább csak a hi-



Családi nyaraláson (2021)

vatásunknak. A legnehezebb időszak az volt, amikor a kislányom másfél éves korában elkezdett bölcsődébe járni, sokat betegeskedett. Az óvoda szerencsére már komoly változást jelentett, de mióta iskolás, még könnyebb lett az életünk. Reggel együtt indulunk, szinte minden nap délután 4-kor megyek érte az iskolába; ha elfoglaltságom ezt nem engedi, a férjem megy érte. Ez az állandóság és biztonság jót tesz mindannyiunknak. Ügyelek arra, hogy megfelelő időt töltsünk együtt, és igyekszem a legkevesebb munkát hazavinni, vagy azt akkor csinálni, mikor ő már lefeküdt. A férjem is rengeteget segít a hétköznapiakban, szerintem ez máshogy nem is menne. Mi azt a kompromisszumot kötöttük, hogy nem leszünk „nagy családosok”, így nem kell vagylagosan döntenünk munka és család között. A saját csoportomban is látom, mennyire nehéz lelkesíteni a fiatalokat például egy-egy sikertelen ösztöndíjpályázat után. Különösen nehéz ez a lányok esetén, hiszen sokszor a gyermekvállalás is egy-egy ilyen siker vagy kudarc függvénye. Ilyenkor mindig emlékeztetem őket a saját életutamra, hiszen nekem is volt, hogy éveket kellett dolgoznom, míg mások már nagy sikereket értek el, de a kitartó, alázatos és becsületos kutatómunka meghozza a gyümölcsét.

*A kutatás nemzetközisége miatt sok fiatal kutató szembesül az „itthon vagy külföldön” dilemmával. Hozott ilyen döntést életében? Ha igen, mi volt az érv az itthonmaradás mellett?*

Az „itthon vagy külföldön” dilemmával soha nem kellett megküzdenem. Eddigi pályám során nem volt lehetőségem hosszabb időre külföldre menni, amit egyébként kifejezetten hasznosnak tartanék. PhD-hallgatóként Lisszabonban töltöttem egy hónapot, a fokozat megszerzése után azonban témát és várost is váltottam; itt elsősorban a munkámra számítottak, és nem a külföldi tanulmányutakra ösztönöztek. Amikor már volt kb. két év tapasztalatom az új területen, megszületett a kislányom, így anyaként a tartós külföldi távollétet ismét ellehetetlenült. 32 évesen, 2017-ben vettem át az akkori kutatócsoport egy részének vezetését, ami rendkívül megtisztelő, de hatalmas feladat volt, nem hagyhattam itt az éppen felépülő csoportomat és az első PhD-hallgatómat. Az utóbbi évek során így itthon dolgoztam, fenntartottam és tovább építettem a kutatócsoportot, de emellett azért majd' minden évben több, rövidebb külföldi útra volt lehetőségem lengyel és horvát tudományos akadémiai együttműködések kapcsán.

*Köszönjük szépen a beszélgetést, és sok sikert kívánunk a Lendület-pályázatban vállalt kutatásokhoz!*

Szalay Péter



# Kiemelt publikációk

A Magyar Tudományos Akadémia Kémiai Tudományok Osztálya 2021 május óta honlapján havi rendszerességgel, közérthető formában mutat be a kémia szakterületét és határterületeit érintő friss és kiemelkedő jelentőségű, már publikált közleményeket (<https://mta.hu/vii-osztaly-a-honap-publikacioja>). A beküldött munkákat egy szakmai bizottság választja ki közzétételre. A bizottság válogatása során a tudományos színvonalon kívül súlyt fektet a kémia életünket minden szinten átszövő szerepének bemutatására az alaptudományoktól az alkalmazásokig. Célunk az, hogy hatékonyabban ismertessük meg a kémia új és érdekes eredményeit a szakemberek és kollégák mellett a szakújságírók, a vállalkozók, a kémia iránt érdeklődő vállalatok és üzletemberek számára is. Külön öröm számunkra, hogy a Magyar Kémikusok Lapja is szerepet vállal ebben a munkában a válogatott cikkek méltatásával.

**Perczel András** osztályelnök, az MTA rendes tagja  
**László Krisztina**, az MTA doktora  
**Penke Botond**, az MTA rendes tagja  
**Vancsó J. Gyula**, az MTA külső tagja  
**Peter J. Stang**, az MTA külső tagja

## Bioortogonálisan aktiválható fluorogén FRET diádok

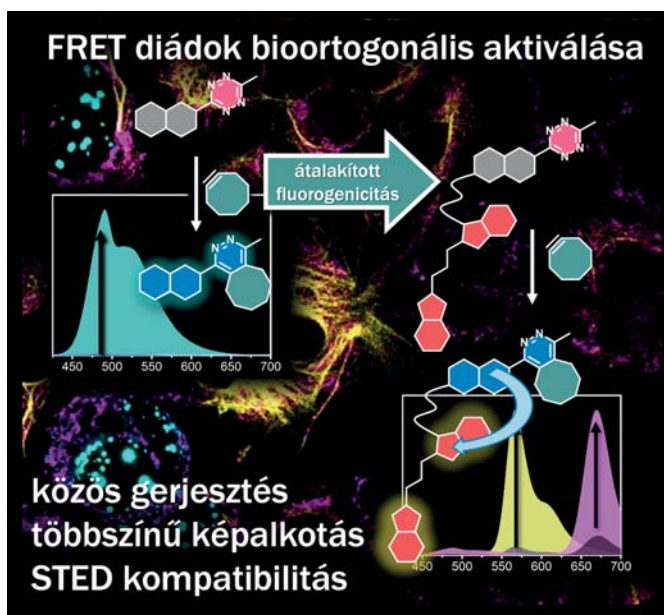
*Angewandte Chemie International Edition*, 2022, 61, e202111855

Ibítz, E<sup>1,2</sup>, Kern, D<sup>1,2</sup>, Kormos, A<sup>1</sup>, Bojtár, M<sup>1</sup>, Török, Gy<sup>1,2,3</sup>, Bíró, A<sup>1</sup>, Szatmári, Á<sup>1</sup>, Németh, K<sup>1</sup>, **Kele, P<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Chemical Biology Research Group, Institute of Organic Chemistry, Research Centre for Natural Sciences, Eötvös Loránd Research Network, Magyar tudósok krt. 2, 1117 Budapest, Hungary

<sup>2</sup>Hevesy György PhD School of Chemistry, Eötvös Loránd University, Pázmány Péter sétány 1/a, 1117 Budapest, Hungary

A szerzők olyan, fluoreszcenciára serkenthető jelzővegyület-családot fejlesztettek ki, melyek a hullámhossz eltolásával lényege-



sen javítják a vörös hullámhossz-tartományban egyébként gyenge fluoreszcencia-serkentés mértékét. Az előállított festékek alkalmazhatóságát élő sejtek esetén is igazolták. Az új jelzővegyületek eredményesnek bizonyultak szuperfelbontású képalkotásban is.

## Rezorcín-formaldehid szén aerogélek kölcsönhatása vízzel: átfogó NMR vizsgálatok

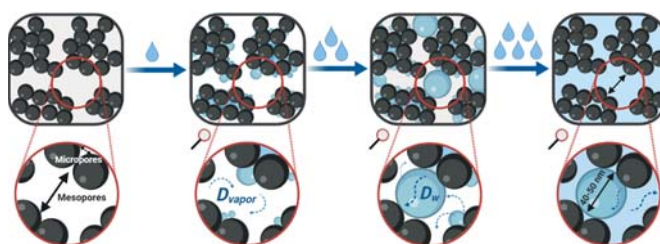
*Carbon*, 2022, 189, 57

**Kéri, M<sup>1</sup>**, Nyul, D<sup>1</sup>, László, K<sup>2</sup>, Novák, L<sup>1</sup>, Bányai, I<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Debrecen, Department of Physical Chemistry, H-4032, Debrecen, Egyetem tér 1, Hungary

<sup>2</sup>Budapest University of Technology and Economics, Department of Physical Chemistry and Materials Science, H-1521, Budapest, PO Box 91, Hungary

A pórusos szénnek vízzel történő nedvesedése számos alkalmazásuk kulcskérdése, mivel alapvetően víztaszító, hidrofób tulajdonságúak. Bemutattuk, hogy a nukleáris magrezonancia elvén alapuló különböző eljárások és adszorpciós mérések eredményeinek együttes értelmezése lehetővé teszi annak felderítését, hogyan tölti ki és mozog a víz az igen összetett, döntően víztaszító felületűnek tartott pórusrendszerben.





A magas aranyvessző (Solidago gigantea Ait.) gyökér bioaktív klerodán diterpénjei.

Az aranyvessző gyökér vegyületei, amelyek aktívak a gabona gomba patogénjei ellen

*Journal of Chromatography A*, 2021, 1635, 461727

Móricz M., Á<sup>1</sup>, Krüzselyi, D<sup>1</sup>, Ott, P.G<sup>1</sup>, Garádi, Zs<sup>2</sup>, Béni, Sz<sup>2</sup>, Morlock, G. E<sup>3</sup>, Bakonyi, J<sup>1</sup>

*Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2021, 69, 12686

Krüzselyi, D<sup>1</sup>, Bakonyi, J<sup>1</sup>, Ott, P. G<sup>1</sup>, Darcsi, A<sup>4</sup>, Csontos, P<sup>5</sup>, Morlock, G. E<sup>3</sup>, Móricz M., Á<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Plant Protection Institute, Centre for Agricultural Research, Herman O. Str. 15, 1022 Budapest, Hungary

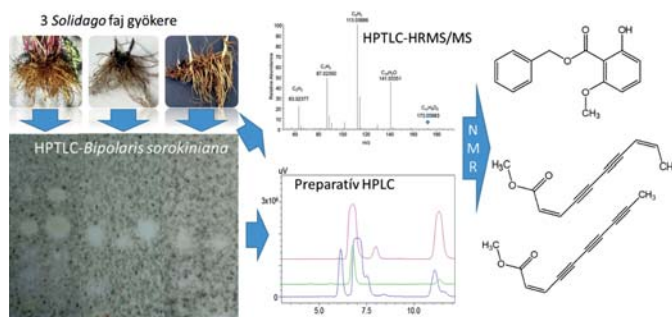
<sup>2</sup> Department of Pharmacognosy, Faculty of Pharmacy, Semmelweis University, Üllői Str. 26, 1085 Budapest, Hungary

<sup>3</sup> Chair of Food Science, Institute of Nutritional Science, and TransMIT Center of Effect-Directed Analysis, Justus Liebig University Giessen, Heinrich-Buff-Ring 26-32, 35392 Giessen, Germany

<sup>4</sup> Pharmaceutical Chemistry and Technology Department, National Institute of Pharmacy and Nutrition, Zrínyi Street 3, 1051 Budapest, Hungary

<sup>5</sup> Institute for Soil Sciences, Centre for Agricultural Research, Eötvös Loránd Research Network (ELKH), Herman Ottó Street 15, 1022 Budapest, Hungary

A szerzők új, a korábbinál költséghatékonyabb eljárást dolgoztak ki növények biológiailag aktív hatóanyagainak feltérképezésére. Az aranyvessző családba tartozó növények gyökeréből nyertek ki különféle vegyületeket. Ezek hatékonyan gátolták például a kalászos gabonák fuzáriumos és gyökérrothadásos betegségéért felelős, növénykórokozó gombák szaporodását és környezetbarát növényvédő szerként alkalmazhatók.



A polipropilén/lignin/len hibrid kompozitok mechanikai tulajdonságainak modellezése

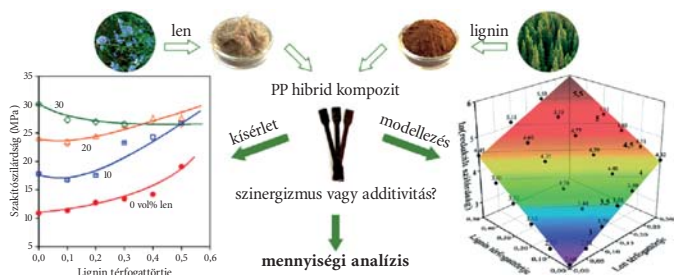
*Materials & Design*, 2022, 220, 110833

Pregi, E<sup>1,2</sup>, Kun, D<sup>1,2</sup>, Faludi, G<sup>1,2</sup>, Móczó, J<sup>1,2</sup>, Pukánszky, B<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Laboratory of Plastics and Rubber Technology, Department of Physical Chemistry and Materials Science, Faculty of Chemical Technology and Biotechnology, Budapest University of Technology and Economics, Műegyetem rkp. 3., H-1111 Budapest, Hungary

<sup>2</sup> Institute of Materials and Environmental Chemistry, Research Centre for Natural Sciences, ELKH Eötvös Lóránd Research Network, H-1519 Budapest, P.O. Box 286, Hungary

A szerzők megfelelő modellek alkalmazásával mennyiségileg elemezték a komponensek hatását természetes erősítőanyagokkal módosított polipropilén kompozitok tulajdonságaira, hogy megvizsgálják a szinergizmus esetleges létezését vagy a lignin határfelületi adhéziót javító hatását. A kétkomponensű kompozitokra létrehozott modelleket kiterjesztették háromkomponensű rendszerekre, hogy a hibrid kompozitok szakítószilárdságának és ütésállóságának összetételüggése is leírhatóvá legyen velük.



Ferrofluidok és bio-ferrofluidok: hátratekintés és előrelépés

*Nanoscale*, 2022, 14, 4786

Socoliuc, V<sup>1</sup>, Avdeev, M, V<sup>2</sup>, Kuncser, K<sup>3</sup>, Turcu, R<sup>4</sup>, Tombác, E<sup>5,6</sup>, Vékás, L<sup>1,7</sup>

<sup>1</sup> Romanian Academy – Timisoara Branch, Center for Fundamental and Advanced Technical Research, Laboratory of Magnetic Fluids, 300223 Timisoara, Romania

<sup>2</sup> Frank Laboratory of Neutron Physics, Joint Institute for Nuclear Research, 141980 Dubna, Moscow Reg.

<sup>3</sup> National Institute of Materials Physics, 077125 Bucharest-Magurele

<sup>4</sup> National Institute for Research and Development of Isotopic and Molecular Technologies, 400293 Cluj-Napoca

<sup>5</sup> University of Szeged, Faculty of Engineering, Department of Food Engineering, Moszkvai krt. 5-7, H-6725 Szeged, Hungary

<sup>6</sup> University of Pannonia – Soós Ernő Water Technology Research and Development Center, H-8800 Zrínyi M. str. 18, Nagykanizsa, Hungary

<sup>7</sup> Politehnica University of Timisoara, Research Center for Complex Fluids Systems Engineering, 300222 Timisoara

A mágneses és folyadék tulajdonságokat egyszerre mutató érdekes rendszereket, a mágneses folyadékokat mutatjuk be. A nemvizes, ultrastabil ferrofluidok mérnöki alkalmazásai (a tömítések, lengéscsillapítók, hűtők stb.) már az 1960-as évek óta terjednek. Újabban a vizes, biokompatibilis ferrofluidok – bio-ferrofluidok – és potenciális gyógyászati, biotechnológiai, környezetvédelmi alkalmazásai iránt óriási az érdeklődés. Áttekintjük az előállítást, jellemzésüket, alapvető ferrodinamikájukat, határfelületi és áramlási tulajdonságaikat, valamint a legújabb fejlesztéseket az érzékelők, aktuátorok és csepptechnológiai alkalmazások területén.



## Mikrotálca-alapú, direkt típusú optód szenzor fejlesztése $Pb^{2+}$ környezeti és szennyvízmintákban történő nagy áteresztőképességű vizsgálatára

*Analytica Chimica Acta*, 2021, 1167, 338586

Golcs, Á<sup>1</sup>, Dargó, G<sup>2</sup>, Balogh, Gy,<sup>1,2,3</sup> Huszthy, P<sup>1</sup>, Tóth, T<sup>1,4</sup>

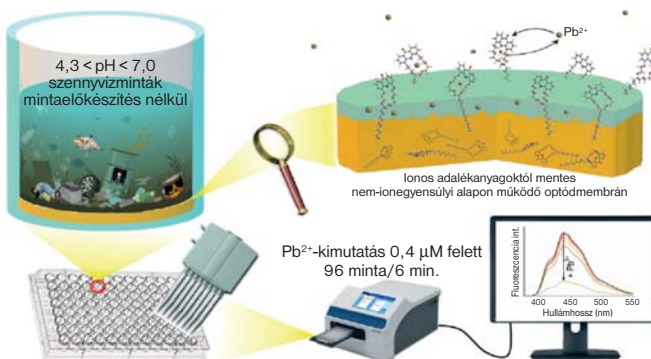
<sup>1</sup>Department of Organic Chemistry and Technology, Budapest University of Technology and Economics, Szent Gellért tér 4., H-1111, Budapest, Hungary

<sup>2</sup>Department of Chemical and Environmental Process Engineering, Budapest University of Technology and Economics, Budafoki út 8., H-1111, Budapest, Hungary

<sup>3</sup> Faculty of Pharmacy, Department of Pharmacodynamics and Biopharmacy, University of Szeged, Eötvös utca 6., H-6720, Szeged, Hungary

<sup>4</sup>Institute for Energy Security and Environmental Safety, Centre for Energy Research, Konkoly-Thege Miklós út 29-33., H-1121, Budapest, Hungary

Az új módszer képes 0,1 ml mintatérfogatból óránkénti 700 minta vizsgálata mellett információt szolgáltatni szennyezett felszíni, talaj-, illetve szennyvizek toxikus ólomion-tartalmáról, a korábbi lehetőségeknél egyszerűbben, gyorsabban és mintaelőkészítés nélkül, főként a fejlődő országok lehetőségeire szabva. Az eljárás mesterségesen előállított szenzormolekulákon alapul, melyek UV-besugárzás hatására eltérően fluoreszkálnak a minták ólomion-mennyiségének függvényében.



# IgNobel-díjak mozikedvelő, rágógumizó, macskatartó tengeralattjáró-kapitányoknak

A mulatságos tudományos eredményeket elismerő IgNobel-díjakat 2021. szeptember 9-én már 31. alkalommal adták át. Hasonlóan a 2020-as évhez, a ceremónia helyszíne 2021-ben is az internet volt a korábban szokásos nagy színházterem helyett, a műsort élőben lehetett követni. A felvétel a YouTube-on bármikor megtekinthető ([https://www.youtube.com/watch?v=u8u-hrHRvg4&feature=emb\\_imp\\_woyt](https://www.youtube.com/watch?v=u8u-hrHRvg4&feature=emb_imp_woyt)).

Talán az online módszernek is köszönhetően az ünnepségen a szokásosnál lényegesen nagyobb létszámban vettek részt valódi Nobel-díjas tudósok: Rich Roberts (orvosi díj, 1993), Frances Arnold (kémia, 2018), Marty Chalfie (kémia, 2008), Eric Maskin (közgazdaságtan, 2007), Barry Sharpless (kémia, 2001), Robert Lefkowitz (kémia, 2012), Carl Weiman (fizika, 2001), Eric Cornell (fizika, 2001) és Jerome Friedman (fizika, 1990).



A 2020-as szünet után a kémia visszatért az IgNobel-díjjal is kitüntetett tudományágak közé. Az elismerésen német és új-zélandi kutatók – Jörg Wicker, Nicolas Krauter, Bettina Derstroff, Christof Stöner, Efstratios Bourtsoukidis, Achim Edt-

bauer, Jochen Wulf, Thomas Klüpfel, Stefan Kramer és Jonathan Williams – osztoztak. Ők azt vizsgálták, hogy egy mozi levegőjének kémiai analizéséből lehet-e következtetni a film tartalmára vagy más jellemzőjére (*PLoS ONE* 13, e0203044, 2018). A



németországi Mainz egy mozikomplexumának szellőzőrendszerében végeztek méréseket, a szén-dioxid mellett elsősorban a levegőben lévő formaldehid, metanol, acet-aldehid, aceton, ecetsav, dimetil-szulfid és izoprén koncentrációját követték. A legtöbb esetben negatív következtetést vontak le, az egyetlen lényeges pozitív felismerés az volt, hogy az izoprén koncentrációja alapján egy film (német) korhatár-besorolását

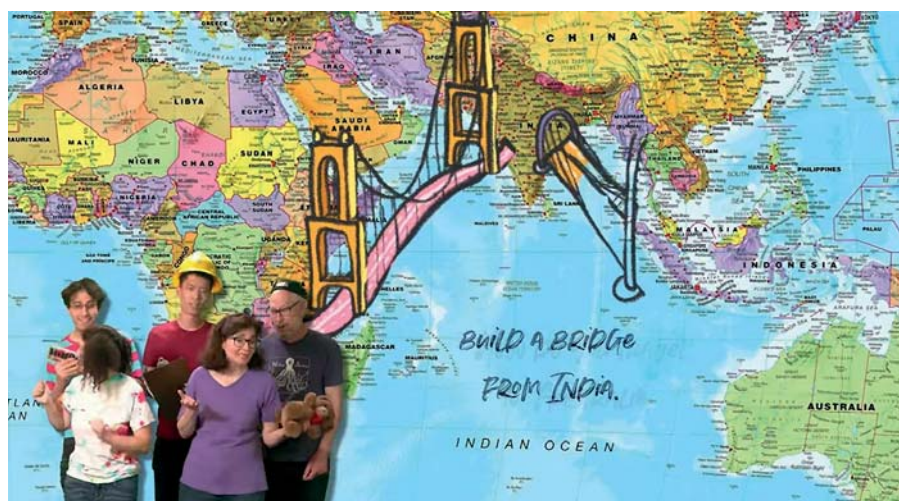


viszonylag jó hatékonysággal meg lehet jósolni. A munka a magyar sajtó figyelmét is felkeltette tavaly, a Klubrádió Ötös című műsorában 2021. november 1-én, az IgNobel-díjakkal foglalkozó rovatban, Para-Kovács Imre éppen a jelen sorok szerzőjével beszélgetett el az eredmények jelentőségéről és kémiai hátteréről (<https://www.klubradio.hu/archivum/otos-para-kovacs-imre-vel-2021-november-01-hetfo-1005-20896>).

A maradék kilenc tudományterületen a következő díjak találtak gazdára:

- **Biológia:** Susanne Schötz, Robert Eklund és Joost van de Weijer az ember és macska közötti kommunikációban szerepet játszó nyávogás, nyivákolás, csicseregés, csiripelés, vonítás, dorombolás, fújás, murrogás, kurrogás, morgás és egyéb hangeffektusok kimerítő vizsgálatáért (nagyrészt konferencia-előadásokként bemutatva).
- **Ökológia:** Leila Satari, Alba Guillén, Àngela Vidal-Verdú és Manuel Porcar néhány különböző ország járdáin hátrahagyott rágógumi-maradványokban fellelhető baktériumok genetikai elemzéséért (*Sci. Rep.* 10, 16846, 2020).
- **Közgazdaságtan:** Pavlo Blavatskyy annak igazolásáért, hogy egy ország politikusainak átlagos túlsúlya korrelál az országban tapasztalható korrupció szintjével (*Econ. Transit. I. Change* 29, 343, 2021; erről a munkáról a Vegyészleletek 2021. januári kiadása is beszámolt).

for chemically analyzing the air inside movie theaters, to test whether the odors produced by an audience reliably indicate the levels of violence, sex, antisocial behavior, drug use, and bad language in the movie the audience is watching.



- **Orvostudomány:** Olcay Cem Bulut, Dare Oladokun, Burkard Lippert és Ralph Hohenberger annak igazolásáért, hogy a szex hasonló mértékben tisztítja az orr-légutakat, mint a kimondottan ilyen célra forgalmazott gyógyszerek (*Ear Nose Throat J.*, 0145561320981441, 2021).
- **Béke:** Ethan Besis, Steven Naleway és David Carrier annak a feltételezésnek a tudományos teszteléséért, hogy az emberi evolúció a szakállat az arcot érő ütések elleni védekezéséül fejlesztette ki (*Integr. Org. Biol.* 2, obaa005, 2020).
- **Fizika:** Alessandro Corbetta, Jasper Meeusen, Chung-min Lee, Roberto Benzi és Federico Toschi annak a kérdésnek a kísérleti tanulmányozásáért, hogy a gyalog közlekedő emberek miért nem ütköznek össze folyton másokkal (*Phys. Rev. E.* 98, 062310, 2018).
- **Kinetika:** Hisashi Murakami, Claudio Feliciani, Yuta Nishiyama és Katsuhiko Nishinari annak a kérdésnek a kísérleti tanulmányozásáért, hogy a gyalog közlekedő emberek miért ütköznek né-

ha össze másokkal (*Sci. Adv.* 7, eabe 7758, 2021).

- **Rovartan:** John Mulrennan Jr., Roger Grothaus, Charles Hammond és Jay Lamdin a csótányirtás tengeralattjárókon használható új módszerének kidolgozásáért (*J. Econ. Entomol.* 64, 1196, 1971).
- **Közlekedéstan:** Robin Radcliffe, Mark Jago, Peter Morkel, Estelle Morkel, Pierre du Preez, Piet Beytell, Birgit Kottling, Bakker Manuel, Jan Hendrik du Preez, Michele Miller, Julia Felipe, Stephen Parry és Robin Gleed annak a kísérleti eldöntéséért, hogy egy orrszarvút a levegőben fejfelé vagy fölfelé biztonságosabb-e szállítani (*J. Wildl. Dis.* 57, 357, 2021).

2022-ben sem marad el az IgNobel-díjátadás, szeptember 15-én, a járványügyi helyzet miatt továbbra is online lesz. A programból előzetes ízelítő már most is olvasható az interneten (<https://improbable.com/ig/2022-ceremony/>).

**Lente Gábor**



Braun Tibor

■ ELTE Kémiai Intézet, MTA Könyvtár és Információs Központ | dr.braun.tibor@gmail.com

AKADÉMIKUS, DOKTOR, MÉRNÖK  
(www.tiborlab.com)



# Elena Ceaușescu, az áltudós kémikus

## A tudományos elismertségre vágyó diktátor

### Előszó

Nem vagyok abban biztos, hogy mindenki ismeri a *Ceaușescu* nevet (de valószínűleg sokan). Hadd tisztázzam, hogy jelen történetünk hőse felesége volt Románia hosszú ideig uralkodó diktátorának, Nicolae Ceaușescunak, aki egyidejűleg a Román Kommunista Párt főtitkári feladatait is ellátta. *Elena* szegényparaszt családban született 1916. december 25-én, egy Petresti nevű falucskában. A 4 elemi iskola elvégzése után otthagyta az iskolát, és bátyjával együtt Bukarestbe költözött. 1939-ben belépett a Román Kommunista Pártba (RKP), ahol megismerte Nicolae Ceaușescut, akivel 1947-ben összeházasodott. 1946–47-ben Nicolae Ceaușescu már a Román Kommunista Párt egyik közepes rangú aktivistája volt. Említettük a házasságot, talán hasznos kiegészíteni, hogy a házaspárnak három gyereke született: Valentin Ceaușescu (1948), Zoe Ceaușescu (1949), Nicu Ceaușescu (1951). Amikor férje még a Román Kommunista Párt egyszerű aktivistája volt, Elena Ceaușescu (1945-ben) titkárnőként dolgozott a Külügyminisztériumban, ahonnan nem megfelelő munkája miatt elbocsátották. Új munkahelyet keresve Elena 1946-ban laboránsként állást vállalt a bukaresti Központi Kémiai Kutató Intézetben (ICECHIM: Institutul de Cercetari Chimice). Valószínűnek látszik, hogy az alatt a két év alatt ismerte meg felületesen, hogyan dolgoznak, mi iránt érdeklődnek a kémikusok, amíg ott volt. Így alakult ki a kémia iránti érdeklődése. Választhatna volna a természettudomány bármelyik más szakterületét, mondjuk a fizikát vagy a biológiát is.

### Diploma

1945-ben a Bukaresti Műszaki Egyetem Vegyész-mérnöki Karán előadás-sorozatot hoztak létre, amin bárki részt vehetett felvételi vizsga nélkül. Elena erről az előadás-sorozatról állította, hogy néha esti tanfolyamon látogatója volt 1945 és 1955 között. 1951-ben valószínűleg a Kommunista Párt javaslatára minden képzés, vizsga és gyakorlat nélkül vegyész-mérnöki diplomát kapott.

### Doktorátus

1964. március 20-án Elena Ceaușescu jelentkezett a műszaki egyetem doktori iskolájába. Az egyik nemzetközileg is jól ismert és elismert román szerves kémikus, a Vegyész-mérnöki Kar dékánja, *Costin Nenitescu* professzor erélyesen tiltakozott Elena felvétele ellen. A Román Kommunista Párt (RKP) mégis intézkedett, és Elena Ceaușescu aspiránssá válhatott. Rövidesen benyúj-

totta „Polimerizarea stereospecifica a izoprenului” (Az izoprén sztereospecifikus polimerizációja) című doktori disszertációját, amit, mint már akkor hírlített, nem Elena írt, illetve állított össze, hanem iași-i egyetem néhány szervekémia-professzora, akiket a Párt jelölt ki. 1964. november 15-én dr. Elena Ceaușescut, szintén a Párt döntésére és javaslatára, a bukaresti Institutul de Cercetari Chimice (Központi Kémiai Kutató Intézet) vezérigazgatójává nevezték ki.

### Tudományos címek és titulusok

Elenát 1964-ben kezdték érdekelni a tudományos kutatási címek (például doktorátusok), és eldöntötte, hogy minél nagyobb számban szerez magának ilyen címetek belföldi és külföldi egyetemeken. 1971-ben Nicolae és Elena Ceaușescu Románia vezetőiként számos országba látogattak, ahol mindenütt elismeréssel fogadták, és titulusokkal, kitüntetésekkel tisztelték meg Elenát. Argentínában például *Perón* elnök és felesége, *Isabel Perón* vendé-



Elena Ceaușescu a Buenos Aires-i Egyetem tiszteletbeli doktora lett (The National Museum of Romanian History)

gei voltak, és az egyik ottani egyetemről Elena kémiai doktori címet kapott. A külföldi utazások közé tartozott az egyesült államokbeli, *Jimmy Carter* elnök meghívására tett út 1978-ban. Kitüntetés, illetve doktorátust remélt a Washingtoni Egyetemről is, de arra nem került sor, viszont az Illinois-i Egyetemen mindkettőt megítélték neki. Ugyanabban az évben Nicolae-t és Elenát a Buckingham-palotában személyesen fogadta II. Erzsébet és férje.



Nicolae és Elena Ceaușescu az angol királynővel és férjével  
(fototeca.iiccr.ro)

1979-ben Elena Romániában létrehozta a „Consiliul National pentru Stiinta si Tehnologie”-t (Nemzeti Tudományos és Technológiai Tanácsot), aminek első elnökévé választották. Az is maradt 1989-ig.

Elena doktori disszertációja könyvként, angol nyelvre fordítva a Pergamon Press kiadónál jelent meg. A könyv előszavát a kémiai Nobel-díjas angol szerveskémia-professzor, Dorothy Hodgkin írta, aki azonban közölte a sajtóval: „...nem mélyedtem el annyira a dolgozat részleteiben, hogy egy alapos tudományos elemzést írjak, de a mű gyors átolvasása lehetővé tette a kijelentést, hogy a könyvben ismertett kutatás széles körű és újszerű...” Angliai látogatásuk során a Royal Society of Chemistry Elenát nem létező tudományos eredményeiért rendes tagként fogadta be.

Említettem a tudományos elismertség hajszolását, most hozzá kell tennem, hogy Elena számos külföldi egyetem *Honoris Causa* (dísz)doktorává is vált. 1974-ben hálából – szintén nem létező – szerves kémiai eredményeiért Elenát a Román Köztársaság Akadémiájának tagjává választották.

## Publikálás

A nemzetközi szakirodalom szerint Elenának az említett iași-i társszerzőkkel írt makromolekuláris cikkei jobbnál jobb külföldi folyóiratokban jelentek meg. Angol nyelvű könyve is komoly eredeti és helyes eredményeket tartalmazott. Leírták benne a cisz-1,4-poliizoprén szintetikus gumi elasztomerjét, aminek szerkezete és tulajdonságai hasonlóak a természetes gumiéhoz. Szakmai körökben már akkor is közismert volt, hogy a könyv szerzője nem Elena, hanem, mint említettem, több iași-i szerveskémia-professzor. Ugyancsak köztudott volt, hogy Elena semmilyen kémiai képesítést nem szerzett. Egyszer megmutatták neki a kén-sav képletét, de fogalma sem volt, hogy mi az, amit lát. A nemzetközi szakirodalom arról is beszámolt, hogy Elena társszerzőkkel írt cikkeit és könyvét sokan és sok helyen idézték. Elena elrendelte, hogy német nyelven is jelenjen meg könyve (a könyv címe, amin szerzőként csak az ő neve szerepelt, de más köze hozzá nem volt: *Einige Forschungen im Bereich der Synthese und Kennzeichnung makromolekularer Verbindungen*).

## Diktatúra

Elena Ceaușescu egyike volt a világpolitika nagyon kevés női diktátorának. Nemcsak feleség vagy egyszerű tanácsadó volt férje,

Ceaușescu mellett, hanem aktív, saját jogon tényleges hatalommal bíró diktátor, és ezt a státuszt hosszú-hosszú, párton belüli taktikázással, helyezkedéssel, alkukkal és hazudozással érte el. Úgy vélték, hogy félelmetes, a maga módján erős és határozott egyéniség. Egyesek említik, hogy Nicolae Ceaușescu maga is bizonyos értelemben Elena kreatúrája volt. Nem csak azért, mert Ceaușescuhoz csak az ő irodáján keresztül, csak az ő beleegyezésével lehetett bejutni.

A Ceaușescu-rezsim titkosszolgálatának (*Securitate*) vezetője, *Ioan Mihai Pacepa* disszidált Romániából, és meg sem állt az Egyesült Államokig. Ott könyvet publikált *Vörös horizontok (Red Horizons. The True Story of Nicolae and Elena Ceausescu's Crimes Lifestyle and Corruption)* címmel a Ceaușescu-rezsimről. Ebben többek között leírta Elena egyik parancsát: utasítsa Románia külföldi nagyköveteit, hogy szólítsák fel a helyi egyetemeket és tudományos szervezeteket, hogy tudományos címeket adományozzanak Elenának, amikor férjével odalátogat.

## A jelen

Elena Ceaușescu neve és dolgozatai még ma is szerepelnek a meglévő adatbázisokban. Ezért a mai román tudományos kutatók kéréssel fordultak az *Elsevier*, valamint a *Wiley és Taylor & Francis* kiadókhöz, hogy feltétlenül távolítsák el az adatbázisokból az Elena nevet is viselő műveket. Romániai kémikus körökben köztudott volt, hogy *Cristofor Simionescu*, a *Iași-i Műszaki Egyetem* rektorát kényszerítették, hogy Elena társszerzőjeként cikké állítsa össze a szakmai szövegeket. Hálából a professzort akadémiussá nevezték ki, sőt elnöki hatáskörrel a romániai Akadémia alelnöke lett. Külön megemlítenéd, hogy Cristofor Simionescu neve semmilyen közleményen társszerzőként nem jelent meg 2007-ben bekövetkezett haláláig. A iași-i professzort arra is kötelezték, hogy családjával együtt Bukarestbe költözzön.

Mindezt a fia, *Bogdan Simionescu* tette közzé, aki jelenleg a „Petru Poni Iași-i Makromolekuláris Kémiai Intézet” igazgatója. Bogdan azt is nyilvánosságra hozta, hogy Elena támogatása ellenére Cristofort 1976-ban a Iași-i Műszaki Egyetem vezetéséből eltávolítottatta, miután a *Securitate* lehallgatta egy beszélgetését a bukaresti nyugatnémet nagykövettel, amelyben Elenát műveletlen analfabétának nevezte. 1957 és 1967 között Elena három szabadalmát is elismerték a polimerek előállítására, ezekhez persze szintén semmi szakmai köze nem volt.

Diktatórikus ténynek tekinthető az is – és ezzel befejezzük rövid összefoglalónkat –, hogy Elena mindenkitől elvárta, hogy *Doctor Inginer Academician si Director General CNST-nek* (doktor, mérnök, akadémikus vezérigazgatónak) szólítsák.

## A vég

1989-ben a román nép fellázadt, Elena és Nicolae Ceaușescut harcok közben letartóztatták. Egy *Targoviste* nevű városkában egy nem teljesen törvényes alkalmi törvényszék elkövetett bűneik alapján halálra ítélte őket, és gépfegyverrel mindkettőjüket kivégezték. ●●●

## IRODALOM

- Cosmin Popa: Elena Ceaușescu sau Anatomia unei Dictaturi de Familie (Elena Ceaușescu, avagy egy családi diktatúra anatómiája). Litera Kiadó, 2021.  
Edward Behr: Kiss die Hand, You Cannot Bite. The Rise and Fall the Ceausescus. P. Gethers Wilard Books, 1991.  
Ion Mihai Pacepa, Red Horizons: The true story of Nicolae and Elena Ceausescu's crimes, lifestyle and corruption. Regnelly Pub. Inc., 1987.



Kutasi Csaba

# A textíliák fénnyel szembeni viselkedése

A színes és fehér textiltermékek jelentős hányada részben vagy teljesen kültéri használatú. Ezért lényeges a napfény hatásának kitett színes cikkek várható színváltozásának, a fehérek sárgulásának vizsgálata. Ehhez különböző, fénnel, időjárással szembeni színtartósságot és anyagöregedést vizsgáló meghatározások állnak rendelkezésre. Megjegyzés: színes textíliának nemcsak az egyszínűeket tekintjük, hanem a többszínű (pl. nyomott-mintás, tarkán szövött, kötött) termékeket is.

A napsugárzás minden hullámsávja hozzájárul a színes textilanyagok fakításához, egyes megfigyelések szerint vannak esetek, amelyeknél a 600 nm-nél nagyobb hullámhosszúságú sugarak a teljes fakulás mintegy felét okozzák.

## A színes textíliák fényállóságát befolyásoló tényezők

A színezékekkel kapcsolatos újabb kutatások szerint minden szerves vegyület – függetlenül attól, hogy színességet biztosító csoport (kromofór) van-e benne – képes a fény adott hullámhosszúságú összetevőinek abszorbeálására, azonban csak a színezékek képesek erre az emberi szem érzékenységi határán belül. A fényabszorpcióhoz fontos a színezékmolekulák gerjeszthetősége.

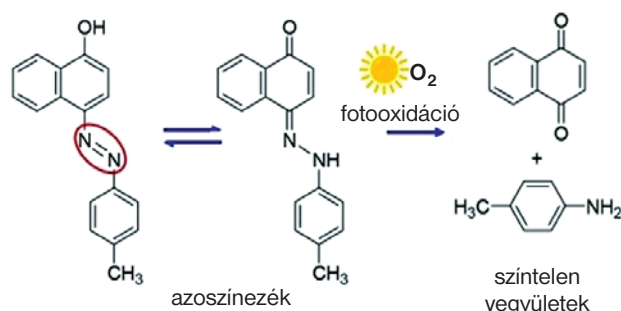
A korábbi Witt-elmélet szerint a telítetlen kromofór csoportok biztosítják az aromás színezékek részleges fényelnyelő képességét. Fontos szerepük van a színes vegyületeket színezékké tevő bázisos vagy savas auxokróm vegyületrészeknek (amino, hidroxil, karboxil, szulfo stb.) is, ezektől függ a vízdoldhatóság, továbbá a szálon való megkötődés is. A kromofór és auxokróm csoportok együttesen alkotják a kromogén vegyületet.

A konjugált és növekvő számban jelen levő kettős kötések  $\pi$ -elektronjainak gerjesztése kisebb energiaigényű, így a fényabszorpció a látható tartományba kerül. A kiterjedt konjugáció alapját a koplánaris szerkezet (az aromás gyűrűk, a molekula felépítésében részt vevő atomok egy síkban fekszenek) teszi lehetővé.

A textiliparban használt színezékek több mint 50%-a olyan szerves vegyület, amelynek kromofór konjugált rendszerében egy, két vagy több *azocsoport* van. Ezek hatására jön létre a fényabszorpció, ami a fotokémiai reakcióhoz vezet. Az azoszínezékek fotokémiai reakciói oxidációs, redukciós, illetve gyökös formában mennek végbe (általában vegyes mechanizmussal **1. ábra**).

A színezék szerkezetén kívül a színezett textília fényállóságát befolyásolja:

- A *színezés módja* (pl. mesterséges szálak esetében szálmasszában történő színezés a szálgyártó iparban  $\rightarrow$  pl. árnyékoló textíliák; bármilyen eredetű szálhalmaz, fonal, kel-



1. ábra. Azoszínezék fakulása fotooxidáció hatására

- me, darabáru utólagos színezése a textiliparban  $\rightarrow$  pl. ruházati- és lakástextiltermék),
- a *színezék kötődése* a szálhoz (pl. másodrendű kötőerő, ionos kötés, kovalens kötés),
- a *színezék aggregációs mértéke*,
- a szálba bevitt *színezék koncentrációja*,
- a *szál anyagi minősége és finomsága*, a kelme *felületképzési módja*, miután a különböző szálanyagok és textilanyagok eltérő mértékben abszorbeálják a fakulást okozó fény- és UV-sugárzási komponenseket,
- a textilanyag *elő- és utókezelése* (pl. réz-, nikkel-, króm- és kobaltionok javítják, az egyes műgyantás és kationos utókezelések rontják a fényállóságot),
- a *szennyeződések* (pl. verejtek) hatása, végül, de nem utolsósorban
- a használati hely *környezeti sajátossága* (légtérben levő szennyezők, a természetes sugárzás összetevői).

## A színes textiltermék napfény hatására bekövetkező fakulásának oka

Az adott színezet fakulását a látható fény és az UV-sugárzás színezékmolekulákra gyakorolt hatása (molekulaszerkezet-változás, kémiai átalakulás) okozza. A *fotodegradációnak* nevezett folyamatban a színezék izomerátalakulása következhet be, illetve a vegyület színességét biztosító kromofórcsoport károsodik. A nap elektromágneses spektrumából főleg az UV-A-sugárzás (részben az UV-B) fotonenergiája okozta bomlás vezet a szín elhalványulásához, végső esetben színtelenné válásához. Tapasztalatok szerint a szeretlen színes vegyületek (pl. pigmentek) általában fényállóbbak, mint a szerves változatok.

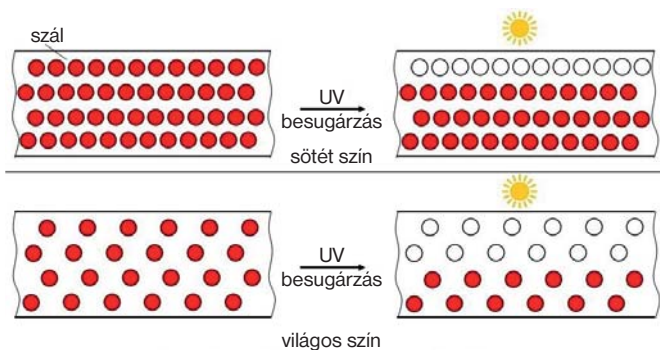
A fotodegradáció során a színezékmolekulák fakulását különféle kémiai folyamatok okozzák. A fotonnal reagáló színes molekula alapállapotból gerjesztett állapotba kerül, ami rendkívül reaktív és instabil. A gerjesztettből alapállapotba történő visszatérés során szuperoxidgyök keletkezik és atomos oxigén szabadul



fel, ez vezet általában a szálasanyagban levő színezék kedvezőtlen szerkezetváltozásához. A jellemző fotokémiai reakciók:

- A *fotolízis* során a színes vegyületet a fotonok lebontják. A reakció homolitikus kötésfelhasadással járva okozza a színezőanyag fakulását.
- A *fotooxidáció* során az elegendő energiájú foton gerjeszti a színezékmolekulát, az így végbemenő oxidációs folyamat a kromofór rendszer átalakulásával elhalványulást okoz. A karbonil (C = O) kromofór csoportú színezékek különösen érzékenyek az oxidációra.
- A *fotoredukció* esetén a telítetlen kettős vagy hármas kötet tartalmazó kromofór csoportok hidrogén hatására és elegendő energiájú fotonok jelenlétében telítetté válnak. A telítettség csökken a kromofór rendszer mértéke, ami a színezék fakulásához vezet.
- A *fényérzékenység* a színezett cellulózalapú szálasanyagok színkárosodásához vezet, miután a cellulózból szabaddá váló hidrogén fotoredukciót fejt ki, a textilanyag esetleges szilárdágcsökkenését is kiváltva. Egyidejűleg a színezék oxidálódik a légköri oxigén jelenlétében, a színezőanyag fakulásos fotooxidációját előidézve.

A szálasanyagra felvitt *színezékmennyiség* (pl. tömegszázalékos koncentráció) közismerten lényeges, fényállóságot befolyásoló tényező. A sötétebb színezetek jobban ellenállnak a fény- és egyéb elektromágneses sugárzásnak, ugyanakkor a világosabb színezéseknél nagy a fakulási kitérttség. A sötét színek esetében a nagyszámú színezékmolekulából csak kevés szenved elváltozást, a többi károsodásmentes színezékrészecske közel fenntartja a színezet mélységét. A világosabb színeknek a kisebb mennyiségben jelen levő színezékmolekula miatt a fakultan elváltozottak nagyobb hatással vannak a részleges színvesztésre. A kisebb koncentrációban előforduló színezékek elektronmobilitása nagy, így az elektronok könnyen kilépnek, ami a kromofór rendszer mintegy töréséhez vezet (2. ábra).

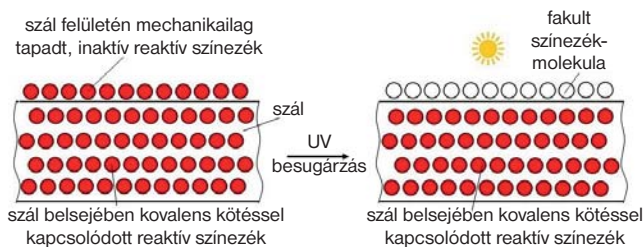


2. ábra. A színezékkoncentráció hatása a fényvel szembeni színtartóságra

A színezékek *kémiai szerkezete*, a színezék-szál kapcsolat fajtája is befolyásolja a színes textilanyag fényállóságát.

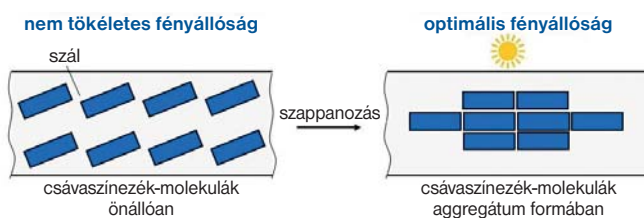
A cellulózalapú szálakban a *reaktív* színezékmolekulák – amelynek fényvel szembeni ellenállása a színes alapváztól függ – közismerten kovalens kötéssel kapcsolódnak a szál aktív csoportjaihoz. A kémiai kötéssel rögzített színezék fényvel szembeni színtartósága általában jó, azonban a szálfelületen mellék-vegyértékezőkkel tapadó részecskék könnyen fakulnak (3. ábra).

A fehérjealapú szálak színezésére alkalmas *fémkomplex* színezékek jobban ellenállnak a sugárzásnak, mint a savas színezékek. A komplexvegyületben jelen levő fém képes elnyelni a sugárzás energiát, ami hővé alakul.



3. ábra. A megfelelő fényállóságú reaktív színezék fakulása

A *csávaszínezékek* szerkezetükből adódó kedvező fényállósága akkor érvényesül, ha a színezékmolekulák aggregátumot képezve vannak jelen a szálban. Ennek érdekében lényeges a színezést követő befejező műveleteknél hatékonyan elvégezni az ún. szappanozást (4. ábra).



4. ábra. A szappanozási művelet hatása a fényállóságra

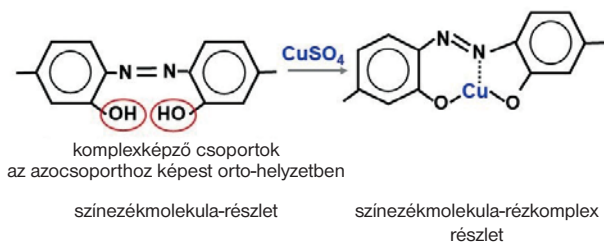
Általánosítható, hogy a csávaszínezékeken kívül az egyéb jó aggregációs képességűek fényvel szembeni színtartósága eleve kedvezőbb.

A *természetes szálak* közül a gyapjú a látható és UV-sugarakat jól elnyeli. Ugyanakkor a pamut és a selyem gyengébb fényvel szembeni ellenállása jellemző, miután a kelmén áthaladó sugárzás kedvez a színezéket fakító fotodegradációs folyamatoknak.

A szintetikus szálasanyagok *diszperziós színezésénél* a különböző szálpolimerek esetében eltérő a fényvel szembeni színtartóság alakulása. Például a színezett poliészter szálak jobb fényállóságot mutatnak, mint a poliamid szálak. A mattírozott mesterséges száltípusok fényvel szembeni ellenállása eleve jobb, mert például a titán-dioxid adalék az UV-sugárzás döntő részét elnyeli. A szálfelületen maradt, gyengén kapcsolódó színezék viszont igen érzékeny a napfényhatásra. Az 1 dtex-nél finomabb *mikroszálak* „vékonysága” miatt annyira nagy lesz a besugárzott fajlagos felület, hogy a normál színezett szálakhoz képest adott színezék fényállósága romlik. Ugyanakkor a normál szálak színezéséhez szükséges színezékmennyiség 2-3-szorosa kell azonos színzet eléréséhez, a nagyobb koncentráció fényállóság szempontjából kedvezőbb.

A színezékszerkezetből adódó kiváló fényállóságot egyes *kikécsítőszer*ek ronthatják, például a különböző műgyantás végkikécsítések, főleg direkt és reaktív aszinszínezékek esetében. Színváltozást is előidézhetnek, ennek és a fényállóság-csökkenésnek a hatásmechanizmusa még nem kellően ismert, lényegesen előtérbe kerülnek az empirikus információk (ezért fontosak a próbaként végzett modellkísérletek, ill. fényállóság-meghatározások, vitás esetekben objektív színmérési kiértékeléssel). Az egyes – nedves színtartóságot növelő – *kationos utánkezelő szer*ek is gyengítik a fényvel szembeni ellenállást.

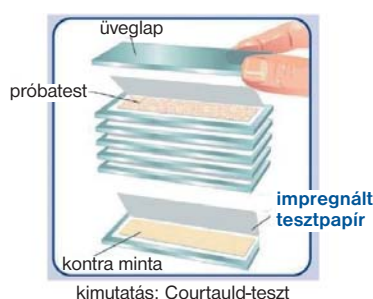
A régebben elterjedt, alkalmas direkt színezékek esetében (amennyiben a szerkezet lehetővé tette) a *részös* (egyszerű, ill. komplex) utánkezelés fényállóság-növelő hatását is kihasználták (5. ábra).



5. ábra. Példa rézsós utánkezelés fényállóság-növelő hatására

## A fehér textilanyagok sárgulásának okai

A textiltermékek sárgulása régóta elterjedt külsőképi elváltozás. Gyakran előfordul, hogy szintelen vegyületek bomlanak, a maradványok sárgás színt képeznek. A sárgulási hajlam összefügg a textília *öregedésével*, ugyanakkor a nem megfelelő *tárolási és tisztítási* módszerek is okozhatják. A különféle *légtéri szennyező* anyagok magas koncentrációja szintén befolyásoló tényező (6–7. ábra).



- fenol jelenléte a textílián: ha a pH értéke 8,5 fölött van, a levegőben lévő nitrogén-dioxid jelenléte kiváltja a reakciót; a hosszú ideig tartó nedves tárolás tovább katalizálja a sárgulást
- a polietilén fólia öregedésgátló anyaga is sárgulást okozhat



6. ábra. A fenolos antioxidáns káros mellékreakcióban sárgulást okoz



7. ábra. A textíliák sárgulásának okai

## A fényvel szembeni színtartósság vizsgálata

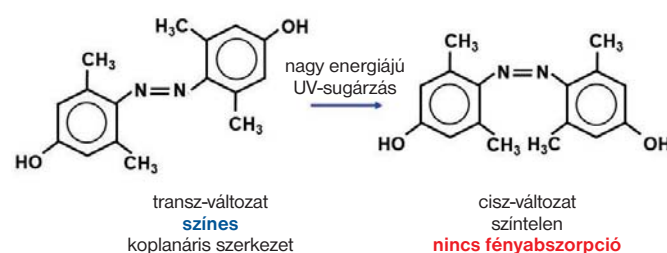
A napfénynek kitett textíliák elváltozására régen figyeltek. Kb. 300 évvel ezelőtt Franciaországban színezett gyapjú fényvel szembeni színállóságát próbálták elemezni természetes fényhatás során. A Német Színtartóssági Bizottság [Deutschen Echtheitskommission (DEK)] 1913-ban bevezette az ún. kékskálát, a fényállósági tesztelek etalonsorát. Szintén a DEK adott ki színtartóssági szabványokat (DIN). Egy évtizeddel később a Kelme-

festők és Koloristák Szövetsége [Dyers and Colourists Society (SDC)] az Egyesült Királyságban, valamint az Amerikai Textil-kémikusok és Koloristák Szövetsége [American Association of Textile Chemists and Colorists (AATCC)] az USA-ban szintén színtartósság-vizsgálati előírásokat kezdett szabványosítani.

Jelenleg többek között a következő szabványok foglalkoznak a vonatkozó színtartóssági és egyéb kapcsolatos vizsgálatokkal: Természetes fényvel szembeni színtartósság; Színtartósság mesterséges fényvel szemben: xenon ívlámpás vizsgálat; Színtartósság időjárással szemben: szabadtéri vizsgálat; Színtartósság mesterséges időjárással szemben: xenon ívfénylámpás vizsgálat; A fotokrómia kimutatása és értékelése; Színtartósság és öregedés mesterséges fényvel szemben, nagy hőmérsékleteken: xenon ívlámpás vizsgálat; Mesterséges verítékkel nedvesített textíliák fényvel szembeni színtartóssága.

Fontos, hogy az ún. *fotokrómia* káros jelenségének kiküszöbölésére a vizsgálandó mintákat 24 óráig fénytől elzárta, sötétben tárolják. Ugyanis egyes szerves színezékek kristály-, illetve molekulaszervezete a megvilágítás hatására visszafordítható színváltozást szenved (színiük átmenetileg a hosszabb hullámhossz felé tolódik), majd sötét helyen (esetleg vörös fényvel besugározva) tárolva visszanyeri eredeti állapotát.

A *fotokrómizmus* az adott vegyület molekulájának reverzibilis átalakulása a két változat között, miközben az elektromágneses sugárzás elnyelése (fotoizomerizáció) során a két forma különböző abszorpciós spektrumokkal rendelkezik. A fotokrómizmust általában olyan vegyületeknél alkalmazzák, amelyeknél a visszafordítható fotokémiai reakció során az elektromágneses spektrum látható részén lévő abszorpciós sáv rendkívüli mértékben megváltozik (8. ábra).



8. ábra. Azonos színezék különböző molekulaszervezetű változatainak fényabszorpciója

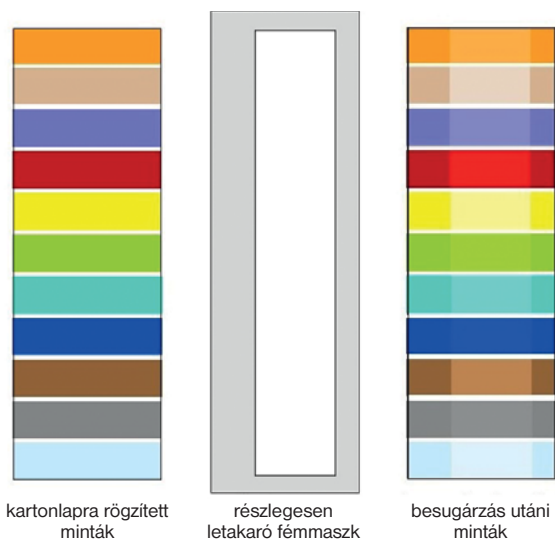
Egyes innovatív textíliák közismerten markánsan képesek reagálni a környezeti körülmények változására. A fotokróm textíliák *visszafordíthatóan* képesek megváltoztatni színüket (9. ábra).



9. ábra. Fokozottan fotokróm színezékkel készült divattextil termékek



Visszatérve a fényvel szembeni színtartóság-vizsgálatokra, a *xenon ívfényforrás* körüli pályán körbekeringő és – több vizsgálati módszernél – fordulatonként 180°-kal elforduló a mintatartóban elhelyezett próbadarab részleges takarásával végzik a meghatározást (az elfordulás a nappalok és éjszakák váltakozó hatását imitálja, **10. ábra**)



**10. ábra.** A mesterséges fényvel szembeni vizsgálat elve

A fényállóság meghatározásánál a *relatív légnedvesség* és a *hőmérséklet* jelentős befolyásoló tényező, például 85%-os relatív légnedvesség esetén 3,5-szer gyorsabban következik be adott színváltozás, mint 45%-nál (konkrét színezékekkel színezett textilanyag fakulása 4-szer nagyobb mértékű 40 °C-on, mint 10 °C esetén).

Vannak kombinált vizsgálatok is, például az izzadság és a fény együttes fakító mértékének megállapítására (pl. egyes sport- és katonai ruházatoknál). A gépkocsi-üléshuzatok fényállóságát 65–90 °C-os térben kontrollálják, tekintettel a nyáron szabadban és napsütésben parkoló, szellőzetlen járművekben uralkodó körülményekre (**11. ábra**).



**11. ábra.** Xenotest készülékek és működésük

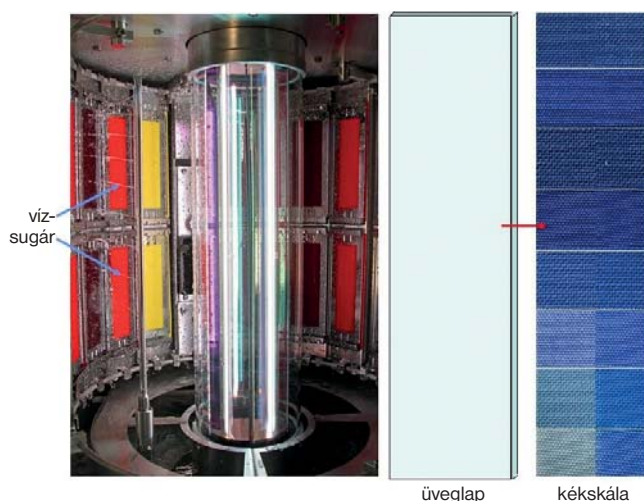
A fényvel szembeni színtartóságot 1–8 fokozatig terjedő *kékskálával* határozzák meg. Az európai kékskála különböző fényállóságú (1-es gyenge, 8-as kiváló) színezékekkel színezett vágatokból készül, ezért az egyes fokozatoknál különböző színezetek fordulnak elő. Az amerikai kékskála különböző fényállóságú (L2-es gyenge, L9-es kiváló) színezékekkel színezett szálanyagokból, ezek arányos keverésével (fonás, majd szövés) készülnek, így kö-

zel egységes színezetek jellemzik. A fényvel szembeni színtartóság értékelésnél is a vizuális értékelés az elfogadott. Vitás esetekben szükséges a pontos színváltozás (színezet, telítettség, világosság) színméréses meghatározása, erre szabvány is rendelkezésre áll.

## A vizsgálatok elve, a megvilágítási idő mértéke

Mindenekelőtt fontos, hogy a xenon ívlámpa kb. 2000 üzemórát biztosít megfelelő besugárzást, ennek leteltekor cserélni kell.

Állandóan azonos megvilágítási időtartamot nem lehet kikötni, vizsgálatonként szükséges meghatározni. Helytelenül elterjedt az egységesen 360 órás vizsgálati idő, ez változóan kb. 320–400 órás tartományban előforduló fényhatás lehet. Mindig az adott szabvány vizsgálati módszerében leírtaknak megfelelően addig kell mesterséges fénynek kitenni a próbadarabokat (mintavágatokat) a kékskálával (gyapjúetalonok) együtt, ameddig az etalonosor kikötött elváltozása eléri az általában szürkeskála szerinti rögzített fokozatot (**12. ábra**).



**12. ábra.** Időjárással szembeni mesterséges vizsgálat

Pár évtizede megfigyelték, hogy az egyébként jó izzadságállóságú színezékekkel színezett textíliák elváltoznak, ha az izzadsággal átitatott terméket napfény éri. A szabadban dolgozó és pl. rendvédelmi személyek által hordott, az edzés és sportolás, illetve túrázás közben viselt színes ruházatok csak akkor lesznek színtartóak, ha a mesterséges verítékekkel nedvesített textíliák fényvel szembeni színtartósága kedvező eredményt mutat. Egyértelműen bizonyított, hogy a külön-külön elvégzett, izzadsággal, illetve fényvel szembeni színtartósági vizsgálat kifogástalan eredménye nem jelent garanciát. Ezért fontos a kombinált – egyidejű izzadság- és fényállóság-tesztelés; ennek jó eredménye esetén lesz ellenálló a verejtékekkel nedvesedett és napfénynek kitett színes ruházat. Ennél a meghatározásnál előzőleg az izzadságállósági vizsgálatnál ismert lúgos, illetve savas kémhatású oldattal telítik és kipréselik az anyagtartóba behelyezésre kerülő vágatot. A vizsgálati mintát például 40 °C-os anyaghőmérsékleten éri megfelelő összetételű és idejű mesterséges fénysugárzás.

A színezékválasztás során a színezékgyártók mintakönyvei útmutatást adnak a színezék fényvel szembeni színtartóságára is, konkrét koncentráció/k vonatkozásában.

Befejezésül a **13. ábrán** foglaltuk össze azokat a főbb befolyásoló tényezőket, amelyek a textiltermék fényvel szembeni színtartóságára hatással vannak

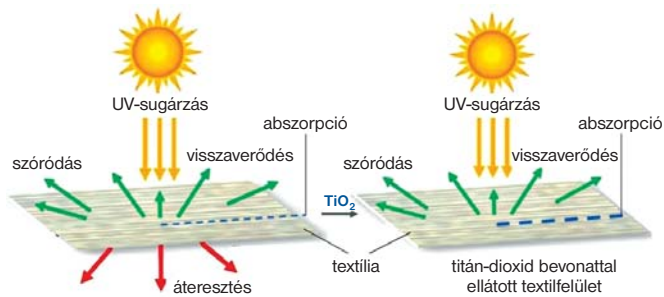


13. ábra. A textiltermékek fényállóságát befolyásoló tényezők összefoglalása

### Az UV-abszorbensek hatása

Az UV-sugárzás káros hatásai ellen védelmet nyújtó segédanyagok tartoznak ide, amelyek a textíliák fényvel szembeni színtartóságára ugyan alig vannak hatással, ugyanakkor a szálanyagok károsodását csökkentik. A nap energiájának körülbelül 10%-a ultraibolya sugárzásból származik (ami a légkör szűrőképessége következtében valamivel csökkenti a földfelszínre jutás mértékét).

Az alkalmas UV-abszorberek elnyelik ezeket a sugarakat, és átalakítják ártalmatlan hőenergiává. Ugyanakkor alkalmazásuknál hátrányos, hogy az UV-abszorberek elszíneződést is okozhatnak nagyobb koncentrációban. A textíliák szálanyag, felületképzési módja (pl. szövött, kötött, egyéb), szerkezetből adódó porányi nyílásai (pórusai), a kialakított szín, a kikészítő segédanyag és adalékai (pl. az UV-abszorberek), illetve az optikai fehérítők egyaránt befolyásolják a termékek UV-sugárzási kitettségét (14. ábra).



14. ábra. A textilanyagra felvitt UV-abszorbens hatása

A különböző színezékek többsége elnyeli a fény adott spektrumrészletét, néhány pedig a közeli ultraibolya tartományt is.

Az UV-abszorberek szerves vagy szervesetlen szintelen vegyületek, a 290–360 nm-es UV-tartományt fokozottan elnyelik, szórják. Például a *titán-dioxid* és a *cink-oxid* abszorpciók képessége az UV-tartományban (280–400 nm) hatásos. A nanoméretű (pl. 10–50 nm-es) titán-dioxid, ill. cink-oxid részecskék tartós utólagos felvitellel felvihetők a mesterséges szálakba, valamint a textilanyagra. Így lehetőség nyílik textíliák felületének nanorészecskés bevonására (polimer mátrixokban). Az UV-sugárzás káros hatásai ellen védelmet nyújtó – szükség szerint UV-stabilizálóval ellátott – textiltermékek közé tartoznak a különböző ruházatok, kiegészítők (például sapkák, kalapok), árnyékoló szerkezetek.

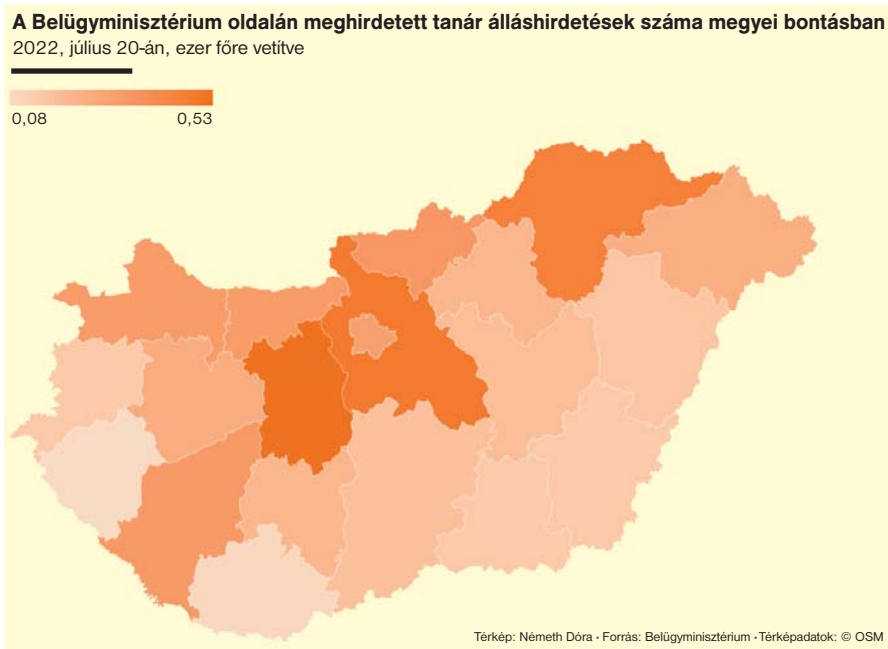
#### IRODALOM

- [1] Dr. Rusznák István és szerzőtársai: Textilkémia II. Tankönyvkiadó, Budapest, 1988.
- [2] Dr. Péter Ferenc és szerzőtársai: Színezékek kézikönyv. Műszaki könyvkiadó, Budapest, 1982.
- [3] Lukács Gyula: Színmérés. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1968.
- [4] Marosi József, Tánczos Ildikó: Textilvegypari kémiai technológia I. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.
- [5] <https://textilelearner.net/light-fastness-of-textiles-factors-affecting/>
- [6] <https://www.fibre2fashion.com/industry-article/3070/yellowing-of-textiles>
- [7] [https://www.farbechtheit.info/pdfs/symposium\\_okt2011/vortraege/03\\_Valdeperas\\_History\\_of\\_50\\_years\\_of\\_ISO\\_Meetings.pdf](https://www.farbechtheit.info/pdfs/symposium_okt2011/vortraege/03_Valdeperas_History_of_50_years_of_ISO_Meetings.pdf)
- [8] Fényvel szembeni színtartósságvizsgáló MSZ EN ISO 105 szabványok
- [9] Xenotest készülékgyártók prospektusai
- [10] <https://www.fibre2fashion.com/industry-article/2328/uv-protection-finishes>

## Tanárhiány

Az e havi számunkban megjelent Beköszöntőből idézzük: „Abból lesz a jó kémikus, akinek jó kémiatanára van.” Hosszabb idő óta ismétlődő kérdés, különösen az év indulásakor, hogy vajon lesz-e egyáltalán kémiatanára fiataljainknak. Ehhez a kérdéshez szolgálunk egy nem túl optimista olvasnivalóval a következő linken: <https://www.szabadeuropa.hu/a/tanarhiany-oktatas-pedagogus/31950797.html>. Tanulmányos írás.

KT





TÚL A KÉMIAŊ

## Ütközési sötétanyag-hiány

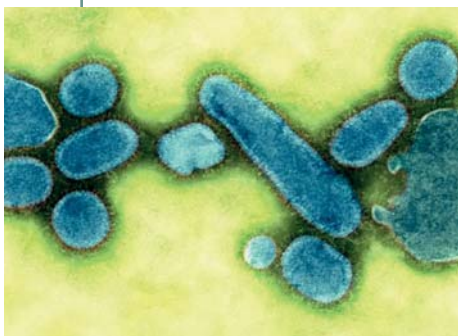


A világegyetem ismert anyagának mintegy 85%-a sötét anyag, ennek a gravitációs hatása általában feltétlenül szükséges a galaxisok egyben tartásához. Ez a szabály azért nem teljesen általános: a közelmúltban felfedezett NGC 1052–DF2 és NGC 1052–DF4 galaxisokban a sötét anyag aránya majdnem három nagyságrenddel ki-

sebbnek bizonyult a vártnál. A jelenség elméleti értelmezésére már korábban is születtek elképzelések, ezek egyikében két törpegalaxis ütközése szükséges mintegy 300 km/s-os relatív sebességgel. A most publikált megfigyelések azt mutatták ki, hogy az NGC 1052–DF2 és NGC 1052–DF4 galaxisok egymáshoz képest 358 km/s sebességgel mozognak, s ennek iránya alapján mintegy nyolcmilliárd évvel ezelőtt összeütközhettek. Persze ebben az esetben az ütközés maradványaként olyan helyeknek is fenn kellett maradnia, amelyek a szokásosnál is nagyobb mértékben állnak sötét anyagból: ezeket még meg kellene keresni az elméleti elképzelés teljes alátámasztásához.

*Nature* 605, 435. (2022)

## Vírústítok egy berlini pincében



A világvjárvány még nem ért véget, ezért is igen fontos, hogy az 1910-es évek végén pusztító spányolnátha háttérét minél jobban megértse a tudomány. Ehhez ad nagy lökést a Berlińi Orvostörténeti Múzeum pincéjében talált, 1918-ból származó tudominták

elemzése. A tizenhárom mintából háromban volt jelen kimutatható mennyiségben a kórt okozó vírus, ezek RNS-tartalmát vizsgálták meg. Korábról mindössze két, ezekkel összevethető minta volt csak ismeretes. Az összehasonlítás azt mutatta, hogy a kulcsfontosságú enzimek, például az RNS polimeráz is jelentősen megváltoztak a kórokozóban még egyazon járvány ideje alatt is. Azt is sikerült valószínűsíteni, hogy a manapság H1N1 néven ismert influenzatörzs az 1918-ban járványt okozó vírus utóda.

*Nat. Commun.* 13, 2314. (2022)

Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: [lenteg1206@gmail.com](mailto:lenteg1206@gmail.com).

A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő internet-oldalon: [http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index\\_magyar.html](http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index_magyar.html)

## CENTENÁRIUM



K. Fajans: Zu meiner Arbeit: »Die Energie der Atom-bindungen im Diamanten und in aliphatischen Kohlenwasserstoffen« *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft (A and B Series)*, Vol. 55, pp. 2826–2838. (1922. szeptember 16.)

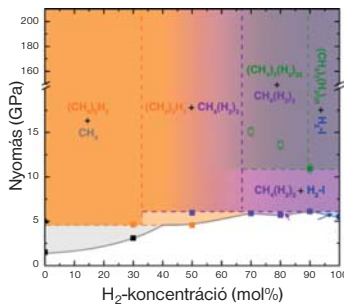
Kazimierz Fajans (1887–1975) amerikai–lengyel fizikai kémikus volt. A radioaktivitás megismerésének hőskorában Ernest Rutherford csoportjában kutatót, felfedezte a protaktínium elemet. Későbbi munkásságából származnak a szervesetlen kémia Fajans-szabályai, amelyeket mind a mai napig használnak annak egyszerű előrejelzésére, hogy egy kötés ionos vagy kovalens természetű lesz-e elsősorban. Fajans az 1930-as években Németországban dolgozott, majd zsidó származása miatt Amerikába menekült, ahol a University of Michigan professzora lett Ann Arborban.

## APRÓSÁG



Az élelmiszerek szállítása nagyjából évi hárommilliárd tonnával növeli az emberiség szén-dioxid-kibocsátását.

## Hidrogéntartalom-rekord



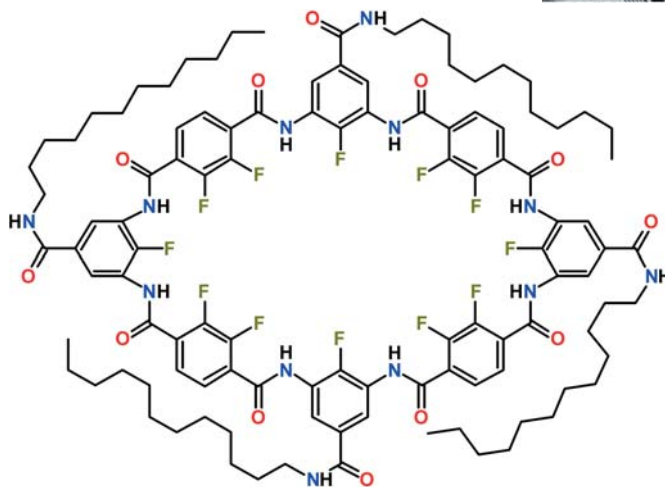
A hidrogén és a metán a vízzel együtt a Naprendszer három leggyakoribb molekúljája. Azt gondolhatnánk, hogy már mindent tudunk a tulajdonságaikról, de a természet azért még szerezhet meglepetéseket. Ezek egyike az, hogy 5 GPa nyomáson a metánt és hidrogént tartalmazó rendszerekben  $\text{CH}_4(\text{H}_2)_2$  összetételű, van der Waals-kölcsönhatásokkal összetartott adduktumok alakulnak ki. Ha hidrogénfelesleg jelenlétében a nyomás tovább növekszik 10 GPa-ra, akkor hasonló szerkezetű  $(\text{CH}_4)_3(\text{H}_2)_{25}$  „szupermolekulák” is létrejönnek, amelyek egészen kivételes tulajdonsága, hogy bennük a molekuláris hidrogén aránya 51, a hidrogénatomé pedig 63 tömegszázalék. A kutatások szerint ez az adduktum 150 GPa-ig megőrzi stabilitását, ami jórészt annak köszönhető, hogy a hidrogénmolekula viselkedése már nem követi benne a klasszikus részecskék sajátosságait, inkább a kvantummechanika által előre jelzett, kevésbé intuitív szabályoknak felel meg. *Phys. Rev. Lett.* 128, 215702. (2022)



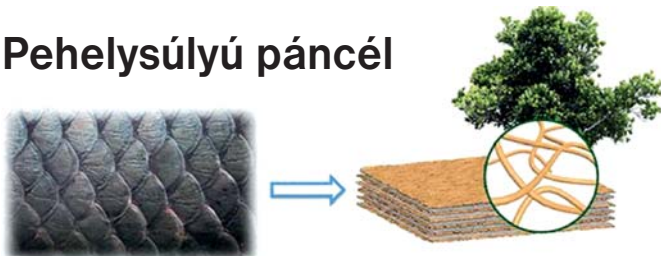
## A HÓNAP MOLEKULÁJA

A képen látható cikloloigoamid ( $C_{108}H_{128}F_{12}N_{12}O_{12}$ ) elkészítését a teflon víztaszító tulajdonsága inspirálta. Középen nemcsak a rajzon, hanem a valóságban is üreg van, így a nagyjából síkalkatú molekulák aromás részei között létrejövő „stacking” típusú kölcsönhatás miatt egymás mellé sorakozó rétegekben csatornák jönnek létre, amelyeken a víz nagyon gyorsan jut át. Az oligomer tagszámának változtatásával a csatorna átmérőjét is szabályozni lehet, a legkisebb elért méret 0,9 nanométer. Az ilyen szerkezetű anyagoknak a jövőben a vizek sómentesítésénél jelentős szerepe lehet.

*Science* 376, 738. (2022)



## Pehelysúlyú páncél



Az Amazonas folyóban élő arapaima nevű halfaj kemény külső bőre még a piranhák fogainak is képes ellenállni. Ennek a titkát elvesze kínai tudósok új, rendkívül könnyű, mégis páncélkeménységű anyagot készítettek. Lignocellulóz és egy keresztkötéseket tartalmazó sziloxán típusú polimer felhasználásával alkották meg a speciális szerkezetet: ebben a halbőrhez hasonlóan az egymással közvetlenül érintkező rétegekben a rostok iránya egy picit eltér egymástól, ez eredményezi az összességében igen nagy ellenálló képességet. A tesztek alatt az anyagban egy kilótt pisztolygolyó is csak csekély mechanikai sérülést okozott.

*ACS Nano* 16, 7525. (2022)



## Korallgyilkos naptej

Az oxibenzon (más néven benzofenon-3) kozmetikai készítményekben, így például naptejekben is gyakran felhasznált, UVA-t és UVB-t is elnyelő anyag. Már korábban is tudták róla, hogy a tengerekben élő korallokra káros hatású, s a közelmúltban sikerült megismerni ennek az okát is. A korallok életfolyamatai során az oxibenzon glikozilációs reakción megy át, és a termék még mindig fotoaktív. UV-fény hatására az élőlényekre káros hatású, oxigénközpontú gyökök keletkeznek belőle, amelyekből láncreakciók beindítása miatt kis mennyiség is nagy pusztítást okozhat. Az eredmények szerint a stressznek kitett, fehéredő korallok jóval érzékenyebbek a mérgező hatásra, mint az egészségesek.

*Science* 376, 644. (2022)

## Terpéngyártó korallüzem

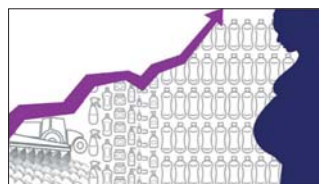


Amikor a naptejszennyezés mérgező hatása elhanyagolható, akkor a korallok életfolyamatai során összetett szerkezetű terpének is keletkeznek. Ezt két, egymástól függetlenül dolgozó kutatócsoport is kimutatta a közelmúltban, s azért volt

meglepő, mert az állatokban eddig csak nagyon egyszerű terpének bioszintézisét ismerték. A vizsgálatok során a korallgenomokban terpén cikláz nevű enzimet kódoló részt azonosítottak, majd további kísérletekben olyan fehérjéket is találtak, amelyek funkció csoportokat visznek fel a gyűrűs terpénekre. Ilyen molekulákat korábban csak mikrobákban láttak, de ebben az esetben minden kétséget kizáróan a korall genomjában voltak: így valószínűleg tűnik, hogy az evolúció során eredetileg baktériumok szimbiózisa révén kerültek a magasabb rendű élőlénybe.

*Nat. Chem. Biol.* 18, 659. (2022)

*Nat. Chem. Biol.* 18, 664. (2022)



## Vegyszeres terhesség

Egy amerikai tanulmány szerint az Egyesült Államokban élő terhes nők vizeletében többtucatnyi

olyan mesterséges anyag jelentős szintje mutatható ki, amelyek károsíthatják a magzatot. A potenciálisan ártalmas anyagok mennyisége jellemzően nagyobb olyan leendő anyák szervezetében, akik rosszabb gazdasági körülmények között élnek. A tanulmány elkészítéséhez öt amerikai államban és Puerto Ricóban összesen 171 várandós nő mintáit vizsgálták meg, elsősorban 103 ismerten vagy valószínűen káros anyagot keresve, például biszfenol, ftálsavészter és policiklusos szénhidrogén típusúakat, illetve rovarirtókat. Ezekből 73-at meg is találtak legalább egy mintában, mintegy 30 pedig legalább a minták felében számottevő mennyiségben volt jelen. A legnagyobb meglepetés a neonikotinoid típusú rovarirtók nagy szintje volt. Az eredmények alapján újabb, ezúttal már több ezer fő bevonását tervező vizsgálat sorozat indult.

*Environ. Sci. Technol.* 56, 6560. (2022)



## Tudományos ülés Antus Sándor emlékére

Az MTA Kémiai Tudományok Osztálya *Molekulák a tükörben: in memoriam Antus Sándor* címmel tudományos ülést szervezett a tavaly elhunyt tudós tiszteletére május 4-én, az MTA közgyűlésének rendezvénysorozata keretében.

Perczel András osztályelnök bevezető köszöntőjét követően tanítványai, munkatársai és kutatótársai az Antus professzor munkáiban is mindig fellelhető sztereokémiai témákban bemutatott előadásokkal emlékeztek tudóstársukra. Az előadások rövid összefoglalóit az elhangzásuk sorrendjében következőkben ismertetjük.

### Antus Sándor: kép és tükörkép

KURTÁN TIBOR

Az előadásban Antus Sándor szakmai életútjának főbb állomásait és szellemi örökségét mutattam be, amely tovább él velünk a távozását után is. Antus Sándor szakmai pályafutásának első 30 éve a Budapesti Műszaki Egyetemhez (BME) fűződik. Itt szerezte meg a vegyészmérnöki diplomát (1968), az egyetemi doktori (1971), a kandidátusi (1977) fokozatot és a kémia tudományok doktora címet (1992). Kutatómunkája flavon- és flavanonszármarazékok szintézisére és átalakításukra irányult, amit német nyelvterületeken eltöltött külföldi tanulmányútjai során bővített ki a kiroptikai spektroszkópiával, sztereokémiával és májvédő,



antioxidáns hatású anyagok vizsgálatával. 1992-ben megpályázta és elnyerte a debreceni KLTE Szerves Kémiai Tanszékének tanszékvezetői állását, így a Debreceni Egyetemhez kötődve kezdődött el pályafutásának második 30 éve.

Kutatási témájában központi szerepet játszott a tükörképi aszimmetria; a királis, nem racém vegyületek tükörképi párjainak megkülönböztetése spektroszkópiai módszerekkel. Az előadásban vázoltam a főbb kutatási irányokat, szakmai eredményeket, elismeréseket, és pillanatképeket mutattam a munkatársakról, a tanszéken folyó életről, a nemzetközi együttműködésekéről. Antus Sándor iskolateremtő lett a Debreceni Egyetemen; 18 PhD-hallgató témavezetője volt, akikkel mindig jó kapcsolatot ápolt és segítette az előmenetelüket.

Távoztával életvidám, segítőkész és nagy tudású kutatót, oktatót, barátot veszítettünk el. Szelleme mindazokban, akik ismerték, tovább él és példaként szolgál. Emlékét megőrizzük.

### Villanások egy nagyszerű ember életéből – amit a Hirsch-index nem mutat

GOTTSEGEN ÁGNES

A szubjektív hangvételű előadás, hatvan év barátságát maga mögött tudva, Sándor néhány tulajdonságát, dolgokhoz való hozzá-

állását idézte fel, szituációkba ágyazottan, nem leltárszerűen. Gottsegen Ágnes tehette ezt, mert 30 évet egy laborban töltöttek, Sanyi laboránsletétől a tudományok doktora fokozatának elnyeréséig, s a következő harmincat is, amikor a debreceni tanszék-vezetőt, majd emeritus professzort ugyancsak heti gyakorisággal követte.

Sándort már hallgatókorában elvárásolta Lempert professzor hallatlanul világos, fegyelmezett előadási stílusa, s ekkor támadt fel benne a vágy, hogy egyszer majd módja legyen „taní-tani”. Erre már a BME Szerves Kémiai Tanszékére kihelyezett Alkaloidekémiai Tanszéki Kutatócsoportban is lehetősége volt, de oktatási tevékenysége Debrecenben, a KLTE Szerves Kémiai Tanszékén bontakozott ki a maga teljességében. Számos külföldi tanulmányútjának nagyszerű hozadékát az általa továbbfejlesztett kiroptikai spektroszkópia meghonosítása és egy kitűnő kutatókból álló iskola megteremtése igazolja – utóbbi reprezentánsai az ország különböző kémiai intézeteiben ma is vezető posztot töltenek be.

Remek szervező, külföldi vendégek figyelmes házigazdája, nagy formátumú kollégái feltétlen csodálója volt, ki képességei és szorgalma révén az MTA rendes tagja és sok kitüntetés tulajdonosa lett, ám empatikus ember lévén mások sikerének is katalizálója volt.

Szinte mindenki szerette, a Covid-19 mégis relatív magányra kényszerítette (kit nem?) – ám e kényszerű magányból Ő már nem tudott visszatérni. Hosszú betegség, de mégis hirtelen, váratlanul halál ragadta el, s azóta „hiánya átjár, mint huzat a házon” (József Attila). *Emléke örökké velünk marad!*

### Enantiomer önfelismerés az NMR-spektroszkópiában, avagy a ritka jelenségek jelentősége

SZÁNTAY CSABA

Általánosan elfogadott nézet, hogy akirális oldatban – azonos kísérleti körülmények között – a racém keverék és a tiszta enantiomer ugyanolyan NMR-spektrumot ad. Ennek közvetlen következménye az a dogma, miszerint az enantiomer-összetétel NMR-spektroszkópiai meghatározása csakis valamilyen királis segédanyag jelenlétében lehetséges. Uskokovic és munkatársai már 1969-ben empirikusan rámutattak arra, hogy bizonyos esetekben – amikor is az analitmolekulák között gyors cserefolyamatú gyenge tranziens asszociatív kölcsönhatások alakulhatnak ki – a racém keverék és az enantiotiszta forma NMR-spektrumai eltérőek lesznek.<sup>1</sup> Ez az eltérés felveti annak elvi lehetőségét, hogy nem racém (szkalemikus) elegyekben az enantiomerek NMR-jelei egymástól „elválhatnak”, így az enantiomer-összetételt királis segédanyag nélkül, közvetlenül az NMR-jelintegrálokból meg lehet határozni. A módszer rendkívül elegáns; egyszerű, robusztus lehetőséget ad például királis gyógyszerhatóanyagokban az enantiomer nyomszennyező meghatározására. Uskokovic és munkatársai ennek a „spontán” elválásnak az okát mindössze három mondatban említették egy igen speciális, önasszociációra hajlamos molekula (dihidrokinin) esetében. Miután a jelenség arány-

<sup>1</sup>T. Williams, R. G. Pitcher, P. Bommer, J. Gutzwiller, M. Uskokovic: *J. Am. Chem. Soc.* (1969) 91, 1871.

<sup>2</sup>Csaba Szántay, Jr., Ádám Demeter: Self-Induced Recognition of Enantiomers in NMR Spectroscopy. In: *Anthropic Awareness: the human aspects of scientific thinking in NMR spectroscopy and mass spectrometry*, Elsevier, 2015, 401–415.

Zoltán Szakács, Andrea Lomoschitz, Zsuzsanna Sánta, Csaba Szántay, Jr.: *Trends in Analytical Chemistry* (2018). 109, 180–197.

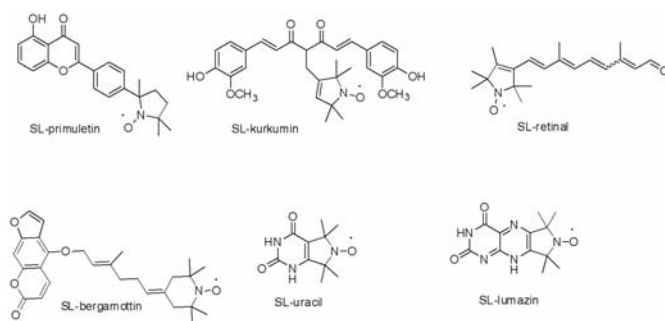


lag ritka, talán nem is csoda, hogy a mai napig kevesen tudnak róla és kevesen realizálják egyrészt a benne rejlő lehetőséget, másrészt azt a veszélyt, amit szerkezetmeghatározási szempontból a jelenség nem ismerete, illetve fel nem ismerése jelenthet. A Richter Gedeon Nyrt. Szerkezetkutatási Osztályán immáron évtizedekre visszamenően aktívan vizsgáljuk az „enantiomer önfelismerés” jelenségét, alaposan kidolgoztuk annak elméletét és körbejártuk számos gyakorlati aspektusát. Rámutattunk arra, hogy az általunk SIRE (self-induced recognition of enantiomers) névre keresztelt effektus tudatos odafigyeléssel, nagy mágneses térerők mellett, illetve megfelelő oldószerválasztással gyakoribb, mint azt a legtöbben gondolnák.<sup>2</sup> A SIRE témaköre reprezentatív példa arra, hogy a ritka, a világon mindössze néhány kutatócsoport által vizsgált – így aránylag kevés tudományos „láthatóság” élvező – jelenségek is mily nagy jelentőségűek lehetnek elvi és gyakorlati szempontból egyaránt.

## Stabilis nitroxid szabad gyökökkel módosított biomolekulák szintézise és vizsgálata

KÁLAI TAMÁS

A stabilis nitroxid szabad gyököket számos területen alkalmazzák, így EPR- és NMR-spektroszkópiában, NMRI és EPRI képalakító eljárások kontrasztanyagjaiként, ko-oxidánsként a szerves kémiában, polimerkémiaili folyamatok szabályozásában, illetve elemek katódanyagainak alkotójaként vagy „szervesalapú” ferromágneses anyagok építőköveiként. Az 1980-as években ismerte fel számos kutatócsoport, így Hideg Kálmán (1934–2018) professzor és munkatársai az akkori Pécsi Orvostudományi Egyetemen (jelenleg PTE ÁOK), hogy a nitroxidok képesek bekapcsolódni a sejtek egyelektron-átmenettel jellemezhető redoxfolyamataiba. Ez a felismerés ösztönözte kutatócsoportunkat arra,



### Nitroxidokkal módosított biomolekulák

hogy érdemes lenne bioaktív molekulákat nitroxidokkal módosítani, de az alapváz szerkezetének és funkciós csoportjainak megváltoztatása nélkül. Többlépéses szintéziseken keresztül sikerült megvalósítanunk a nitroxidokkal módosított, azaz spinjelölt (SL) primuletin, kurkumin, retinal, bergamottin, uracil és lumazin szintézisét. A nitroxidokkal módosított biomolekulák megőrizték az eredeti hatásukat, viszont számos esetben növelték az eredeti biomolekula antiproliferatív hatását és/vagy csökkentették toxicitását. Kijelenthetjük, hogy a nitroxid-biomolekula hibridekben a nitroxidok kismolekulatömegű, nemvitaminszerű anti-oxidánsoknak és SOD-mimetikumoknak tekinthetők, és a jövőben terápiás, illetve diagnosztikai (teranosztikai) jelentőséggel bírhatnak.

## Tükörképi viszonyban lévő molekulák szétválasztása: rezolválás

FAIGL FERENC

A hatékony és szelektív gyógyszerek, a kozmetikumok és a korszerű növényvédők szerek előállításánál egyre többször van szükség a tükörképi izomereket egy-egy arányban tartalmazó racém keverékekből az egyik, a számunkra kedvező hatást hordozó enantiomer tiszta formában történő előállítására.

A Louis Pasteur által 174 évvel ezelőtt megvalósított első rezolválások óta a tükörképi izomerek megkülönböztetésének, szétválasztásának elve nem változott. Az enantiomereket királis fizikai (pl. síkban polarizált fény) hatásokkal különböztethetjük meg vagy optikailag aktív katalizátorokkal, kémiai reagensekkel diasztereoizoméria viszonyában álló párokká alakítjuk, melyeknek fizikai kémiai tulajdonságai már eltérőek, így elválaszthatók egymástól, majd ezekből az enantiomerek külön-külön kinyerhetők.

A rezolválási módszerek egy részénél a diasztereoizomerek képződésének (vagy bomlásának) eltérő sebességét használják ki (kinetikus rezolválások), más esetekben a diasztereoizomeria viszonyában lévő vegyületek eltérő fizikai tulajdonságai szolgálnak az elválasztás alapjául, és szelektív kristályosítással, extrakcióval, desztillációval, membránszűréssel különítik el az izomereket. Az elmúlt évtizedben a kutatók jelentős eredményeket értek el a rezolválás folytonos, áramlásos rendszerekben történő megvalósítása terén. Immobilizált enzimmel töltött oszlopok használatával folytonos kinetikus rezolválásokot írtak le, diasztereoimer komplex képzését követő membránszűrés után folytonos indukált kristályosítással állítottak elő optikailag tiszta aminosavakat, és gyógyszerhatóanyagok sóképzéses rezolválását is megoldották folytonos kristályosító berendezésben.

A BME Szerves Kémia és Technológia Tanszékén működő Kirotechnológiai és Fémorganikus Kémiai Kutatócsoportban több évtizede sikeresen valósítjuk meg racém gyógyszeripari intermedierek és hatóanyagok rezolválását, melyeket ipari partnereink sok esetben szabadalmakkal védett gyártó eljárásokként használnak. Így például sikeresen oldottuk meg egy baktériumellenes hatóanyag és egy arthritis kezelésére használt hatóanyag intermedijének hatékony sóképzéses rezolválását.

Mindkét esetben a megfelelő szolvátképző segédoldószer hozzáadása biztosította az elválasztás kimagasló hatékonyságát. Új módszert dolgoztunk ki az atropizomériát mutató 1-(2-karboxi-6-trifluormetilfenil)pirrol-2-karbonsav optikai izomerjeinek elválasztására is, a tiszta enantiomerekből pedig számos, enantio-szelektív reakciókban használható organokatalizátort állítottunk elő.

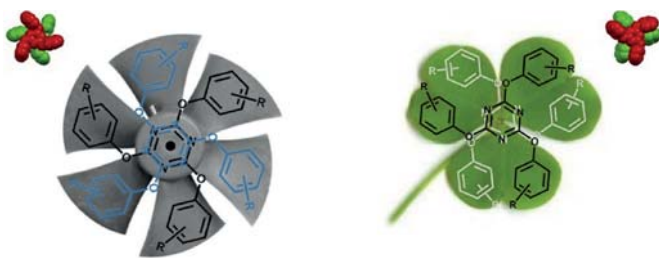
## Sztereo-kémia a diffrakciós szerkezetkutatásban

BOMBICZ PETRA

A krisztallográfus munkája során a monokromatikus, az atomi távolságok méretének megfelelő hullámhosszúságú röntgen-, neutron- vagy elektronsugárzás egykristályról történő visszaverődése alapján Fourier-szintézist alkalmazva tárja fel a molekula, illetve a kristályrács szerkezetét. A kristály legutóbbi definícióját a Nemzetközi Krisztallográfiai Unió 2021-ben adta ki, mely az anyag belső szerkezetén, illetve az anyag és a sugárzás kölcsönhatásán alapul. Az egykristály-diffrakció az egyetlen módszer, mellyel abszolút konfiguráció közvetlen meghatározható, ugyanis anomálishan szóró atomok jelenlétében a kristálytani sík két ol-



daláról szóródó röntgensugár intenzitása kimérhetően eltér. Általában a racém kristályokban a molekulák szorosabban illeszkednek, nagyobb sűrűségű, stabilabb kristályt alkotnak, mint az enantiomer-tiszta megfelelőik. A szupramolekuláris kristályépítéssel az elektrosztatikus kölcsönhatásokat és a térbeli elrendeződés képességét harmonizálja. A molekulában lévő királis atom az adott konfiguráció kialakításával térbeli gátlást jelentve korlátozza a molekuláris flexibilitást, befolyásolja a funkciócsoportok által kialakítható másodlagos kölcsönhatásokat. A szerkezetek ismeretében meg tudjuk magyarázni a diasztereomer aszociátumok közötti stabilitáskülönbséget; halogénezett diasztereomer-párok és kettős sóik szerkezeteivel bizonyítottuk, hogy a rezolválószer kiválasztása nem alapulhat csak a potenciális hidrogénkötések kialakulásának figyelembevételén, és atropizomer párokban tártunk fel (pseudo)szimmetriákat.



**Atropizomeria: a fenilsubstitúció konformációs akadályt képez a 2,4,6-triariloxi-1,3,5-triazin-származékokban különböző szimmetriájú molekuladiádokat kialakítva**

A zárszóban Perczel András osztályelnök a következőkben foglalta össze a tudományos ülés főbb gondolatait és méltatta elhunyt tudóstársuk érdemeit a sztereokémiai kutatásokban:

Mind címével „molekulák a tükörben”, mind az érdekesítő sztereokémia-előadásokkal ez a szimpózium Antus Sándor tagtársunk munkásságának és személyiségének állított emléket. Arra a korra mi már nem emlékezhetünk, amikor nem volt még meg sem a tükör, sem a molekula ma ismert fogalma. Az ókorban, amikor pedig a szimmetria fogalma kiemelt szerepet töltött be a világlátás kialakításában, a tiszta formák keresésében, a legtöbb ember egész életében nem láthatta sem a saját arcát, sem annak tükörképi párját. Legfeljebb csak akkor láthatta tükörképét, ha a sima tó vizébe nézett. A sztereokémikus ma megkísérli a lehetetlent, komplex kognitív folyamatokon keresztül próbálja értelmezni a megtapasztalható és megmérhető információkat.

Az ókori és arisztotelészi világlátást követően, Immanuel Kant némiképpen szkeptikus világlátásának hatására a valóságban és annak objektív megismerhetőségében, úgy ahogy az van – „*ding an sich*” –, sokan kezdtek el kételkedni. S mivel a megismerőből akár 8 milliárd is lehet ma a Földön, ezért vélik ma oly sokan, hogy nincs objektív megismerés, nincs igazság, hiszen alany és tárgy szakadatlan kölcsönhatásban vannak, s az ismeret csak *ennek* gyümölcse. A heideggeri gondolat vezet ki ebből a zsákutcából, amely szerint az igazság egy esemény, egy feltárulkozás. A megfigyelés során tárul fel az emberben a valóság igazi mélysége. Ahol a valóság mélye és lényege igazán fel tud tárulni, az maga az ember. „*Dasein*” ahogy írta Heidegger, amit „ittlé”-ként szoktunk fordítani. Maga az ember az, aki létezik, innen az „ittlé” fogalma. A szubjektum az a hely, ahol az objektív a leginkább meg tud szólalni. Az objektum a szubjektumban tudja leginkább feltárni önmagát. A Világ tehát megismerhető, noha egésze bizonyosan nem csak logikus, nem csak racionális, sőt az

egész talán föl sem fedezhető teljes mélységében és gazdagságában. Einstein írta valahol: „A világ örök misztériuma a megérthetősége, csodás az a tény, hogy megérthető.”

Legyünk hát optimisták és koncentráljunk a lényegre. Sztereokémikusként a világnak erre a mérhető, megismerhető és szép részére figyeljünk úgy, ahogy ez a most elhangzott előadásokból kivilágott, s ahogy ezt tagtársunk, Antus Sándor is tette egész életében! Hiszem azt, hogy Ő már kiegészülve látja a Világot, nem tükör által homályosan, hanem színről színre, egy más perspektívából. Töltse el a mi szívünket is ez az öröm, s Ő nyugodjék békében! (MTA KO)



## Az átmenetifém-organikus kémia és a homogén katalízis hazai megteremtője: Markó László (1928–2022)



Markó László 1928-ban született Debrecenben. Bár a családi háttér inkább az orvosi pálya felé irányította – édesapja röntgenológus volt –, hamar elköteleződött a kémia és a geológia mellett. Az előző életre szóló hivatása, az utóbbi hobbi lett. Középiskolai tanulmányait jórészt a II. világháború alatt végezte a budapesti Reichsdeutsche Schule-ban és a Református Gimnáziumban. 1947-ben érettségizett, majd ugyanebben az évben felvételt nyert a Budapesti

Műszaki Egyetemre, ahol 1951-ben vegyész-mérnöki diplomát szerzett. (Az egyetemi felvétellel kapcsolatban fontos megjegyezni – ő maga is gyakran emlegette –, hogy az utolsó pillanatban sikerült, hiszen a fordulat évében erre nem sok esélye lett volna.) 1951-ben a BME kémiai technológiai tanszékeinek laboratóriumaiban korábban megalakult, majd Veszprémben került Magyar Ásványolaj- és Földgázkísérleti Intézetbe (MÁFKI) kapott meghívást.

A Berty József tanácsára elkezdett, kobaltvegyületek jelenlétében végzett alkénátalakítások a kezdeti nehézségek ellenére szép eredményeket hoztak, a hazai homogén katalitikus kutatások alapjainak tekinthetők. Sokunk számára meghatározó élményt jelentett, amikor Markó professzor úr az akkori évek technikai és analitikai nehézségeinek leleményes leküzdéséről mesélt. „A hamvasan kibontakozó magyar kémiai ipari alap kutatások időszakát éltük” – jegyezte meg találóan. (Valószínűleg kevesen tudják, hogy a nemzetközi szakirodalomban a „homogén katalízis” kifejezést két kutatóval (Berty, Natta) együtt Markó László használta először.) A kobaltkarbonilokkal végzett katalitikus reakciók kutatási területén készült egyetemi doktori disszertációját 1959-ben védte meg. 1963-ban hasonló területen szerzte meg a kémiai tudományok kandidátusa fokozatot.

1965-ben kinevezték a Veszprémi Vegyipari Egyetem Szerves Kémia Tanszékeének élére, először egyetemi docensi, majd 1969-től egyetemi tanári beosztásban. A tanszékvezetés mellett az 1965-ben alakult MTA Petrolkémiai Tanszéki Kutatócsoport vezetői feladatait is rábízták. Markó László remekül élt a lehetőséggel: fiatal, dinamikus csoportjával új területek kutatásába kez-



dett, a kor technikai színvonalát tekintve jó eszközökkel és műszerparkkal. A kutatási témák között továbbra is szerepelt a kobaltkatalizált homogén katalitikus karbonilezési reakciók mechanizmusának vizsgálata, a többmagvú (gyakran többfémes), döntően karbonilligandumokat tartalmazó klaszterek szerkezetének és elemi reakcióinak felderítése. Új kutatási területként jelentkezett a további átmentifémek (elsősorban a ródium) különböző királis és akirális foszfinligandumokkal képezett komplexeinek hidrogénezési reakciókban történő alkalmazása. A C=C kettős kötést tartalmazó prokirális vegyületek enantioselektív hidrogénezése mellett mind a C=N, mind a C=O kettős kötések hasonló reakcióinak kutatásában munkatársaival nemzetközi visszhangot kiváltó eredményeket ért el. 1968-ban nyerte el a kémiai tudomány doktora címet. 1976-ban az MTA levelező, 1987-ben rendes tagjává választották.

A hatvanas évek közepétől tudatosan széles körű, intenzív nemzetközi kapcsolatok kiépítésébe kezdett. Egyetlen mérce volt: a szakmai kiválóság. A tanszéki szemináriumokon a szakma legkiválóbb kutatói adtak elő. Mai fejjel szinte elképzelhetetlen, mekkora élményt és motivációt jelentett a hetvenes-nyolcvanas években egy fiatal kutató számára a szemináriumot követő személyes találkozás a kutatási terület kiválóságaival, a gyakran csak kezdeti eredményekről való kötetlen beszélgetés. Jórészt ezeknek a kapcsolatoknak köszönhetően ösztöndíj-lehetőségek nyíltak meg a legjobb nyugat-európai és egyesült államokbeli egyetemeken, szakmai előrelépést és jó anyagi körülményeket kínálva minden munkatársnak.

Jelentős változást hozott életében 1986, amikor négy évre a néhez helyzetben levő MTA Műszaki Kémiai Kutatóintézetének vezetésével bízták meg, melyet sikeresen indított el új fejlődési pályán. Bár tanszékvezetői feladatait más vette át, egyetemi tanárként tovább oktatta a hallgatókat, és a Petrolkémiai Kutatócsoport munkáját 1998-ig irányította. 1998-tól a Veszprémi Egyetem (Pannon Egyetem) professor emeritusa volt.

Szerencsésnek mondhatja magát, aki tanulmányai során Markó László előadásait élvezte. Kítűnően felépített, jó hangulatú előadások voltak, melyeken a krétán kívül soha semmiféle segédeszközt nem használt. Kiváló szakmai felkészültsége, intellektusa, humora lenyűgözte a hallgatókat. Szigorú vizsgáztató volt, de a hallgatókkal jó kapcsolatokat ápolt. Rendkívül kedvelt oktatóként több ízben elnyerte a VVE legnépszerűbb oktatója címet. Nem maradt ki a kötetlen programokból sem: a Veszprémi Egye-

temi Napok (VEN) „inverz egyetemi” rendezvényein csapatkapitányként vezette a tanszéki munkatársakat. Többkötetes, Farády Lászlóval és további munkatársakkal összeállított szerves kémia jegyzete ma is alapmű a veszprémi diákok számára. Még tapasztaltabb kutatók számára is meglepő – és ez a rendkívül átgondolt szerkesztési elveket dicséri –, hogy a „Markó-Farády”-ban minden alapismeret megtalálható.

A tudományos közéletben is komoly feladatokat vállalt. Hogy csak a legfontosabbakat említsük: 1989 és 1996 között az MTA Kémiai Tudományok Osztályának elnöke, majd 1996 és 2002 között a Veszprémi Akadémiai Bizottság elnöke volt.

Több külföldi egyetemre (Würzburgba, Chicagóba, Rennes-be, Toulouse-ba, Modenába) kapott vendégprofesszori meghívást. 1990 és 1993 között a European Science Foundation nemzeti bizottsága, 1998-tól a Central European Academy of Science and Art tagja volt.

Számos tudományos-szakmai díj és állami elismerés mellett (Állami Díj, Alexander von Humboldt-díj, Magyar Köztársasági Érdemrend Középkeresztje, Arany János Közalapítvány Nagydíja, Akadémiai Aranyérem) szűkebb pátriája is messzemenően elismerte tevékenységét. A Területi Prima Díj, a Cholnoky-díj, a Pannon Tudományos Díj birtokosa. 2011-ben Veszprém Város Díszpolgára címmel tüntették ki.

Markó László sokszínű egyéniség volt. Hobbiként barlangkutatással is foglalkozott, kutatásai és közleményei alapján 1998-ban a Magyar Karszt- és Barlangkutató Társulat tiszteleti tagjává, 2000-ben a Bakonyi Barlangkutató Egyesületek Szövetsége tiszteletbeli elnökévé választotta. Érdekelte a történelem; szenvedélyesen gyűjtötte a 19. század második felének és a 20. század első felének történelmi ereklyéit a Kossuth-bankóktól a könyvmatos bélyegeken át az '56-os röpcédulákig. Nyugdíjas éveit sem tétlenkedett, ismeretterjesztő cikkei jelentek meg az élet keletkezésével, majd a kozmikus katasztrófákkal kapcsolatban.

Iskolateremtő tudósként sok fiatal kollégáját vezette be a kémia rejtelmeibe, tette őket elkötelezett kutatóvá. Sokat követelt, de sokat is adott. Megkérdőjelezhetetlen szakmai tekintélyével, hallatlan alaposágával, igényességével és sokoldalú tájékozottságával irányít mutató vezetője volt minden szakmai közösségnek, ahol feladatot vállalt. Tanítványai között több egyetemi doktor, kandidátus, MTA doktor, sőt akadémikus is van, akik kutatói örökségét továbbadják a következő nemzedékeknek.

Nyugodjék békében! **Skodáné Földes Rita, Kollár László**

## Simonné Dr. Sarkadi Livia EuChemS-kitüntetése

A European Chemical Societyban (EuChemS) hosszú időn át végzett kiemelkedő fontosságú, önzetlen és hasznos tevékenysége elismeréseként Simonné Dr. Sarkadi Liviának a szervezet a *EuChemS Awards for Service* kitüntetését adományozta. A kitüntetés ezekben a napokban adják át ünnepélyes körülmények között Liszabonban, a EuChemS éves kongresszusán.

Simonné Dr. Sarkadi Livia a BME Vegyész-mérnöki és Biomérnöki Karának egyetemi magántanára, a Magyar Agrár és Élettudományi Egyetemen (Gödöllő) működő Élelmiszerkémiai Kutatócsoport vezetője. Fő kutatási területe az élelmiszerek minősítése biológiai aktív komponenseik alapján.

Mint az olvasóink által jól ismert, 2001 óta egyesületünk elnöke.

Simonné Dr. Sarkadi Livia nemzetközi tevékenységének kezdete 1996-ra datálódik, amikor a EuChemS elődszervezetében, a FECS Élelmiszerkémiai Divíziójában (Food Chemistry Division, FCD) nemzeti képviselő lett. Aktív tevékenységének köszönhetően 2002-ben vezetőségi taggá választották, majd a lehetséges két cikluson keresztül 2006 és 2009 között titkár volt, ezt követően, 2009 és 2014 között az FCD elnöki tisztségét töltötte be.

A EuChemS vezető testületében, az Executive Boardban 2012 és 2014 között a EuChemS-divízióelnökök képviselőjeként, majd 2014 és 2021 között rendes tagként tevékenykedett.

Vezetői tevékenysége mellett számos nemzetközi konferencia tudományos és szervezőbizottságának tagjaként több, Magyarországon megrendezett EuChemS-konferencia szervezésében vett részt aktívan, többek között az FCD legrangosabb konferenciái közül a EuroFoodChem-konferenciasorozatból a X. jubileumi (1999) eseményt is Budapesten tartották.



Az MKE elnökeként házigazdája volt a EuChemS közgyűlésének 2013-ban.

Kimagasló nemzetközi tudományos és tudományszervezői tevékenységéért eddig több kitüntetésben részesült, melyek közül kiemelkedik a 2015-ben kapott *IUPAC 2015 Distinguished Women in Chemistry*.

Kitüntetése alkalmából Sarkadi Liviával a EuChemS hírlevelében angol nyelvű interjú jelent meg, amelyet alább angolul közlünk.

Ezúton is gratulálunk Elnök Asszonyunknak kitüntetéséhez és további sikereket kívánunk a szakmában, a közéletben és a magánéletben!

KT

• • • • •

## Interview with Livia Simon Sarkadi, recipient of the 2021 EuChemS Award for Service

*Livia Simon Sarkadi is the recipient of the 2021 EuChemS Award for service. She was given this honour as a recognition of her outstanding commitment and hard work in fostering Chemistry in Europe, along with the activities and goals of EuChemS. In addition to the EuChemS Award for Service, her work was also recognised by IUPAC, from whom she received the “Distinguished Women in Chemistry/Chemical Engineering Award”.*

*What has drawn you to the area of food chemistry?*

We often hear that teachers have a big influence in arousing children’s professional interest. I can confirm this with my own example, as my interest in biology and chemistry has grown thanks to two extraordinary high school teachers. I am particularly interested in the branch of chemistry that is closely linked to the biological systems, animal and plant organisms that, as food, affect the quality of our daily lives and health. That is why I chose the Faculty of Chemical Engineering at the Technical University of Budapest, the only university at that time, where I could specialise in food chemistry.



*You’ve been serving as the President of the Hungarian Chemical Society (HCS) for more than 10 years. What do you consider the key achievements of the society under your leadership?*

I was very pleased to be elected as the first female President of the Hungarian Chemical Society (HCS) in more than a century, and it was a particular honour to be elected in 2011, the International Year of Chemistry. Managing a male-dominated Chemical Society with a long tradition is not an easy task, as a woman and as a representative of food chemistry that is not part of the mainstream of chemistry. Becoming President of HCS gave me the opportunity to demonstrate my experience and ability as a leader but also to promote my own special field of chemistry.

As the important result, I consider the broadening and strengthening our relationship with international organisations, and the renewal the division of young chemists to encourage their activities in HCS, and the division of chemistry teachers to promote chemistry education, as well as the division of the retired chemists so as not to move away from professional life.

*As a President of the HCS, you have prioritised international scientific cooperation. What made you decide to do so, and what kind of benefits did this bring about?*

Hungary has a long tradition of chemical science. We are very proud of our five Nobel laureates in Chemistry of Hungarian origin. All of them gained their knowledge in Hungary but they had to go abroad to achieve this extraordinary result. In the 21<sup>st</sup> century, it is more difficult to achieve high-level scientific results without international cooperation. EuChemS benefits all smaller National Chemical Societies by being able to take an active part in European research policymaking, internationalising their organisations through collaboration, knowledge transfer and exchange, and professional meetings. I was always very active in organisational matters such as planning and arranging conferences, meetings, get-together parties, and networking. Over the past 10 years, a number of international conferences have been organised in Hungary, helping Hungarian researchers to build international contacts.

*You are also an IUPAC “Distinguished Women in Chemistry or Chemical Engineering” awardee. What are your thoughts about this award and the state of women in STEM?*

Recognition of your results is always a good thing, especially if it is done internationally. In 2011, we commemorated Marie Curie, the first female Nobel Laureate in Chemistry. As more attention is being paid to her professional successors, I personally welcome the establishment of this award. Today, women certainly have more opportunities to study than in previous eras and so their presence in science is no longer unusual. There would be no need for such gender discrimination if the statistics showed almost the same recognition number for women and men.

Of course, it is also true that fewer young girls love so-called difficult subjects and later choose fewer professions that require STEM knowledge. Fortunately, a number of national and international promotional programs have been launched for young girls to allay their fears about these disciplines and encourage them to choose a STEM career.

*You are one of the editors of the book “European Women in Chemistry”, in which the challenges of female scientists in the past centuries are discussed. How do you see the contemporary scientific landscape for women – are there any challenges we systematically overcome? Which ones remain? Are there any new ones emerging?*

It gives me great pleasure to be one of the editors of the book which features 54 well-known (including 4 female Nobel laureates in chemistry) and lesser-known female portraits from 18 countries, including Hungarian researchers. The stories are a good example of the difficulties faced in the past by ladies who gave their heads to learning and wanted to take an active part in science. In many ways, it may be more difficult to build a career as a woman scientist to this day, but the examples in the book also show that with a lot of perseverance and commitment, as well as the right support, the goal can be achieved, even if it is the Nobel Prize. I myself believe that it is primarily aptitude and not whether you are a woman or a man that determines professional achievement and excellence. A number of programs to help women have recently been launched. While the so-called women’s quota is not very pleasant for women in many cases, but it must be recognised that it is still necessary to increase the number of



women in certain positions. We hope that the need for this distinction will gradually disappear.

*This interview is nearing its end – is there anything specific you would like to highlight to our readers?*

I feel very fortunate to be one of my female colleagues who may have held a leadership position, both nationally and internationally, in a way that is still considered extraordinary. The message of my example is that with dedicated and persistent work, and of course a little support, everyone can achieve their goal.

**Marton Kottmayer**

## IB-ülés a Richterben

A koronavírus-járvány lecsendesedése után, 2022. június 22-én az egyesület Intézőbizottsága kihelyezett ülést tartott. Az ülés helyszíne – köszönhetően Szántay Csaba kitarító szervezőtevékenységének és a vállalat fogadókészségének – a Richter Gedeon Nyrt. impozáns Kémiai Kutató- és Irodaépülete volt.

A délelőtt a vállalat és az MKE kapcsolatának elemzésével telt. Ennek keretében Szántay Csaba házigazda rövid köszöntője után Sebők Ferenc, az MKE Richter Gedeon Munkahelyi Csoportjának vezetője „MKE és a Richter, a kémia közösségformáló ereje” címmel mutatta be csoport munkáját. A csoport munkája kiemelkedően jó, és sokrétű tevékenysége nagyban hozzájárul ahhoz, hogy ma a fiatalok körében presztízse van annak, hogy a Richterben helyezkedjen el. Ezt követően Sándor Márta, a Richter PR és Kormányzati Kapcsolatok Osztályának munkatársa „Egy történelmi gyár 120 éve” című előadásában adott áttekintést Richter Gedeon életéről és a gyógyszergyár időnként viharos, de összességében igen sikeres történetéről. Kérdésünkre elmondta, hogy ezzel az előadással a gyárba belépő új munkatársak mindegyikét megismertetik. A délelőtti program végén, az ülésen tiszteletét

tette Orbán Gábor, a cég vezérigazgatója is. Az MKE elnöke, Simonné Sarkadi Livia méltatta a Richter sokoldalú társadalmi szerepvállalását, az oktatás és az oktatásban dolgozók kiemelt támogatását és a MKE-vel évek óta igen jó kapcsolatát, mindezt az egyesület részéről a vezérigazgatónak átadott apró ajándékkal köszönte meg.

Rövid ebédszünet után az egyesület előtt álló őszi feladatokkal folytattuk munkánkat. Ezek közül a legfontosabbat főtitkárunk, Mika László a következőképp fogalmazta meg: Merre tovább, MKE? A megbeszélés a lehetséges jövőbeni irányvonalak megfogalmazásának szellemében telt. Az mindannyiunk számára egyértelmű volt, hogy a pandémia annyira megváltoztatta a működési feltételeinket, hogy a régi módon nem tudunk a jövőben működni. Abban vannak csak eltérések közöttünk, hogy milyen mértékű és tartalmú váltásra van szükség, hogy fenn tudjuk tartani a kémikus társadalom széles köreinek képviselését, szolgálatát, szakmai fejlődését, vonzóak maradjunk számukra és mindehhez az anyagi feltételeket is megteremtjük. Ez lesz a jövő év legfontosabb kérdése, melyben világos alternatívákat kell tudnunk felvázolnunk. Ennek kell alárendelni a 2023-ban esedékes vezető-

ség- és tisztújítást is. Felelősségteljes év elé nézve, de jó hangulatban fejeztük be az IB-ülést és kívántunk egymásnak jó munkát, kellemes pihenést és magvas gondolatokat a nyári hónapokra. Találkozunk szeptemberben.

KT

## Vegyészkonferencia

Eger, 2022. június 15–17.

Régóta vártuk az újabb Vegyészkonferenciát, hiszen 2017-ben volt utoljára ilyen rendezvénye a MKE Szerves Kémiai és Gyógyszerkémiai Szakosztályának. A járványhelyzet megakadályozta, hogy korábban találkozzunk. Online formában nem lett volna értelme a megtartásának, hiszen ezen az eseményen hagyományosan fontosak a személyes találkozók, konzultációk. A korábbi Pallos László, Mátyus Péter és Wölfling János által szervezett programok kellemes emlékeket hagytak bennünk.

A MKE ügyvezető igazgatójának és csapatának gondos előkészítő munkája, valamint a Szerves- és Gyógyszerkémiai Szakosztály vezetőjei tagjaiból álló bizottság szervező munkája eredményeképpen június 15–17. között az egri Eszterházy Károly Katolikus Egyetemen tartottuk a szimpóziumot 145 fő részvételével. Gyakorlatilag valamennyi egyetem, kutatóhely és releváns ipari cég képviseltette magát. 15 fiatal pályázat után kapott támogatást a konferencián való részvételhez. A tematika a szerves kémia minden területét lefedte, így a természetes és heterociklusos kémiát, az elemorganikus, környezetbarát, elméleti, ipari és gyógyszerkémiai aspektusokat. A négy plenáris előadást (Perczel András, Greiner István, Dormán György és Jacek Nycz) 15+5 perces prezentációk követték, esetenként két párhuzamos szek-



cióban. Összesen 45 előadás hangzott el senior és fiatal szakemberek tolmácsolásában. A prezentációk jelentős visszhangot, konstruktív vitákat váltottak ki.

Az idei Vegyészkonferenciát három, a tavalyi évben elhunyt kiváló szerves kémikus, Fülöp Ferenc, Antus Sándor és Schneider Gyula emlékének dedikáltuk. A három laudáció a megjelent családtagok jelenlétében hangzott el.

Újítás volt, hogy a poszterszekciót a rendezvény teljes ideje alatt megtekinthették a résztvevők.

A szervezőbizottság kiváló kísérőprogramokról gondoskodott. Az első estén egy sörtechnológiai plenáris előadásban volt ré-





szünk Schindler József tolmácsolásában, ami sörkóstolóval kötötték egybe. A fogadás a Korona Borházban volt, kiváló vacsorát kaptunk, és legalább 10 féle bort kóstolhattunk. A jó hangulatú multság nem sokkal éjfél előtt ért véget.

Reményeink szerint 2024 nyarán ismét találkozunk! További információk (a konferencia programja és a szponzorok) a <https://vegykonf2022.mke.org.hu/> honlapon található. Az előadások összefoglalói a <https://vegykonf2022.mke.org.hu/e-konyv> linken érhető el.

**Keglevich György**

## Múzeumok Éjszakája a Vegyészeti Múzeumban

„Újragombolt hagyományok” címmel hirdették meg a szervezők a 2022. évi programot. Az Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum és Tagintézményei is örömmel csatlakoztak a felhíváshoz, hiszen két év kihagyás után, 20. alkalommal rendezték meg ezt a népszerű nyári eseményt.



A kiemelt tematika lehetőséget adott egy olyan értelmezésre is, amely bemutatja egy szakterület fejlődését, vagyis az eszközök, felfedezések, a régi tudás „újragombolása” milyen fejlődést ért el napjainkra. Ezt kihasználva választottuk programunk alcímül a „Mossuk tisztára” szlogent.

A programokat két partnerrel együttműködve állítottuk össze és bonyolítottuk le. Egyik partnerünk a Várpalotai Városszépítő és Védő Egyesület volt, akikkel korábban már sikeres együttműködést hoztunk létre ezen a területen is. Másik partnerünk a Pannon Egyetem Mérnöki Kar Természettudományi Központ Környezeti és Szervetlen Fotokémiai Kutatócsoportjának munkatársai voltak, akikkel már szintén évekre visszanyúló szakmai kapcsolatunk van.

A meghirdetett esemény 2022. június 25-én 18 és 22 óra között zajlott a Thury-várban, a Vegyészeti Múzeum termeiben. Négy témában hangzottak el bemutatók, amelyek a következők voltak:

„Egykor vár, ma kulturális és idegenforgalmi központ”, a Városvédők előadásában.

„Mossuk ki a szennyest!”, amelyben a múzeumi műtárgyak felhasználásával kaphattak betekintést az érdeklődők az egyik legősibb háztartási munkába. Itt a mosás és annak járulékos munkafolyamatai, mint a mángorlás, vasalás és ezek tárgyi eszközeinek a fejlődése kerültek elő.

„Hogy jutottunk el a fékezett habzástól az intelligens mosóporokig?” címmel a múzeumi egykori igazgatója tartott bemutatót a mosószerek fejlődéséről.

Az est fénypontjaként izgalmas kísérletek következtek a mosás témakörének szemléltetésére az Egyetem munkatársainak bemutatójában.

Az est folyamán az ismertetett tematikára és a múzeum érdekességeire épülő feladatlapokkal is vártuk látogatóinkat, sőt illatpróbán is tesztelhetők a tudásukat. A gyerekek buborékfújásban, szivárványfestésben is kipróbálhatták magukat. A megfőttöket ajándékkal jutalmaztuk, és szerény vendéglátás is várta az érdeklődőket. A programok zárásaként a múzeum állandó kiállításában látható eszközökkel (mosósulyok, faházás mosógép, faszenes vasaló, vasalókályha, mángorlók) ismerkedhettek meg közelebbről a látogatók. A múzeum adottságainak megfelelő, maximális kihasználtsággal zajlottak a programok, a legtöbb érdeklődő a kísérleti bemutatóra érkezett az este folyamán.

**Vargáné Nyári Katalin**

## Vegyipari mozaik

**A 31. Ifjúsági Tudományos és Innovációs Tehetségkutató Verseny díjátadóján az Egis-díjat a fehérjék fotokémiai jelölésére alkalmas berendezés fiatal feltalálója vette át.** A Magyar Innovációs Szövetség középiskolásoknak szóló pályázatát 31. alkalommal hirdették meg. Az összesen tíz díjazottat 53 pályázó közül választották ki, a díjakat az innovációért és kultúráért felelős miniszter, Csák János adta át a Magyar Tudományos Akadémia dísztermében.

Az Egis-díjat idén Barna Benedek László, a Budapesti Szent István Gimnázium tanulója kapta az UV-Covbel nevű, fehérjék li-



gandumalapú fotokémiai jelölésre alkalmas berendezésért, mely hozzájárul az élettani és gyógyszer tudományi kutatásokhoz. (<https://hu.egis.health/ala-feherjek-fotokemiai-jelolesere-alkalmas-berendezes-fiatal-feltalaloja-vehette-at-az-egis>)



**Az ABB-technológia Európa legnagyobb petrolkémiai beruházása, az Olefin III projekt.** A termelést fokozó és energiahatékonyságot javító technológia 20 év óta Európa legnagyobb petrolkémiai beruházása, melyre az ABB a Hyundai Engineeringgel és a Técnicas Reunidasszal közösen kapott megbízást folyamatirányító rendszerük (DCS), az ABB Ability™ System 800xA telepítésére a lengyelországi Płockban megvalósuló Olefin III komplexum területén.

Az ABB a PKN Orlent segíti, mely többféle megoldást nyújt ahhoz, hogy elsősorban az etilénnek és a propilénnek az előállításával járó CO<sub>2</sub>-kibocsátás mértékét 30%-kal csökkenteni tudják.



Az Olefin III beruházás 60%-kal fogja növelni a cég termelési kapacitását és 100 hektárral a területét.

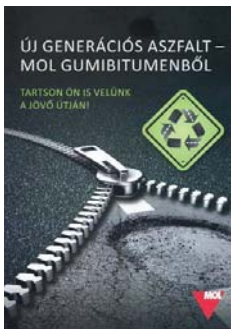
Az ABB vezérlési és fejlett automatizált rendszerei segítik növelni a termelés hatékonyságát, növelik a hozamot, elemzik az alapanyag-felhasználást, követik az energiafelhasználást, illetve biztosítják a termékek minőségének fenntartását.

A projekt várhatóan 2024-ben fejeződik be és 2025-ben kezdi meg működését. (<http://new.abb.com/hu>)



### A MOL ajánlatot tett a magyarországi hulladékkezelési koncesszióra.

A magyarországi települési szilárdhulladék-kezelési szolgáltatások hosszú távú koncessziós pályázatra nyújtotta be a kötelező érvényű ajánlatát a MOL, mely összhangban áll a MOL-csoport Shape Tomorrow 2030+ stratégiájával. A fő célja, hogy a vállalatcsoport a körforgásos gazdaság vezető szereplőjévé váljon a régióban, tevékenysége pedig karbonsemleges legyen 2050-re.



A hulladékgazdálkodási koncesszió 35 évre szól; 2023. július 1-től indul, és évente 4,5–5 tonna hulladék begyűjtésén felül a kezelését is rendezi. Világi Oszkár, a MOL-csoport vezérigazgató-helyettese elmondta: „Ez komoly feladat és felelősség, de rendkívül elszántak vagyunk, hiszen a hulladékgazdálkodás fejlesztése rengeteg lehetőséget tartogat az egész régió számára. Meggyőződésem, hogy a MOL-nál megvan minden szükséges emberi erőforrás és infrastruktúra ahhoz, hogy beindítsa a térség körforgásos gazdaságát. Sokéves tapasztalatunk van az újrahasznosításban: elég csak a 100–120 ezer tonna saját hulladék kezelésére, a használt gumiabroncsokból készülő gumibitumenre vagy a használt sütőolaj és a műanyag újrahasznosításra gondolni. Ezt a tudást szeretnénk most kiterjeszteni a koncesszió belüli teljes hulladékgazdálkodásra.”

A MOL ajánlata értelmében vállalta, hogy 50 milliárd forint beruházási költséget vállal az első 10 évben; az első 5 évben egy új létesítményt épít, amely évente minimum 100 000 tonna települési szilárd hulladék energetikai hasznosítására alkalmas; illetve felvásárolja a Nemzeti Hulladékgazdálkodási Koordináló és Vagyonkezelő Zártkörűen Működő Részvénytársaságot (NKHV-t) és a települési hulladékgazdálkodási közszolgáltató Nemzeti Hulladékgazdálkodási Szolgáltató Kft. (NHSZ) nagy részét. (<https://mol.hu/hu/>)

A MOL ajánlata értelmében vállalta, hogy 50 milliárd forint beruházási költséget vállal az első 10 évben; az első 5 évben egy új létesítményt épít, amely évente minimum 100 000 tonna települési szilárd hulladék energetikai hasznosítására alkalmas; illetve felvásárolja a Nemzeti Hulladékgazdálkodási Koordináló és Vagyonkezelő Zártkörűen Működő Részvénytársaságot (NKHV-t) és a települési hulladékgazdálkodási közszolgáltató Nemzeti Hulladékgazdálkodási Szolgáltató Kft. (NHSZ) nagy részét. (<https://mol.hu/hu/>)

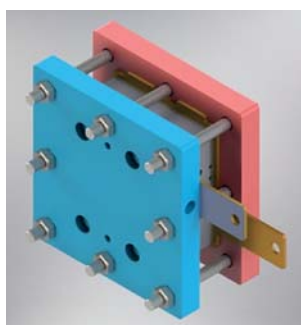
**Online elérhetők az emelt szintű szóbeli kémia érettségi „B” tételrészének kísérleteihez feladatsorok.** Dr. Kiss Edina mesteroktató (ELTE) által készített kiadvány érhető el online, mely az EFOP támogatásával készült. A kiadvány az emelt kémia érettségi szóbeli feladatsorainak kísérleteit mutatja be, segíti a diákokat a felkészülésben.

A feladatgyűjtemény 72 feladatot tartalmaz és a következő linken érhető el: <https://tanseged.us20.list-manage.com/track/click?u=ec5c26d9e50a0e1a1bb52152a&id=5797bd26a0&e=b11fcc0209>.



**Hazai fejlesztésű és gyártású PEM tüzelőanyag-cellák.** Két-napos konferencián és kiállításon mutatta be a Bay Zoltán Kutatóközpont az új projektjét, amely az autóiipari kihívások köré épül; jelentős része a hidrogénalapú technológiák vizsgálatára és fejlesztésére koncentrál.

Mint elmondták: „Kutatóközpontunk szoros együttműködésben az Eötvös Loránd Kutatási Hálózat Természettudományi Kutatóközpontjával a technológiai



lánc egyik kardinális elemével foglalkozunk: a PEM – Proton Exchange Membrane – gázvezető rétegek vizsgálatával. Célunk, hogy az ott végbemenő kémiai, fizikai folyamatok és reakciók között megtaláljuk a javítható részeket, technológiákat és megoldásokat. Vizsgálatunk fókuszában a gázvezető réteg elektro-

mos vezetőképségének javítása áll, speciális áramlási módok alkalmazásával. Első eredményeink visszaigazolják, hogy kis cellaméretben működőképes a technológiai koncepció.” (<https://www.bayzoltan.hu/hu/2022/06/16/hazai-fejlesztesu-cella/>)

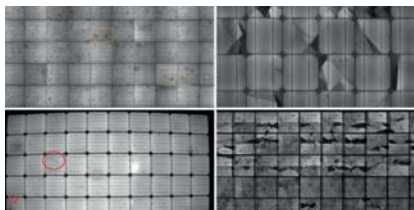


**Az első félévben 30 százalékkal nőtt az üzemanyag-fogyasztás.** A MÁSZ (Magyar Ásványolaj Szövetség) július végén tette közzé, hogy az első félévben 28,7%-kal nőtt a motorbenzin és 35,1%-kal a gázolaj fogyasztása Magyarországon a tavalyi évhez képest, ami átlagosan 32,7%-os növekedést mutat. (<https://www.tisztaujovo.hu/erdekesssegek/2022/07/21/30-szazalekkal-nott-az-uzemanyag-fogyasztas-az-első-fel-evben>)





**Az elhasznált napelemek sorsa.** Jelenleg a napelemek használata egyre jobban terjed az otthonokban. Ennek elsődleges célja a takarékoság mellett a bolygóra nehezedő nyomás, a klímaváltozást előidéző kibocsátás mérséklése. A fosszilis energiahordozókhoz képest a napelemek zöldibbek, de ezek az eszközök is komoly környezetszennyezők. A Világgazdaság szerint: „A fotovoltaikus panelekhez használt alumínium, ezüst, réz, poliszilícium és üveg előállításában negatívan hat a környezetre, de hasonló a helyzet az elemek szállításával, felszerelésével és karbantartásával.” Az elhasznált napelemek ezeken felül nagyobb szennyezést okoznak, mert 30 évente érdemes cserélni őket, de élettartamuk ennél rövidebb is lehet. Az utóbbi időben egyre több cég kezdett foglalkozni a napelemek újrahasznosításának ügyével, tekintve, hogy egyre népszerűbbek, egyre elterjedtebb a használatuk. (<https://www.tisztajovo.hu/kornyezetvedelem/2022/08/01/mi-tortenik-az-elhasznalt-napelemekkel>)



um és üveg előállításában negatívan hat a környezetre, de hasonló a helyzet az elemek szállításával, felszerelésével és karbantartásával.” Az elhasznált napelemek ezeken felül nagyobb szennyezést okoznak, mert 30 évente érdemes cserélni őket, de élettartamuk ennél rövidebb is lehet. Az utóbbi időben egyre több cég kezdett foglalkozni a napelemek újrahasznosításának ügyével, tekintve, hogy egyre népszerűbbek, egyre elterjedtebb a használatuk. (<https://www.tisztajovo.hu/kornyezetvedelem/2022/08/01/mi-tortenik-az-elhasznalt-napelemekkel>)



**Kutatólaboratórium a biogazdaság támogatására.** A pozsonyi Szlovák Műszaki Egyetem (STU) és az ELKH Természettudományi Kutatóközpont (TTK) közös virtuális kémiai laboratóriumot hozott létre, melynek célja az intézmények közötti együttműködés javítása, a határon átnyúló, a régiós biogazdaság támogatását szolgáló közös tevékenységek elősegítése.

A laboratórium a biogazdaságot oly módon segíti, hogy a célcsoportokat kémiai információval látja el a szlovák–magyar határ menti régióban előforduló megújuló hulladék és melléktermék bioanyagokról.

Az eredet és az összetétel összefüggésének feltárásához például az együttműködő partnerek mezőgazdasági hulladékokból és melléktermékekből „biobankot” hoztak létre. A biobankban tárolt anyagok vizsgálata hosszú időre munkát ad a közös laboratóriumnak. A TTK munkáját a ligninben dús papíripari melléktermék jellemzésére és feldolgozására is kiterjesztette. A kémiai feldolgozás első lépése a biopolimer-komponensek elkülönítése és depolimerizálása. A polimer egyik legfontosabb jellemzője a polimer molekulatömegeloszlása. A TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézete egy korszerű gélpermeációs kromatográfot szerzett be a közös laboratórium számára, és üzemeltet biopolimer molekulatömeg-eloszlásának meghatározásához. A berendezés ultranagy hatékonyságú/nyomású folyadékkromatográf (UHPLC) üzemmódban is használható összetett biotermékelemek szétválasztására és összetételének meghatározására.

([https://www.innoteka.hu/cikk/kutatólaboratórium\\_a\\_biogazdaság\\_támogatására.2545.html](https://www.innoteka.hu/cikk/kutatólaboratórium_a_biogazdaság_támogatására.2545.html))



**Kápluszef – helyszíni szemle.** Az Természettudományi Kutatóközponttól és a volt KKKI-ról szóló rövid írásban Kardos Julianna többek között megállapítja: „[Az ELKH TTK] négy kémikus főigazgató után (Pálinkás Gábor, Szépvölgyi János, Keserű György Miklós, Pokol György) Buday László biológust nevezte ki Maróth az ELKH TTK új főigazgatójának. ... Közben nagy kapacitással folyik az „élettudományi” átrendeződés, az MTA/ELKH TTK

(szomszédságban az ELTE TTK-val) számos idegtudományi és „egészségipari” projektet fogadott be. Ennek következtében, az MTA égisze alatt megindult „world-class” kémiai témák, amelyeket a Nobel-díjas Oláh György vagy Ladik János, Schay Géza, Messmer András, Szántay Csaba, Mayer István kutatásai fémjeltek, a „jogutód” ELKH TTK-ban ellehetetlenülnek. Pedig Európa mostani és jövő generációi nem nélkülözhetik a kémiát. Például olyan molekulák előállítását, amelyek többek között funkcionális élelmiszerek, légzéstartogató, szelektív fájdalomcsillapító, metasztázis-inhibitor, rovarirtó, gombaölő, antivirális, antibakteriális, trópusi betegségeket kezelő szerek hatóanyagai. A jelenlegi fenntartó osztó-megvonó pénzügyi eszközök alkalmazásával fittyet hány az európai folyamatos gyógyszerellátást megalapozó, azaz stratégiai jelentőségű finomvegyszergyártás-fejlesztésre...” (<https://www.es.hu/cikk/2022-08-05/kardos-julianna/kapluszef-helyszíni-szemle.html>)



**Mekkora részét ismerjük az emberi agynak?** A HVG interjújt közölte a világ egyik legismertebb agykutatójával, Buzsáki Györgyvel. Ebben az újságíró hivatkozik a Nobel-díjas Thomas C. Südhoffra, aki szerint agyunk pár százalékat ismerjük talán, ami még így is nagy előrelépés a fél évszázaddal ezelőtti 0,1 százalékról.



FOTÓ: KALMÁR LAJOS/PTE

Buzsáki György ennél pesszimistább. „Miközben úgy érezzük, hogy sosem ment még előre ilyen gyorsan a világ az agykutatásban, ez részben »statisztikai torzítás« a kívülállók részére. Helyesebb lenne úgy fogalmazni, hogy ilyen gyorsan még sosem ment előre a listacsínálás. Kétségtelen tény,

hogy jelentős előrelépés történt az olyan dolgok esetében, amelyekhez nem szükséges nagyobb kreativitás, csak pénz és szorgalmas munka. Hányfajta sejt van az agyban; milyenféle kapcsolatok léteznek ezek között; milyen gének találhatóak az agyban, és azok hogyan változnak az alvás és az ébrenlét során; ezeket remekül lehet dokumentálni, úgy érezzük, előreléptünk, és ez valóban haladás.

De új koncepciókat, látásmódokat már jóval nehezebb technológiákkal helyettesíteni.” ([https://hvg.hu/tudomany/20220806\\_interju\\_buzsaki\\_gyorgy\\_agykutatoval](https://hvg.hu/tudomany/20220806_interju_buzsaki_gyorgy_agykutatoval))



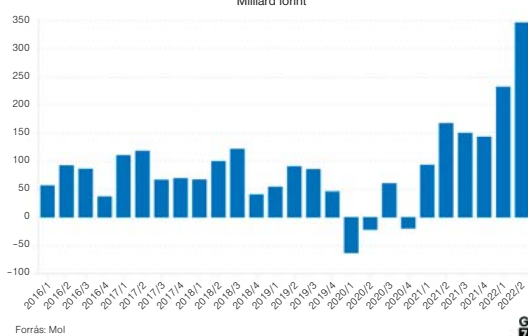
**Hogyan lehet 500 milliárdos profitja a MOL-nak, ha 480-ért adta az üzemanyagot?** Hatalmasat nyert a Mol az európai szintű üzemanyaghiányon, de még nagyobbat azon, hogy finomítói jelentős részben orosz olajat használnak. A társaság beszámolója szerint úgy sikerült az első félévben mintegy 580 milliárd forintos adózás előtti nyereséget összehozni, hogy közben csak a magyar árszabályozáson és rendkívüli adókon közel 200 milliárd forintot bukott a csoport.

„A második negyedév kiemelkedően jó teljesítményét az extrém mértékű motorbenzin- és dízeltermék-árfolyam-emelkedések, valamint az Oroszországgal szembeni szankciókat követő kiszélesedő Ural spread miatt kedvező finomítói makrokörnyezetnek köszönhetette” – olvasható a MOL első féléves gyorsjelentésében.

Az 580 milliárd forintos nyereség nagy része pedig a második negyedévben jött össze. Így ez a három hónap volt a MOL történetének eddigi legerősebb negyedéve.

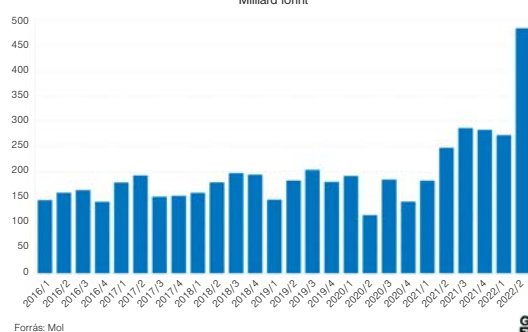


A Mol csoport adózás előtti nyeresége negyedévente



Ugyanezt mutatják az adatok, ha az EBITDA-t (kamatok, adózás és értékcsökkenési leírás előtti eredményt) nézzük. Ezen a soron 484 milliárdos nyereséget mutatott ki a csoport.

A Mol csoport tiszta EBITDA-ja negyedévente



A rekord jelentős részben a finomítói tevékenységnek köszönhető. Ez utóbbi úgy is rengeteg nyereséget termelt volna, ha a MOL nem elsősorban orosz olajat használ. Az európai szintű túlkereslet ugyanis hihetetlen ütemben drágította a benzint és különösen a dízelt. Emiatt pedig még a nyugati típusú nyersolaj is a kész, finomított üzemanyagok ára közötti különbség is mindenhol a sokszorosára emelkedett. A MOL-nál erre jött rá az a haszon, hogy a csoport nagyrészt nem nyugati, hanem a háború kitörése óta annál sokkal olcsóbb orosz olajat használ.

(Jandó Zoltán, <https://g7.hu/vallalat/20220805/hogyan-lehet-500-milliardos-profitja-a-molnak-ha-480-ert-adta-az-uzemanyagot/>)

\*

**Lapzárta.** Augusztus 5. óta sorozatos bombázások érik a dél-ukrajnai zaporizzsjai atomerőművet. Az orosz és az ukrán erők egymást okolják a támadásokért.



A Nemzetközi Atomenergia-ügynökség vezetője lehetséges „nukleáris katasztrófa” figyelmeztetett. Az orosz

Interfax hírügynökség szerint az ukrán erők rakétát lőttek ki a nukleáris létesítmény területére. Az ukrain atomerőműveket működtető Enerhoatom viszont az oroszokat vádolta.

Minden atomerőmű elleni támadás öngyilkos dolog – mondta António Guterres, az ENSZ főtitkára egy tokiói sajtótkonferencián, miután Hirosimában részt vett az első atombomba ledobásának 77. évfordulója alkalmából rendezett emlékülésen. A kijelentésre azután került sor, hogy az Enerhoatom közölte: a zaporizzsjai erőmű egyik dolgozója megsebesült az orosz ágyúzásban. A személyi sérülésen túl a sugárzásfigyelő szenzorok is megsérültek.

Az ENSZ főtitkára felszólította az atomhatalmakat: kötelezzék magukat, hogy elsődlegesen nem használják ezeket a fegyvereket.

Később arra is felszólította Japánt, hogy állítsa le a szénprojektek állami és magánfinanszírozását, elegendő ténnyel ezzel a fosszilis energiahordozók visszaszorítására vonatkozó kötelezettségvállalásainak. (<https://www.portfolio.hu/global/20220808/ongyilkos-katonai-muveletek-zajlanak-europa-legnagyobb-atomeromuvenel-560041>, <https://24.hu/kulfold/2022/08/08/nuklearis-osszechapas-ensz-fotitkar/>)

Dobó Dorina összeállítása

## MKE-HÍREK

### Rendezvénynaptár (2022)

szeptember 7–10.	18 <sup>th</sup> Central European Symposium on Theoretical Chemistry	Balatonszárszó
szeptember 23–24.	XIX. Országos Diákvegyész Napok	Sárospatak
október 17–19.	Őszi Radiokémiai Napok	Balatonszárszó
	Biztonságtechnika Szeminárium 2022	
november 24.	Kozmetikai Szimpózium	Budapest
november	Borsodi Vegyipari Nap	Miskolc

## HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

### LXXVII. No. 9. September

#### CONTENTS

<i>My philosophy of life is to give something useful to the community. An interview with 92-year-old Attila Pavláth</i>	250
<b>TAMÁS KISS</b>	
<i>The development of new and potent antiviral drugs is to be continued. An interview with Professor György Miklós Keserű</i>	252
<b>TAMÁS KISS</b>	
<i>Continuous flow reactors and continuous pharmaceutical processing I. Theoretical overview</i>	256
<b>PÉTER DEÁK, ATTILA VÖRÖS, and PÉTER MIZSEY</b>	
<i>Gold and silver nanoparticles. Outstanding research at University of Szeged. An interview with Edit Csapó</i>	260
<b>PÉTER SZALAY</b>	
<b>Publication of the month</b>	263
<i>IgNobel-prizes for moviegoing, gum chewing, cat owning submarine captains</i>	265
<b>GÁBOR LENTE</b>	
<i>Elena Ceaușescu, the pseudo-chemist</i>	267
<b>TIBOR BRAUN</b>	
<i>Effect of light on textile materials</i>	269
<b>CSABA KUTASI</b>	
<i>Chembits</i>	274
<b>GÁBOR LENTE</b>	
<b>Obituary</b>	
<i>Scientific meeting in memoriam Sándor Antus</i>	276
<i>The founder of Hungarian transition metal-organic chemistry and homogeneous catalysis: László Markó (1928–2022)</i>	278
<b>RITA SKODA-FÖLDES and LÁSZLÓ KOLLÁR</b>	
<i>The Society's News</i>	279
<i>News of the Month</i>	282



## Lépje át a határokat

eddig elérhetetlen LC/MS teljesítménnyel

Teljesen új lehetőségek nyíltak meg a komplex analitikai kihívások megoldásában, a kis- és nagymolekulák világában egyaránt. A Thermo Scientific™ Orbitrap™ Tribrid™ nagyfelbontású, nagy tömegpontosságú tömegspektrométerek ötvözik a kiemelkedő szelektivitást, érzékenységet, sebességet és kombinálhatóságot, ezzel lehetővé téve a kimutatási határokat, a mennyiségi meghatározás és az ismeretlen komponensek azonosításában eddig ismert korlátok jelentős túllépését. A Tribrid™ tömegspektrométerek három analizátor típus, a kvadrupol, a lineáris ioncsapda és az Orbitrap™ előnyeit kombinálva teljesen egyedül mérési üzemmódok alkalmazását teszik lehetővé.



Thermo Scientific™ Orbitrap  
Eclipse™ Tribrid™ MS



Thermo Scientific™ Orbitrap  
Fusion™ Lumos™ Tribrid™ MS



Thermo Scientific™ Orbitrap  
ID-X™ Tribrid™ MS

További információk: [thermofisher.com/tribrid](https://www.thermofisher.com/tribrid)

Kizárólagos képviselő:

**UNICAM Magyarország Kft.**  
1144 Budapest, Kőszeg utca 25.  
Telefon: +36 1 221 5536  
E-mail: [unicam@unicam.hu](mailto:unicam@unicam.hu)  
Web: [www.unicam.hu](http://www.unicam.hu)

# UNICAM