

A TARTALOMBÓL:

- MKE Küldöttközgyűlés
- A kémiatanítás története
- A mitokondrium elektro-biokémiája
- Kemoterápia helyett citromlé?
- Kiról nevezték el?



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXVII. ÉVFOLYAM • 2022. JÚLIUS–AUGUSZTUS • ÁRA: 1700 FT

Világító molekulák



A lap megjelenését
a Nemzeti Kulturális Alap
támogatja
Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány
a Magyar Tudományos Akadémia
támogatásával készült

AUTOMATA ELEMENALIZÁTOROK

C · H · N · S · O · Cl TIC · TOC · TN · TP

A MIKRO ANALITIKÁTÓL ... A MAKRO ELEMZÉSIG

ELEMENALIZÁTOROK & TÖMEGSPEKTROMÉTEREK

vario sorozat: univerzálisan alkalmazható multi elemanalizátorok
MICRO - FÉLMACRO - MACRO bemérésrel

trace sorozat: nyomelemzés



rapid sorozat: Rutin kezeléssű berendezések dedikáltan egyes felhasználói területekre optimalizálva analízis költség, mérési idő és érzékenység tekintetében

N / fehérje analizátorok



Természetes izotóp arány és elemösszetétel mérő analizátorok:
Termékeredet vizsgálat, kriminológia, drog- és dopping felderítés, geológia



TOC / TIC / TC analizátorok:
ppm és ppb tartomány, össz-N és össz.-P mérés

INDUCTAR sorozat:
elemanalízis fémekben és kerámiákban



SZÉLESKÖRŰ ALKALMAZÁSI TERÜLET



AGRÁR
MÉRÉSEK



KÉMIAI
ÖSSZETÉTEL



ENERGIA
IPAR



KÖRNYEZET-
VÉDELEM



KRIMINOLÓGIA
EREDET MÉRÉS



ANYAG-
VIZSGÁLAT



elementar
Analysensysteme GmbH
EXCELLENCE IN ELEMENTS
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
web: www.aktivinstrument.hu



**MAGYAR
KÉMIKUSOK LAPJA**
HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXVII. évf., 7–8. szám, 2022. július–augusztus



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 Batthyany Kultur-Press Kft.,
H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6.
1251 Budapest, Postafiók 30.
Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:
SÜLI ERIKA

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

Aktuális 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.2022.07-8

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



A Covid-19 helyzet végre lehetővé tette, hogy idén májusban tarthassa meg Egyesületünk éves rendes Küldöttközgyűlését. Az eseményre a Budapest-Fasori Evangélikus Gimnázium gyönyörű dísztermében került sor.

Az egybegyűlteket Hajdó Ákos tanár úr, a gimnázium igazgatója köszöntötte. Kiemelte: az iskola megtiszteltetésnek tartja, hogy immár hagyományosan adhat otthont Egyesületünk e jeles eseményének. Felidézte az iskola hagyományait, és ezek között hangsúlyozta az oktatás, a tudomány és a kultúra művelésének egységét, megemlítve a Magyar Írószövetséggel fennálló kapcsolatukat is.

A hivatalos programot Egyesületünk elnöke, Simonné Sarkadi Livia professzor asszony nyitotta meg. A megnyitó keretében emlékeztünk meg az elmúlt évben elhunyt tagjainkról.

A Küldöttközgyűlés megvitatta a 2021. évi eredményeket tükröző közhasznúsági jelentést és főtítkári beszámolót, megtekintette az Egyesület 2021. évi életét összegző – a Títkárság által készített – kisfilmet, megvitatta a szóbeli kiegészítéseket az egyes bizottságok elmúlt évi tevékenységéről. Egyhangúlag megszavazta a beszámolót, valamint a tagdíjakra tett javaslat elfogadását. Megtörtént az Etikai Bizottság új elnökének megválasztása is. Mindezekről e lapszámunkban részletes információkat találnak kedves Olvasóink.

A hagyományoknak megfelelően került sor az egyesületi elismerések ünnepélyes átadására. A beköszöntőben három díjat emelünk ki.

Wartha Vince Emlékéremben részesültek az ELKH TTK, az Első Vegyi Industria Zrt. és a Richter Geodeon Nyrt. konzorciumának kutatói: Balogh László, Dorkó Zsanett, Egyed Attila, Gizúr Tibor, Gordos Péter, Pintér Gábor, Vízserálek Gábor. A pandémia idején 8 hónap alatt dolgoztak ki egy üzemi gyártást is lehetővé tevő eljárást a Favipiravir előállítására sokszor embert próbáló technológiai körülményekkel megküzdve, de az eredmény piacképes gyógyszer lett. A kutatás-fejlesztésről Balogh László tartott izgalmas előadást „20 kg Favipiravir, a hatóanyag szintetikus eljárásfejlesztése” címmel.

Náray-Szabó István Tudományos Díjban részesült Marosi György, a BME egyetemi tanára kiemelkedő jelentőségű tudományos, oktatói és tudományszervezési munkássága elismerésül. Marosi professzor „A »bűnös« anyag és a mérnöki megváltás” címmel tartott színes, érdekes előadást.

Hermecz István-díjjal ismerte el a díjat odaítélő kuratórium Szeverényi Zoltánnak a proosztaglandinok kutatása területén végzett munkásságát: ennek eredményeként mára a Chinoin (ma EUROAPI) a világ legnagyobb proosztaglandin-előállítója lehetett. A díjazott meleg szavakkal mondott köszönetet, felidézve a szakmai eredményeket, kollégáival való együttműködését.

A Küldöttközgyűlés köszönetét fejezte ki a tagoknak és tisztségviselőknek, különösen Egyesületünk Títkárságának, Androsits Beata ügyvezető igazgatónak és munkatársainak megfeszített, elkötelezett, kiemelkedő munkájukért.

A Küldöttközgyűlést ismertető anyagok mellett érdekes nyári olvasmányul szolgálnak a tudomány és a tudománytörténet világához kapcsolódó cikkek, a Ködpszikáló, a Közoktatás, a Szófejtés, az Ígéretes fiatal kémikusaink című rovatok, valamint a gazdag híryanagy.

Kedves Olvasóinknak kellemes, egészségesben eltöltött nyarat kívánunk.

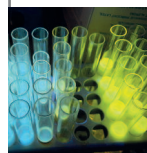
2022. július

Buzás Ilona

Buzás Ilona
az MKL szerkesztőbizottságának tagja

TARTALOM

MKE KÜLDÖTTKÖZGYŰLÉS, 2022	
Mika László Tamás: Főtítkári beszámoló	198
Jegyzőkönyv	202
Bizottságok beszámoló	206
ÍGÉRETES FIATAL KÉMIKUSAINK	
Világító molekulák az ELKH Természettudományi Kutatóközpontban.	
Beszélgetés Kele Péterrel	208
KÖZOKTATÁS – TANÁRI FÓRUM	
Keglevich Kristóf: A kémiatanítás története a magyarországi elemi és középfokú iskolákban 1868 és 2020 között az óraszámok tükrében	210
KITEKINTÉS	
Róka András: A rész és az egész viszonya. A mitokondrium elektro-biokémiája. I.	219
Csupor Dezső: Ködpszikáló. Kemoterápia helyett citromlé?	223
Braun Tibor: Az eponimiától az eponimikus Stigler-törvényig	224
Inzelt György: Kiről nevezték el? A Boyle-törvény vagy Boyle–Mariotte-törvény	226
Kutasi Csaba: Jelentős bővülés a kék pigmenteknél – forgalmazható az új YInMn Blue	230
Silberer Vera: Színes ablakok a részecskék sugarában	234
Krutsay Miklós: Az ókori Róma vízellátása	236
VEGYIPAR- ÉS KÉMIATÖRTÉNET	
Szófejtés. A wurtzit. Pepszin és protein	238
VEGYÉSZLELETEK	
Lente Gábor rovata	240
A HÓNAP HÍREI	242

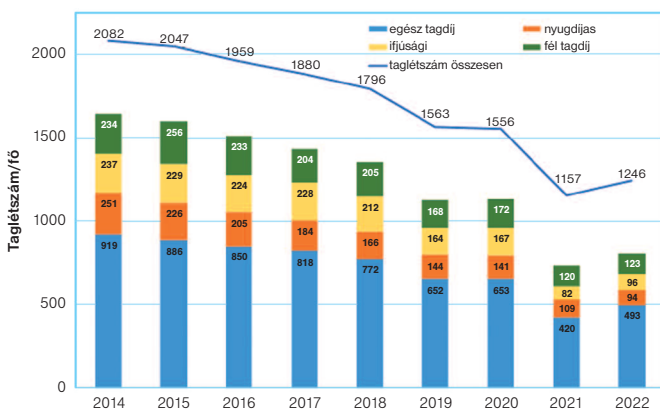


Cimlapunkton:
Világító molekulák

Főtitkári beszámoló a 2021. évről

A Magyar Kémikusok Egyesületének a 2020-as év, a Covid-19 járvány okán, történetének talán legnehezebb évét jelentette. A hirtelen megváltozott körülmények gyakorlatilag hetek alatt gyökeresen megváltoztatták az Egyesület működését, mind a gazdasági helyzet, mind pedig a társadalmi szerepvállalás tekintetében. A megváltozott környezethez történő gyors és hatékony alkalmazkodásnak köszönhetően a 2021-es év már lényegesen sikeresebbnek tekinthető. Bár a stabil gazdasági működést jelentő konferenciák és egyéb szakmai rendezvények jelentős része még online rendszerben zajlott, 2021-ben már több jelenléti rendezvény megszervezését is le tudta bonyolítani az Egyesület, ami a remények szerint a pandémia előtti időszakhoz történő visszatérés kezdete.

A nehézséget jelentő év a taglétszám alakulásában is megmutatkozott: a létszám 2021-ben a korábbi évekhez képest is jelentősen csökkent. A taglétszám alakulásának értékelése több intézőbizottsági (IB) ülésen is szóba került. Az Egyesületnek meg kell találni a módját, hogy elsősorban a fiatal szakmabeli közösséget megszólítva a taglétszámot növelje.



Az MKE taglétszámának alakulása

Az Egyesület 2021-ben, a korábbi évhez képest már könnyebben, de még továbbra is szigorú gazdasági fegyelem mellett folytatta az Alapszabályban rögzített tevékenységét, melynek célja továbbra is a kémia és a vegyipar iránt érdeklődők önkéntes és egyéni aktivitáson alapuló szerveződésére alapozott szakmai információ cseréje, értékelése és közzététele; a szakmai közelet fórumainak megteremtése; a hazai vegyészek, vegyészmérnökök, kémiaatanárok és az Egyesület munkájában aktívan részt vevő egyéb szakemberek (a továbbiakban összefoglaló néven kémikusok) tudásszintjének emelése; a hazai kémikusok szakmai munkájának hazai és külföldi elismertetése.

Az Egyesület tevékenységének közvetett célja a kémiai tudomány, a kémiaoktatás és a vegyipar fejlődésének elősegítése. Ennek elérése érdekében az MKE közhasznú tevékenységét az alábbi kiemelt területeken fejti ki:

- Tudományos tevékenység, kutatás, műszaki fejlesztés, szakmai kulturális tevékenység, szakmai kulturális örökség megővése.
- Nevelés és oktatás, képességfejlesztés, ismeretterjesztés.
- Euroatlanti integráció elősegítése.
- Környezetvédelem.

A fenti célokhoz az Egyesületünk a nehézségek ellenére elismerésre méltóan megfelelt az alábbi szervezettségben:

- **26 szakosztály/társaság** (többségében aktív)
- **10 szakcsoport**, 7 az Analitikai Szakosztály keretében, 2 a Szerves és Gyógyszerkémiai Szakosztály keretében, 1 önálló, a Komplexkémiai Szakcsoport
- **9 területi szervezet** (Bács-Kiskun, Baranya, BAZ, Csongrád, Hajdú-Bihar, Heves, Győr-Moson-Sopron, Vas, Veszprém)
- **7 MKE munkahelyi csoport** (BorsodChem, ME, MOL Petrolkémiai Zrt., Nitrogénművek-Pét, Sanofi-Chinoin, Richter Gedeon, MOL Százhalombatta)
- **Fiatalkémikusok Fóruma**
- **Nyugdíjas Kémikusok Köre**



Mika László Tamás, az MKE főtitkára

1. Tudományos tevékenység, kutatás, műszaki fejlesztés, szakmai kulturális tevékenység, szakmai kulturális örökség megővése

Az Egyesület a 2020-as évhez képest, amikor csaknem az összes részvételi díjas és térítésmentes tudományos rendezvényt, vala-

Az MKE rendezvényei

Hazai rendezvények	Időpont (2021)	Helyszín
HungaroCoat DiGiT 2021	február 10–11.	online
II. Fiatal Kémikusok Fóruma (FKF) szimpózium	június 16–18.	online
XXVII. Kémia tanári Nyári Továbbképzés	augusztus 23–26.	Eger
17. Magyar Magnézium Szimpózium	augusztus 31.	Debrecen
Őszi Radiokémiai Napok	október 18–20.	Balatonszárszó
Kozmetikai Szimpózium	november 24.	Budapest
Nemzetközi rendezvény		
Young Researchers' International Conference on Chemistry and Chemical Engineering (YRICCCE III)	június 5–8.	online
European Conference on Computational and Theoretical Chemistry (e-EuCo-CTC 2021)	november 18–19.	online
Kozmetikai Szimpózium	november 24.	Budapest



mint kémiát népszerűsítő, nagyszámú érdeklődőt vonzó eseményt el kellett halasztania, több rendezvény megszervezését és lebonyolítását valósította meg, amelyeket táblázat foglal össze.

Az egyesületi rendezvényekről a Magyar Kémikusok Lapjában, körlevelekben, szakmai folyóiratokban és az egyesületi honlapon (<http://www.mke.org.hu>) tájékoztattuk az érdeklődőket. Az MKE-honlap látogatottsága: 801 891. Az említett mediában **több mint 2000 középiskolás diákot, egyetemistákat** és tanáraitkat szólítottunk meg.



2. Nevelés és oktatás, képességfejlesztés, ismeretterjesztés

Egyesületünk egyik, talán legfontosabb működési területe az oktatás segítése, amelynek szervezői és végrehajtói a Kémia tanári Szakosztály és az Oktatási Bizottság tagjai. 2021-ben a beszükkült lehetőségek ellenére is elismerésre méltó az aktivitásuk, amint alább látszik:

Tehetséggondozó programok

- **55. Mengyelejev Diákolimpia** júliusban, online, Oroszország irányításával. A Magyar Kémikusok Egyesülete segítette a hatfős magyar csapat részvételét, amelynek teljesítménye: 1 ezüstérem, 2 bronzérem és három dicséret.
- **53. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny.** Döntő április 9–11., online.
- **Dr. Kónya Józsefné Emlékpályázat** kémiai tárgyú dolgozatok megírására, 27. alkalommal.
- **Varázslatos Kémia Nyári Tábor,** 12. alkalommal, augusztus 9–13., Eger.
- **IV. Nemzetközi Kémia Torna,** augusztus 20–25., online.
- **18. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia,** december 12–21. Hibrid lebonyolítás.



Kémiát népszerűsítő programok

- A BME Szent-Györgyi Albert Szakkollégiummal együttműködve került meghirdetésre a VI. Oláh György Országos Középiskolai Kémiaverseny – döntő: április 30. BME, Budapest.



Egyéb közoktatást segítő tevékenységeink

- **Kémia tanári Szakosztály honlap** (<http://www.kemtan.mke.org.hu/>) – 8041 látogató.
- **GWB2021** (IUPAC Global Women's Breakfast) – Digitális vagy tradicionális oktatás címmel online program: 2021. február 9.
- **KÖKÉL** – 2021-ben a **Középiskolai Kémiai Lapok** 48. évfolyamát adtuk ki. Lapunk a közoktatás teljes területén kívánja a kémiaoktatást szolgálni. Témáinkkal nyitottunk az általános iskolák felé is. **A Lap zökkenőmentes szerkesztését és terjesztését nagyban segíti az Egyesület tagjai által felajánlott SZJA 1%.**
- **Facebook-oldal:** <https://www.facebook.com/kozepiskolai-kemiai.lapok> – 90 921 látogató és 386 kedvelő.

Középiskolai Kémiai Lapok

KÖKÉL

566 követő • 8 követés

További információ

Követem

Üzenet

A felsőoktatást támogató tevékenységeink

- **Kémiai Előadói Napok** (Szeged, 2021. október 26–28.) fiatal kémikusok számára az MKE Csongrád Megyei Területi Szervezet szervezésében – online rendezvény.
- **Diplomamunka Nívódíj** egyesületi elismerésben 13 végző egyetemi hallgatót részesítettünk 2021-ben, a benyújtott 26 diplomamunka között válogatva. Az elismerésben részesülteknek egy éves tagdíjmentes MKE-tagságot is felajánlott az Egyesület. A díjak átadása a **Kémiai Előadói Napok 2021** első napján történt.
- **Kalaus György-díj** a BME TDK-konferenciagyőztesek elismerése – 12 hallgató.

Fiatal kémikusok szakmai fejlődésének támogatása

- **Vértess Attila Ifjúsági Nívódíj** – előadói verseny: 9 doktori ösztöndíjas és fiatal kutató versenye az Őszi Radiokémiai Napok keretében – 2021 október 18–20., Balatonszárszó

Ismeretterjesztést szolgáló folyóirataink

- **Magyar Kémikusok Lapja.** 2021-ben a lap 76. évfolyama jelent meg. A havi lapot az egyesület tagjai már a nyomdai



megjelenés előtt olvashatják a megújult honlapon. A honlap címe: <http://www.mkl.mke.org.hu/> – 197 314 látogató. 2021-ben, a vírushelyzetre való tekintettel, 2 havonta postáztuk a nyomtatott verziót.

- MKE facebook: <https://www.facebook.com/mkeface> – 2021-ben összesen 156 bejegyzés jelent meg a Magyar Kémikusok Egyesülete Hivatalos Facebook-oldalán. A bejegyzések több mint 70%-a közvetlenül az MKE által szervezett/támogatott eseményekről, az MKE híreiről és főleg a Magyar Kémikusok Lapjának tartalmából született.

A 2021-es évben 443 új taggal bővült az MKE Hivatalos Facebook-oldala, amely így már összesen 2715 oldalkedvelésnél jár.

- A **Magyar Kémiai Folyóirat** 2021-es 127. kötetében négy lapszám jelent meg. A folyóiratot Egyesületünk tagjai kedvezményes áron rendelhetik meg, valamint számos határon túli címre küldjük ki, részben a kettős előfizető akcióban. Az újság honlapcíme: <http://www.mkf.mke.org.hu/>.
- A **Membrántechnika** kiadvány a Membrántechnikai Szakosztály szolgáltatása a szakterület iránt érdeklődők számára. Évente négy szám jelenik meg, jelenleg már csak elektronikus formában. Az újság honlapcíme: <http://www.mke.org.hu/kiadvok/membrantechnika.html>.
- Az MKE 1998 óta tagja az európai társegyesületek EuChem-Soc nevű csoportjának. A Wiley-VCH a csoport által alapított **Chemistry – A European Journal** európai szakfolyóirat kiadója. A EuChemSoc tagjaként az MKE minden évben 3% mértékű, szabadon felhasználható royaltyban részesül a lap teljes éves royalty-összegéből. 2021-ben ezen bevételünk 8563 e Ft volt.



3. Euroatlanti integráció

Hangsúlyt fordítunk a környező országok kémikus egyesületeivel való kapcsolatokra (kapcsolatfelvétel, kapcsolatépítés). Ennek keretében veszünk részt rendszeresen a Nemzetközi Vegyészkonferencián (Erdély – Kolozsvár, idén online módon), illetve számos határon túli résztvevőt láttunk vendégül az Irinyi-versenyen.

4. Környezetvédelem

Nyilvánvalóan elsősorban a Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Társaságunk foglalkozik címzetten környezet- és klímavédelemmel, ill. hulladékgazdálkodással, de valamennyi szakosztályunk szakmai munkájának része közvetlenül vagy közvetve a témakör. Fontosnak tartjuk a környezetvédelemmel összefüggő ismeretek kémiai alapjainak és részleteinek oktatását, ezért az MKE különböző szervezetei által rendezett diákversenyek témakörében a környezetvédelem is szerepel.

5. Gazdálkodási adatok

5.1. Kiemelt támogatóink

- BorsodChem Zrt.
- Egis Gyógyszergyár Zrt.
- MOL Nyrt.
- Richter Gedeon Nyrt.
- Sanofi-Aventis/Chinoin Zrt.
- Servier Kft.
- Szerencsejáték Zrt.

5.2. Közhasznú támogatások

2021-ban 40 523 173 Ft közhasznú támogatást sikerült megszerezni. A felhasználás részletezése a közhasznúsági jelentésben.

Központi költségvetéstől pályázati úton elnyert működési támogatások

Támogató költségvetési szerv	Támogatás Ft
Emberi Erőforrás Fejlesztési Operatív Program	8 018 410
Összesen	8 018 410
Cégektől kapott támogatások	
Támogató szerv	Támogatás Ft
Richter Gedeon Nyrt.	1 000 000
Chinoin Gyógyszergyár Zrt.	2 093 965
Festékipari Kutató Kft.	265 000
Servier Kutatóintézet	1 150 000
Laborexport Kft	359 860
Réti Gábor	8600
Petőfi Kulturális Ügynökség Nonprofit Zrt	2 000 000
Összesen	6 877 425

SZJA 1% 820 927 Ft

Civil Tv. szerinti önkéntesek támogatásának bevételi kimutatása 2 084 904 Ft

Pályázati úton elnyert kiadványtámogatás (Ft)

Magyar Tudományos Akadémia – Középiskolai Kémia Lapok	600 000
Magyar Tudományos Akadémia – Magyar Kémiai Folyóirat	1 274 000
Magyar Tudományos Akadémia – Magyar Kémikusok Lapja	1 750 000
Nemzeti Kulturális Alap – Magyar Kémikusok Lapja	1 500 000
Nemzeti Kulturális Alap – Középiskolai Kémiai Lapok	500 000
Emberi Erőforrások Minisztériuma – Középiskolai Kémiai Lapok	1 450 000
Petőfi Kulturális Ügynökség Nonprofit Zrt. – Magyar Kémikusok Lapja	1 900 000

5.3. A vagyon felhasználásával kapcsolatos kimutatás

A tétel megnevezése	2020, eFt	2021, eFt
Befektetett eszközök	3111	3466
I. Immateriális javak	11	5
II. Tárgyi eszközök	3100	3461

A változás oka: számítástechnikai eszköz beszerzése.



Bevétel – Költség – Eredmény tény-terv adatok

Bevétel/Költség nemek	Bevétel (ezer Ft)			Költség (ezer Ft)			Eredmény (ezer Ft)		
	2020	2021	2022	2020	2021	2022	2020	2021	2022
	(tény)	(tény)	(terv)	(tény)	(tény)	(terv)	(tény)	(tény)	(terv)
Működtetés	31 444	35 867	33 770	40 920	48 014	47 103	-9 476	-12 147	-13 333
Apparátus ktg.				32 735	34 208	34 255			
Általános ktg.				8 185	13 806	12 848			
Egyéni tagdíj	5 268	8 206	8 800						
Jogi tagdíj	9 747	9 865	9 000						
Egyéb műk. bev.	6 830	2 997	1 800						
Egyéb bevétel + royalty	7 637	8 563	8 300						
Bankkamat	100	0	0						
SZJA 1%	777	821	820						
Műk. támogatás	1 085	5 416	5 050						
Rendezvények:	21 215	45 110	45 700	30 446	36 086	30 137	-9 231	9 024	15 563
Kiadványok:	17 860	14 870	12 290	17 568	15 068	14 243	292	-198	-1 953
MKL	12 793	10 566	7 560	12 230	10 330	9 913	-2 382	236	-2 353
<i>ebből támogatás</i>	<i>3 250</i>	<i>5 150</i>	<i>3 000</i>						
MKF	1 400	1 450	1 400	1 473	1 528	1 480	-474	-78	-80
<i>ebből támogatás</i>	<i>1 240</i>	<i>1 274</i>	<i>1 240</i>						
KÖKÉL	3 667	2 854	3 330	3 866	3 210	2 850	164	-356	480
<i>ebből támogatás</i>	<i>3 326</i>	<i>2 550</i>	<i>3 000</i>						
Egyéb kiadványok	0			0			0		
Összesen	70 519	95 847	91 760	88 934	99 168	91 483	-18 415	-3 321	277

A 2021-es évet, noha veszteséggel zártuk, azonban ennek mértéke már jóval kisebb volt a 2020-as évihez képest. A tényállás nem veszélyezteti a közhasznú státusunkat.

Az MKE működési és apparátus-költségei

Költségtétel	Ft/év	Részletezés
Béreköltség	20 367 150	a Titkárság 6 munkatársának a bére járulékkal
Irodabérlés	5 685 690	MKE-székhely bérlési költsége ÁFA-val
Számvitel, könyvelés	3 840 000	könyvvizsgálói díjjal együtt
Cégautó-üzemeltetés	1 738 668	üzemanyag + szervizköltség + biztosítás (konferenciahely-keresés, konferenciaanyagok helyszínre szállítása stb.)
Telefon, fax	715 898	rendezvény szervezés, MKE-ügyintézés
Nyomda, irodaszer, egyéb anyagok	1 302 541	
Utazás, kitüntetések, támogatás	959 145	utazások a központi és szakosztályi keret terhére, egyesületi elismerések díjköltsége, rendezvény-részvételi támogatások, ingyenes egyesületi tagság
Postaköltség	373 280	
Fizetendő tagdíjak	2 106 500	nemzetközi szervezeti tagság
Reprezentáció, egyesületi jutalmak	2 447 480	küldöttközgyűlés, szakosztályülések, éves vezetői értekezlet, Egyesület állandó díjai
Önkéntesek béreköltsége	3 650 304	technikai költség, árbevételként is szerepel
Értékcsökkenés	1 353 239	
Egyéb működési költségek	3 474 063	bankköltség, jogi szolgáltatás díja, adók, illetékek, szakosztályi egyéb költségek, web- és online-költségek, cégautó üzemeltetési költségei stb.

Amint látható, a működés zökkenőmentességét biztosító, összeszokott apparátust és infrastruktúrát fenntartottuk és fenntartjuk.



Magyar Kémikusok Egyesülete Gazdálkodási terv, 2022

Bevételek (ezer Ft)		Kiadások (ezer Ft)	
Működtetés	33 770	Működtetés	47 103
egyéni tagdíj	8 800	Anyagköltségek	1 500
jogi tagdíj	9 000	Bérleti díjak, üzemeltetési költségek	5 640
egyéb működési bevétel	1 800	Utazási költségek	1 000
egyéb bevétel + royalty	8 300	Fizetett tagdíjak	2 300
kamatbevétel	0	Posta-, telefon-, web-költségek	3 065
SZJA 1%	820	Ügyviteli, jogi, adminisztrációs költségek	4 068
működési támogatás	5 050	Egyéb dologi költségek	3 460
		Személyi jellegű költségek	21 000
		Értékcsökkenés	1 320
		Adott támogatás	150
		Önkéntesek	3 600
Rendezvények	45 700	Rendezvények	30 137
díjbevétel	37 000	szállás és ellátás költsége	12 100
támogatás	6 700	terembérlés	2 570
kiállítás	2 000	személyi kifizetések	1 300
		vendéglátás költségei	9 550
		nyomda, weblap, posta költsége	2 447
		egyéb rendezési költség	2 170
Kiadványok	12 290	Kiadványok	14 243
előfizetési díj	1 300	személyi kifizetések	3 720
támogatás	7 240	megjelentetés költségei	10 343
hirdetés	3 750	anyagjellegű költségek	180
Összes bevétel	91 760		91 483

Tervezett eredmény: 277 eFt

Budapest, 2022. május 12.

Dr. Mika László Tamás
főtitkár

Jegyzőkönyv

Készült Budapesten, 2022. május 20. napján a Magyar Kémikusok Egyesülete megismételt küldöttközgyűlésén

Az elnökség tagjai: Simonné Dr. Sarkadi Livia, az MKE elnöke és Dr. Mika László Tamás, az MKE főtitkára

Levezető elnök: Simonné Dr. Sarkadi Livia

Simonné Dr. Sarkadi Livia, az MKE elnöke 10 órakor bejelenti, hogy a Küldöttközgyűlés nem határozatképes.

Fölkéri a jelenlevőket, hogy az elmúlt egy évben elhunyt tagok nevének felolvasása után 1 perces felállással adóznak emléküiknek.

Ezután a levezető elnök bejelenti, hogy a 2022. évi **Wartha Vince Emlékérem** átadása következik, és felkéri a MKE Műszaki és Tudos-



mányos Bizottság elnökét, Szalay Pétert a díj odaítélésének indoklására.



A Wartha Vince Emlékérem 2022. évi kitüntetettjei (balról jobbra): Gordos Péter, Balogh László, Gizúr Tibor, Dorkó Zsanett, Egyed Attila, Pintér Gábor (a kis képen: Vizserálek Gábor)



A díjátadás után a levezető elnök felkéri **Balogh Lászlót**, hogy tartsa meg előadását.

Balogh László megtartja előadását melynek címe: „20 kg Fapíravír, a hatóanyag szintetikus eljárásfejlesztése”.

10 óra 30 perckor a levezető elnök a megismételt Küldöttközgyűlést megnyitja. Bejelenti, hogy a 10 órára összehívott küldöttközgyűlés határozatképtelen volt, mivel a küldöttek több mint 50%-a nem jelent meg. A jelenlegi, határozatképtelenség miatt elhalasztott Küldöttközgyűlés időpontja 2022. május 20. (péntek) 10.30., amely az Alapszabály rendelkezései alapján az eredeti napirendben szereplő kérdésekben a megjelent szavazati joggal rendelkező küldöttek számától függetlenül határozatképes.

A jelenléti ív alapján megállapítható, hogy 32 küldött van jelen, a Küldöttközgyűlés a megjelentek számára tekintet nélkül határozatképes.

A Polgári törvénykönyv szerint kötelező viszont jegyzőkönyvvezető és jegyzőkönyv-hitelesítő megválasztása.

Az elnök jegyzőkönyvvezetőnek felkéri Dr. Mika László Tamást, jegyzőkönyv-hitelesítőnek pedig Dr. Mihucz Viktort.

Bejelenti, hogy a javasolt személyeket előzetesen megkérdezte, a megbízatást megválasztásuk esetén elvállalják.

I.

A levezető elnök felkéri a Küldöttközgyűlést, hogy kézfeltartással szavazzon arról, hogy a javasolt személyeket jegyzőkönyvvezetőnek és jegyzőkönyv-hitelesítőnek megválasztja.

Elfogadja: 32 Ellenzavazat: 0 Tartózkodás: 0

1/2022. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés egyhangúlag (ellenzavazat és tartózkodás nélkül) úgy dönt, hogy Dr. Mika László Tamást jegyzőkönyvvezetőnek és Dr. Mihucz Viktort jegyzőkönyv-hitelesítőnek megválasztja.

II. A NAPIREND ELFOGADÁSA

Levezető elnök:

A Küldöttközgyűlés napirendje a meghirdetett szerinti. A megismételt közgyűlésen csak a meghívóban szereplő napirendi pontok tárgyalhatók.

A levezető elnök kéri a meghívóban szereplő napirend elfogadását.

Elfogadja: 32 Ellenzavazat: 0 Tartózkodás: 0

2/2022. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés egyhangúlag (32 mellette, ellenzavazat és tartózkodás nélkül) úgy dönt, hogy a kiküldött meghívóban szereplő napirendet elfogadja.

III. FŐTITKÁRI BESZÁMOLÓ

A levezető elnök felkéri Mika László Tamás főtitkárt a beszámoló megtartására.

A Főtitkár interaktív megtartja beszámolóját. (Titkársági film: MKE 2021).

SZÓBELI KIEGÉSZÍTÉSEK a főtitkári beszámolóhoz

Kovács Attila, a Felügyelő Bizottság elnöke kimentését kérte. Az FB jelentését Mika László Tamás ismerteti.

Az elnök felkéri Lengyel Attilát, a Gazdasági Bizottság elnökét. Lengyel Attila ismerteti a Gazdasági Bizottság jelentését.

Az elnök felkéri Szalay Pétert, a Műszaki-Tudományos Bizottság elnökét, aki ismerteti a Bizottság jelentését.

Tóth Ágota, a Nemzetközi Kapcsolatok Bizottság elnöke kimentését kérte. Az NKB jelentését Mika László Tamás ismerteti.

HOZZÁSZÓLÁSOK a főtitkári beszámolóhoz és a szóbeli kiegészítésekhez

Kiss Tamás: A doktoránsok és fiatal kutatók támogatását célszerű lenne a megváltozott gazdasági környezet mellett is újragondolni. Ha több éven keresztül, akár három év távlatában, nincs ilyen pályázati és támogatási lehetőség, kiesik a köztudatból, pedig a tudományos konferenciákon való részvétel támogatása nagyon fontos lenne.

Szalay Péter: Egyetért az elhangzottakkal, megpróbál mindent megtenni, hogy a támogatás mielőbb újra elérhető legyen.

A levezető elnök felkéri a küldötteket, hogy szavazzanak a főtitkári beszámoló elfogadásáról.

Elfogadja: 32 Ellenzavazat: 0 Tartózkodás: 0

3/2022. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés egyhangúlag (32 mellette, ellenzavazat és tartózkodás nélkül) elfogadta a Főtitkári beszámolót.

IV. KÖZHASZNÚSÁGI JELENTÉS, MÉRLEG ÉS EREDMÉNYKIMUTATÁS, 2022 ÉVI KÖLTSÉGVETÉS ELFOGADÁSA, 2023. ÉVI TAGDÍJ

(Az írásos előterjesztéseket az MKE honlapján a küldöttek megtekinthették, kérdések és hozzászólások a szavazás előtt nem voltak.)

A levezető elnök felkéri a küldötteket, hogy szavazzanak az MKE Közhasznúsági jelentés 2021 elfogadásáról és a 2022-es gazdálkodási terv fő mutatószámairól.

Elfogadja: 31 Ellenzavazat: 1 Tartózkodás: 0

4/2022. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés nagy többséggel (31 mellette, 1 ellenzavazattal és tartózkodás nélkül) elfogadta az MKE Közhasznúsági jelentés 2022 dokumentumot, amely tartalmazza a 2021. évi MKE gazdálkodási terv fő mutatószámait is. A levezető elnök kéri, hogy szavazzanak a Mérleg és eredménykimutatás 2021 dokumentumról.

Elfogadja: 32 Ellenzavazat: 0 Tartózkodás: 0

5/2022. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés egyhangúlag (32 mellette, ellenzavazat és tartózkodás nélkül) elfogadta az MKE mérleg és eredménykimutatás 2021 dokumentumot.

A levezető elnök felkéri a küldötteket, hogy szavazzanak a 2023. évi egyéni tagdíjról, amely 10 000 Ft/fő/év. Nyugdíjasoknak és az általános iskolai, valamint a középfokú tanintézetekben dolgozó kémia tanároknak az egyéni tagdíj 50%-a, ifjúsági tagnak, valamint a gyesen lévőknek az egyéni tagdíj 25%-a a tagdíjmérték.

Elfogadja: 30 Ellenzavazat: 1 Tartózkodás: 1

6/2022. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés nagy többséggel (30 mellette, 1 ellenzavazat és 1 tartózkodás) elfogadta, hogy a 2023. évi egyéni tagdíj összege maradjon 10 000 Ft/fő/év. A nyugdíjasok és az általános iskolai, valamint a középfokú tanintézetekben tanító kémia tanár tag részére 50% a kedvezmény, az MKE Alapszabálya szerinti ifjúsági tag, valamint a gyesen lévő tag számára a mindenkor egyéni tagdíj 25%-a fizetendő.

V. ETIKAI BIZOTTSÁGI ELNÖK VÁLASZTÁSA

- A levezető elnök a „Szavazatszámoló Bizottság” elnökének felkéri Dr. Murányi Zoltánt, és tagjainak felkéri Dr. Buzás Iloánát és Dobéné Cserjés Editet.



- A levezető elnök kéri a küldötteket, szavazzanak a Szavazatszámláló Bizottságról.

Elfogadja: 32 Ellenszavazat: 0 Tartózkodás: 0

6/2022. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés egyhangúlag (32 mellette, ellenszavazat és tartózkodás nélkül) elfogadta Dr. Murányi Zoltánt a szavazatszámláló bizottság elnökének, Dr. Buzás Ilonát és Dobéné Cserjés Editet a szavazatszámláló bizottság tagjainak.

- A levezető elnök megkérdezi a Küldöttközgyűlést, hogy a szavazati jogú résztvevők számára kiosztott szavazati lapokon megjelölt Etikai Bizottság-elnökjelölt Bognár Jánoson kívül van-e új jelöltnél/jelöltekre javaslat. Nincs új javaslat
- A levezető elnök tájékoztatja a küldötteket, hogy az Etikai Bizottság elnöke az lehet, akire a jelen lévő küldöttek több mint 50%-a igennel szavaz. Abban a nem várt esetben, ha a jelölt nem kapja meg a szavazatok 50%-át, (1) az alapszabály szerint 60 napon belül újabb közgyűlést, (2) újabb Etikai bizottsági elnökválasztást kell tartanunk.
- A levezető elnök kéri a szavazati jogú küldötteket, hogy a szavazólapon adják le a szavazataikat.
- A Szavazatszámláló Bizottság félrevonul – elvégzi feladatát.

VI. EGYESÜLETI ELISMERÉSEK ÁTADÁSA

A levezető elnök bejelenti, hogy a 2022. évi **Náray-Szabó István Tudományos Díj** átadása következik, és felkéri Mika László Tamás főtitkárt a díjazott, Dr. Marosi György méltatására

A díjátadás után a levezető elnök fölkéri **Dr. Marosi Györgyöt**, hogy tartsa meg előadását.

Előadás: Marosi György: „A »bűnös« anyag és a mérnöki megváltás”



Dr. Marosi György

Marosi György előadása után a levezető elnök bejelenti, hogy a 2022. évi **Hermecz István-díj** átadása következik, és felkéri



Dr. Szeverényi Zoltán

Kardos Zsuzsát, az alapító EUROAPI Hungary Kft. munkatársát a díj bemutatására és a díjazott méltatására. A díjazott: **Dr. Szeverényi Zoltán.**

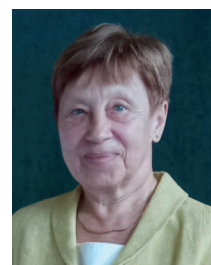
Ezután a levezető elnök felkéri Galambos Vanda Kommunikációs és Közkapcsolati vezetőt a díj alapítója, a EUROAPI Hungary Kft. képviselőjét a díj átadására.

A további kitüntetések átadja: Simonné Dr. Sarkadi Livia, a kitüntetettek nevét és méltatását felolvassa Dr. Mika László Tamás.



Dr. Kiss Éva Katalin

Than Károly-
emlékérem



Dr. Kapás Margit

Pfeifer Ignác-
emlékérem



Dr. Horváth Erzsébet

Preisich Miklós-díj



Dr. Holló András

Kiváló Egyesületi Munkáért Oklevél:



Nagyné Borkó Ágnes



Kocsis Mariann

Egyesületi Nívódíj:

a természettudományos oktatással foglalkozó tematikus szám szerkesztéséért



Dr. Szántay Csaba



Dr. Keglevich Kristóf

a TETT pályázat ötletgazdájának a természettudományoknak a fiatalok körében való népszerűsítéséért



Prof. Dr. Lente Gábor

a Magyar Kémikusok Lapjában 2021-ben megjelent legjobb cikkéért



a Magyar Kémikusok Lapjában
2021-ben megjelent legjobb cikkéért



Prof. Dr. Keserű
György Miklós



Dr. Csupor Dezső

a Magyar Kémikusok Lapjában 2021-ben
megjelent legjobb cikkéért

VII. ETIKAI BIZOTTSÁGI ELNÖK VÁLASZTÁSÁNAK EREDMÉNYHIRDETÉSE

A levezető elnök felkéri a Szavazatszámoló Bizottság elnökét,
hogy ismertesse az eredményt.

A választás eredménye: a 32 küldött összesen 31 szavazatot adott
le, 1 küldött nem szavazott.

Elfogadja: 31 Ellenszavazat: 0 Tartózkodás: 0

6/2022. KGY határozat: A Küldöttközgyűlés Bognár Jánost nagy
többséggel megválasztotta az Etikai Bizottság elnökének.

VIII. ELNÖKI ZÁRSZÓ

Az elnöki zárszó elhangzása után, más napirend és felvetés nem
lévén, a levezető elnök a küldöttközgyűlést berekeszti.

Kmf.

Simonné Dr. Sarkadi Livia s.k.
elnök

Dr. Mika László Tamás
s.k. jegyzőkönyvvezető

Dr. Mihucz Viktor s.k.
jegyzőkönyv hitelesítő



Képek a közgyűlésről





EMLÉKEZTETŐ

az MKE Felügyelő Bizottságának (FB)

2022. május 11-i elektronikus körlevélben lebonyolított üléséről

Helyszín: elektronikus körlevél

Jelen vannak: Kovács Attila FB-elnök
Csutorás Csaba FB-tag
Rajkó Róbert FB-tag
Sziva Miklós FB-póttag
Wölfling János FB-póttag
Androsits Beáta MKE ügyvezető igazgató

Napirend:

1. Az MKE 2021. évi gazdasági beszámolójának megvitatása
2. Az MKE Közhasznúsági jelentés 2021 véleményezése
3. Az MKE 2022. évi gazdálkodási tervének áttekintése és véleményezése
4. Helyzetértékelés és előretekingítés
5. Egyebek

Az MKE 2021. évi gazdasági beszámolójának megvitatása

Androsits Beáta ügyvezető igazgató tájékoztatása szerint könyvvizsgáló által auditált „MKE mérleg és eredménykimutatás 2021” dokumentumokat kapott meg a Felügyelő Bizottság (FB) megvitatásra.

Az MKE gazdálkodása a pandémia miatt kialakult rendezvényszervezési körülmények hatására 2021-ben is negatív, mínusz 3322 eFt eredménnyel zárult. Ez komoly javulás a 2020. évi –18 416 eFt-hoz képest, és az MKE Titkárság intenzív, ugyanakkor eredményes támogatásszerző tevékenységét bizonyítja. Azonban szembe kell nézni a ténnyel, hogy az elmúlt két évben az Egyesület elveszítette a saját tőkéje egyharmadát, és ennek jelenlegi nagysága a 2006-ban volt szintre esett vissza.

Jelen beszámoló 4. pontjában vállalkozik az FB egy tömör helyzetértékelésre, valamint előretekingítésre.

Mindemellett az FB megállapította, hogy az MKE gazdálkodási tevékenysége 2021-ben is szabályos és kézben tartott volt, de megkerülhetetlen, hogy elemezni kell a megelőző két évtizedben megszokott gazdálkodási és működési környezet változásaiból származó következményeket.

1/2022. FB határozat

A Felügyelő Bizottság elfogadja az MKE 2021. évi gazdasági beszámolóját és azt a hivatalos „Mérleg és eredménykimutatás 2021” dokumentumokkal együtt a 2022. évi MKE Küldöttközgyűlésnek is elfogadásra ajánlja.

MKE Közhasznúsági jelentés 2021 véleményezése

A 2021. évi egyesületi tevékenységről reális beszámolót ad a Közhasznúsági jelentés. A dokumentum áttanulmányozása alapján megállapítható, hogy az Egyesület tevékenysége 2021-ben is megfelelt a közhasznúság követelményeinek.

2/2022. FB határozat

A Felügyelő Bizottság megállapítja, hogy az „MKE Közhasznúsági jelentés 2021” dokumentum megfelelő szerkezetben és mélységben tájékoztat az Egyesület 2021. évi tevékenységéről és működéséről, ezért azt elfogadásra ajánlja a 2022. évi MKE Küldöttközgyűlésnek.

Az MKE 2022. évi gazdálkodási terve

A tervezett +277 eFt pénzügyi eredmény elérése a számos bizonytalansággal terhelt működési körülmények alakulásának függvénye. Az MKE Titkárság eddig is és ezután is nagyfokú munkabefektetéssel fog hozzájárulni a gazdálkodási terv teljesüléséhez.

3/2022. FB határozat

A Felügyelő Bizottság támogatja az MKE 2022. évi gazdálkodási tervében megfogalmazottakat és azokat elfogadásra ajánlja a 2022. évi MKE Küldöttközgyűlésnek.

Helyzetértékelés és előretekingítés

Ismert tény, hogy az MKE-nek az elmúlt 20 évben megvalósult biztonságos és sikeres működése azon alapult, hogy a rendezvényszervezésen elért pozitív pénzügyi eredmények képesek voltak az Egyesület kialakult működését finanszírozni. A Covid-világjárvány hatására a hazai rendezvényszervezések megszokott körülményei és feltételei megváltoztak. Mint minden jelentős változás esetében számolni kell azzal, hogy ennek valamilyen hatása lesz az Egyesület jövőbeni működésére.

A Felügyelő Bizottság meglátása szerint az Egyesületnek a következő lehetőségeket kell számításba venni:

1. Teljes mértékben visszatérnek a 2001 és 2019-es évek közötti rendezvényszervezési körülmények. Ez stabilizálná, esetleg ismét folyamatosan javíthatná az MKE tőkehelyzetét ezzel együtt pedig az Egyesület működését. **KÍVÁNATOS, DE KÉT-SÉGES MEGVALÓSULÁSÚ ESET.**
2. Változnak a rendezvényszervezési megoldások, hagyományos lebonyolítású és elektronikus felületen (online) lebonyolítottak keveréke alakul ki. **KÉRDÉS, HOGY ENNEK A GYAKORLATNAK A PÉNZÜGYI EREDMÉNYEI BÍZTOSÍTHATÓK-E AZ MKE EDDIGI ÉS MEGSZOKOTT MŰKÖDÉSÉNEK FINANSZÍROZÁSÁT.**
3. Váratlan vagy tartós változások a rendezvényszervezés gyakorlatában, az online lebonyolítások irányába történő jelentős elmozdulással. **AZ ONLINE RENDEZVÉNYEK PÉNZÜGYI EREDMÉNYEIVEL AZ EGYESÜLET JELENLEGI MŰKÖDÉSI GYAKORLATA VALÓSZÍNŰ NEM TARTHATÓ FENN.**

Mit javasol a Felügyelő Bizottság?

- Átfogó felmérést készíteni/készíttetni a hazai és az európai hasonló működési célú szervezetek működési gyakorlatáról (működés, működtetés, finanszírozási háttér).
- Menetrendet készíteni a fenti három eset bekövetkeztének eseteire történő egyesületi felkészülésről, valamint a végrehajtandó teendőkről.
- Tájékozódni, hogy milyen szervezettel/szervezetekkel lehetne egy szerződésen alapuló együttműködés kialakítása, amely tartósan biztosítaná az MKE-nek a szerződésben foglalt működését.

Egyebek

- Az ügyvezető igazgató tájékoztatása szerint 2021-ben nem volt külső szerv által kezdeményezett és az egyesületi működést érintő vizsgálat az MKE-ben.
- Peres, vitás ügye nincs az Egyesületnek.
- Az MKE Küldöttközgyűléssel kapcsolatos és a kötelező tájékoztatást jelentő dokumentumok az MKE honlapon elérhetők.

Kovács Attila Csutorás Csaba Rajkó Róbert
Sziva Miklós Wölfling János



A Magyar Kémikusok Egyesülete Gazdasági Bizottságának összefoglaló jelentése a 2021. évi gazdálkodásáról és a 2022. évi tervről

Dr. Pap József Sándor tudományos főmunkatárs, Energetikai Kutatóközpont
 Skodáné Dr. Földes Rita egyetemi tanár, Pannon Egyetem
 Androsits Beáta, MKE ügyvezető igazgató

A GB folyamatosan ellenőrizte az egyesület gazdálkodását, majd 2022. április 25-én mint a közgyűlés elé terjesztendő tárgyalta meg a záró mérleget és Közhasznúsági jelentést. A benyújtott mérleget – a csatolt kontrolling-táblákat, a likviditást (készpénz, bankszámla, követelésállomány) is áttanulmányozva – javasolta az IB-nek előterjesztésre a 2021. évi, a Közgyűlés elé kerülő pénzügyi mérlegbeszámolót, a Közhasznúsági jelentést és a 2022-es költségvetési tervét, amelyet ebben az összefoglaló jelentésben terjeszt az IB és a közgyűlés elé.

Tavaly azt reméltük, hogy a 2021. év pénzügyi szempontból kíméletesebb lesz az egyesületünk számára. Ez részben bekövetkezett, hiszen idén a hiányunk „csak” 3350 eFt, szemben a 2020. évi 18 415 eFt-tal. Ez köszönhető annak, hogy a pandémia enyhülésével némi konferenciát sikerült megrendeznünk. Igaz, kevesebb résztvevővel, következképpen kevesebb bevétellel, így kisebb haszonnal.

Közhasznú működésre, kiadványaink fenntartására és a tudományos, ill. tehetséggondozó rendezvényeink szervezésére – összességében – 2021-ben az összes bevételünk 65 539 eFt volt.

Az MKL online megjelentetése a lap kiadását rentábilissá tette. Ezért, a kiadványok költségeinek csökkenése miatt, a tagdíj-bevételekből 2021-ben 3 MFt-tal többet tudtunk fordítani a működési költségek fedezetére.

A GB nem javasolta 2023-ban a tagdíjak emelését.

Az Egyesületnek határidőn túli lejárt számlája, kinnlevősége nincsen. Szabad pénzeszközei lekötött bankbetétben, állami garanciájú értékpapírban, ill. az Egyesület folyószámláján vannak.

Az egyszerűsített éves beszámoló hitelesen tükrözi az Egyesület gazdálkodási tevékenységét. A Közhasznúsági jelentés részletesen értékeli a közhasznú célú bevételi források összetételét. Egyúttal tartalmazza a 2022-es év tervezett költségvetési száma- it. Az IB **8/04/2022**: határozatában, külön-külön szavazással egyhangúlag elfogadta a 2021. évi mérleget, az eredménykimutatást és a közhasznúsági jelentést, a 2022. évi gazdálkodási tervet. Az IB határozati javaslata, hogy a 2023. évi teljes összegű egyéni tagdíj változatlan, 10 000 Ft/fő maradjon.

A GB javasolja a Küldöttterkezetnek a 2021. évi beszámoló, a Közhasznúsági jelentés és a 2022. éves terv elfogadását.

A beszámolót készítette a GB nevében: Lengyel Attila GB-elnök (A GB jelenlegi tagjai: Androsits Beáta, Bognár János, Lengyel Attila, Mika László)

Budapest, 2022. április 26.

A Nemzetközi Kapcsolatok Bizottságának beszámolója a 2021. évi tevékenységről

Elnök: Dr. Tóth Ágota egyetemi tanár, Szegedi Tudományegyetem

Tagok: Dr. Bánhidi Olivér címzetes egyetemi tanár, Miskolci Egyetem

Dr. Farkas Etelka professor emerita, Debreceni Egyetem
 Molnárné Nagy Livia laborvezető, Festékipari Kutató Kft.
 Nagyné Dr. Frank Éva egyetemi docens, Szegedi Tudományegyetem

Dr. Ósz Katalin egyetemi docens, Pécsi Tudományegyetem

A vírushelyzet az MKE nemzetközi kapcsolatait továbbra is jelentősen befolyásolta. Az éves Képviselői Fórum 2021-ben elmaradt, és a képviselők sem mindig tudtak a korábbi éveknek megfelelően tevékenykedni. Voltak munkacsoportok és divíziók, ahol meg tudták oldani az üléseket online, volt azonban olyan egység, ahol érdemi tevékenység nem történt. A képviselők háromnegyedtől érkezett visszajelzés, a többi azonban még e-mailben sem tájékoztatott munkájáról vagy annak a hiányáról.

Az MKE nemzetközi kapcsolatai közül továbbra is az Európai Kémiai Társaság (EuChemS) és a Vegyészmérnökök Európai Közössége (EFCE) a meghatározó. Az egyesület EuChemS-ben betöltött szerepét tükrözi, hogy *Dr. Szalay Péter* a EuChemS Végrehajtó Tanácsának tagja. Jelenleg 13 divízióban és 2 munkacsoportban (WP), illetve a fiatalokat összefogó Young Chemists' Network-ben (YCN) van 19 MKE-képviselő. *Dr. Szalay Péter* a Számítógépes és Elméleti Kémia divízió elnökeként beszámolt egy online konferencia szervezéséről 2021 szeptemberében, mely rendkívül sikeres volt a 420 regisztrált és 317 tényleges résztvevővel, és melynek a regisztrációs hátterét az MKE biztosította a szervezők nagy meglepedésére. *Simonné Dr. Sarkadi Livia* beszámolójában kiemelte az Élelmiszerkémiai divízió webinar-sorozatát. *Dr. Kurtán Tibor* a Szerves kémiai divízióban aktívan ténykedett, és két fiatal kutatót (Nonn Melina Máriát és London Gábort) is jelölt a 2022-es Young Investigator Workshopra. Egyben az MKE támogatását kérte, hogy részt tudjon venni a 2022-es EuChemS-kongresszuson, ahol a divíziójuk ülést is tart. *Frank Éva* hírszerekötő szorgalmas munkája révén továbbra is szerepel az MKE a EuChemS hírleveleiben, valamint *Bodor Zsanett* is igen aktívan veszi ki részét a képviselői munkából a YCN-ben. Az EFCE-ben 9 munkacsoportban van 14 MKE-képviselő. *Dr. Lakatos Béla* és *Dr. Farkas István* képviselők jelezték, hogy szeretnének lehetőséget adni a fiataloknak is és melléjük javasolnak fiatalabb kollégákat. *Dr. Hégyel László* a Fluid Separations munkacsoport új képviselőjeként már bemutatkozott az októberi, hibrid formában tartott munkabizottsági ülésükön, míg *Dr. Poós Tibor* nominálása a Szárítási Munkabizottságba folyamatban van.

Mindezek mellett számos kisebb kémikus közösséget is képvisel az MKE az alábbi szervezetekben, mint a FATIPEC, EFMC, EMS, ICTAC, INDEFI, IFSCC és az IMSE. Utóbbi képviselőjeként *Dr. Vékey Károly* számolt be röviden, hogy a 2022. évi közgyűlésük már személyes jelenléttel fog történni, míg *Molnárné Nagy Livia* (FATIPEC) online ülésen tudott részt venni. *Dr. Nemestóthy Nándor* jelezte, hogy az INDEFI World Filtration Congress-t, melyen az MKE logója is szerepel, 2022-re halasztották. A többi szervezet képviselőjétől beszámoló nem érkezett.

2021-ben is csatlakoztunk az IUPAC által kezdeményezett Global Breakfast Network rendezvényekhez, és Digitális vagy tradicionális oktatás témakörben hangzott el két előadás 2021. február 9-én online.

Pénzügyi vonatkozások:

A 2021. évben az MKE 1717 eFt-ot fizetett be nemzetközi tagdíjakként. Utazási költségek nem voltak.

Szeged, 2022. április 29.

Dr. Tóth Ágota, NKB-elnök



Világító molekulák az ELKH Természettudományi Kutatóközpontban

Beszélgetés Kele Péterrel, az ELKH TTK Szerves Kémiai Intézetében működő Kémiai Biológia Kutatócsoport vezetőjével

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

Csoportunk egy viszonylag fiatal, interdiszciplináris területtel foglalkozik, a kémiai biológiával. Ez a tudományterület az élő szervezetekben lejátszódó folyamatokat kis, szintetikus vegyületekkel történő beavatkozások segítségével igyekszik jobban megérteni. Elsősorban az ilyen beavatkozásokra alkalmas vegyületek előállításával és tesztelésével foglalkozunk. Az általunk előállított vegyületek többsége fényre érzékeny. Ennek köszönhetően egy részük egyszerű jelzésre használható (jelzővegyületek), míg mások alkalmasak arra, hogy például egy inaktív gyógyszerhatóanyagot fény segítségével aktiváljanak (fényérzékeny blokkoló-csoportok). Ez utóbbi foglalkoztat most leginkább bennünket. Ezek a fényérzékeny blokkoló-csoportok egy kovalens kötésen keresztül inaktíválják a hatóanyagot, majd a megfelelő időben és helyen, fénnel megvilágítva elengedik, vagyis aktiválják, így újra képes kifejteni hatását. Ennek klinikai jelentősége az, hogy megteremtik egy új, célzott terápiás eljárás, a fénnel aktivált kemoterápia lehetőségét.

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

Minden a fénnel, pontosabban szólva az egyik fényhez köthető jelenséggel, a fluoreszcenciával kezdődött. Az ELTE TTK harmadéves hallgatójaként diákkörösként egy olyan módszer kidolgozásába kapcsolódtam be, amely alkalmas különféle peptid keverékekből egy bizonyos szekvencia azonosítására. A cél érdekében az én feladatomból az volt, hogy előállítsak egy fluoreszcens oldallánccal rendelkező, nem természetes aminosavat. Persze, harmadévesként azt sem tudtam, mi fán terem a fluoreszcencia, így a szintetikus munka mellett sok időt töltöttem a szakirodalom tanulmányozásával. Nem túlzás kijelenteni, hogy maga a fluoreszcencia jelensége, amellyel a mindennapokban is találkozhatunk – még ha nem tudunk is róla –, például amikor tonikot iszogatunk vagy a bankjegyeket vesszük kézbe, a mai napig lenyűgöz. Későbbi állomásaim során, így a doktori (University of Miami), posztdoktori éveim alatt (ELTE TTK, Universität Regensburg), majd önálló kutatóként is (ELTE TTK, Természettudományi Kutatóközpont), bár mindig kicsit más aspektusból, de fontos szerepet játszott a fluoreszcencia. A 2000-es években megismerkedtem egy akkor berobbanó területtel, a klikk-kémiával,



A csoport

pontosabban annak biokompatibilis formájával, a bioortogonális kémiával. Ez olyan nem természetes, biológiailag és kémiailag is inert funkció-csoportok közti kémiai reakciókat jelent, amelyekkel lehetséges például fehérjék helyspecifikus, nagy szelektivitású jelölése anélkül, hogy ez befolyásolná az adott szervezet életképességét. Ez a két sarokpont, a bioortogonális kémia és a fluoreszcencia összekapcsolása alapozta meg a mostani kutatási területemet. Biológia-kémia szakos tanárként végeztem az egyetemen, és mindig is olyan kutatások érdekelték, ahol e két tudományterületet ötvözhetem. A kémiai biológia remek lehetőségnek bizonyult erre.

Kérem, kicsit részletesebben is beszéljen olvasóinknak az egyik kedvenc kutatási témájáról!

Több olyan téma is van, ami valamilyen szempontból kedves nekem. A legizgalmasabb éppen az előbb említett, fényre érzékeny blokkoló-csoportokhoz kötődik, melyek pl. célzott kemoterápiás eljárásokban alkalmazhatók. Ezek alkalmasak arra, hogy csakis a fényrel történő besugárzás helyén tegyék újra aktívvá a blokkolt hatóanyagokat, így jó pontossággal tudjuk megcélozni a beteg sejteket. Ez a fényrel való célzás jól működik egyértelműen azonosítható, jól körülhatárolt tumorok esetében. Az elsődleges tumorból elszabadult, nyugvó, később áttéteket okozó egyedi sejtek, kisebb sejtcsoportok viszont „láthatatlanok”, a kezelésük továbbra is az egész szervezetet érintő kemoterapeutikumokkal lehetséges, jelentős mellékhatásokat eredményezve. Nemrég olyan



felfedezést tettünk, amely a fényre érzékeny blokkolócsoportok legfontosabb tulajdonságát, magát a fényre való érzékenységet befolyásolja. Ezek az úgynevezett feltételesen fényérzékeny blokkolócsoportok ugyanis csak akkor lesznek valóban fényre érzékenyek, ha előtte részt vesznek egy specifikus kémiai reakcióban. Ha sikerül elérnünk, hogy ez a specifikus kémiai reakció csak és kizárólag a rákos sejteken játszódjon le, egy nagyobb területet érintő fénybesugárzás esetén is csak ott aktiválnódna a hatóanyag, ahol kell. Reményeink szerint ezzel a kettős célzással, ahol egy kémiaiilag rajzolt célkereszt segíti a fénnel való aktiválást, lehetővé válik elszigetelt tumorsejtek hatékony kezelése, minimális mellékhatások mellett. Ezeknek a lehetőségeknek a feltérképezése izgat most leginkább bennünket.

Kérem, mutassa be a csoportot!

Egy ponton túl a csoportvezetők szerepe leginkább egy menedzser tevékenységéhez hasonlít, a mindennapi labormunka nem része ennek. Ahhoz, hogy a kutatómunka mégis hatékonyan folyjon, olyan szervezeti felépítés szükséges, amely nélkülözni tudja a csoportvezető napi szakmai jelenlétét. Ehhez persze olyan munkatársakra van szükség, akik magas fokú szakmai felkészültséggel rendelkeznek, és felügyelik a hallgatók, doktoranduszok munkáját. Nálunk, úgy érzem, sikerült ezt hatékonyan kialakítani. Ilyen tehetséges, felkészült munkatársak kiválasztásán túl fontos a legfiatalabb hallgatók folyamatos utánpótlása is, hiszen nálunk a legnagyobb a csoport szintű fluktuáció. Szerencsére jóval többen jelentkeznek hozzánk, mint amennyi hallgatót fogadni tudunk, így válogathatunk: személyes beszélgetés keretében állapítjuk meg a jelentkezők szakmai elhivatottságát, felkészültségét. E kvalitásokon túl persze nagyon fontos az is, ki mennyire tud, hajlandó csoport szinten is gondolkodni, előfordult már, hogy egy briliáns hallgató helyett kevésbé felkészült, de a csoport munkára alkalmasabb személyt választottunk ki.

Ez azt jelenti, hogy itthonról megoldható a csoport feltöltése? Külföldi munkatárs felvételét nem is szorgalmazza?

Az alap- és mesterképzésben részt vevő hallgatók a hazai egyetemekről jelentkeznek hozzánk, akadnak köztük nem magyarok is. Külföldi jelentkezők elsősorban a doktori vagy posztdoktori pozíciókra jelentkeznek. Eddig sajnos nem állt rendelkezésre olyan forrás, amiből egy külföldi munkatárs alkalmazásának költségeit fedezni tudtam volna. Számos esetben fogadtunk viszont az ERASMUS program keretében hallgatókat, például Franciaországból, Lengyelországból. Rendszeresen jönnek hallgatók a nyári időszakban az amerikai Lebanon Valley College-ből. Ez utóbbi intézményből a Fulbright-programnak köszönhetően hosszabb időszakot is töltöttek már nálunk, illetve most szeptembertől csatlakozik hozzánk egy újabb Fulbright-ösztöndíjas. A roueni egyetemmel a tavalyi évben kezdtünk egy olyan mesterképzési programba, mely a csoportunk és a francia partner közös tematizálásával zajlik. A kezdeményezésnek köszönhetően a francia hallgatók az első évben 3, a második évben 6 hónapot töltenek nálunk. Ez a kezdeményezés, reményeink szerint, a doktori képzésre is kiterjed a továbbiakban.

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

Mint említettem, a csoportvezető feladata egy menedzseréhez hasonlítható. Ennek egyik legfontosabb pontja a kutatáshoz szükséges források biztosítása pályázatokon, ipari együttműkö-



Szintézis közben

déseken keresztül. Ezenkívül még abban a szerencsés helyzetben is vagyok, hogy az intézménytől is kapunk támogatást, ez főleg a munkatársak alkalmazását teszi lehetővé.

Milyen arányban szerepel jelenleg a csoport finanszírozásában a pályázat, ipari együttműködés, intézményi támogatás? Milyen arányt lát optimálisnak, hosszabb távon fenntarthatónak?

Esetünkben ez az arány körülbelül 90:10% a pályázatok javára. Elképzelhető, hogy a jövőben valamennyire növeljük az ipari források arányát, azonban mi elsősorban alapkutatással foglalkozunk, így ez a változás nem lesz drasztikus.

Mennyire tartja hivatásának az oktatást a kutatás mellett? Marad kapacitása tudomány-népszerűsítésre, egyáltalán feladatának érzi ezt is?

Nálam ez kiemelt fontosságú. Eredetileg tanárként végeztem, szeretem átadni a tudást. Az a legjobb, amikor a lelkesedés átragad a hallgatóimra, és ennek hatására indulnak el valamilyen kutatómunka irányába – akár úgy, hogy csatlakoznak hozzánk. Ugyanezért fontos a tudomány népszerűsítése is. Rendszeresen járok középiskolákba, azzal a nem titkolt szándékkal, hogy minél több diákot motiváljak arra, hogy a kémiát/biológiát válassza hivatásának vagy legalább találjon benne valami érdekeset, a saját életéhez köthetőt.

Hogyan kapcsolódik egymáshoz a csoportban a kísérleti és az elméleti munka?

Az egész kutatómunkának az a mozgatórugója, hogy amikor egy elméletet, feltevést, sejtést sikerül igazolni a kísérlettel, azt érezzük, hogy egy kis szeletet sikerült megértenünk a minket körülvevő világból. A kísérleti igazolást, persze, igyekszünk elméletileg is alátámasztani. Ez gyakran már olyan szintű elméleti kémiai számításokat igényel, amelyekhez az e téren nálunk sokkal jártasabb tettestársakra van szükség. Ez az egyszerű példa is jól szemlélteti a hazai és külföldi kutatócsoportokkal való együttműködések szükségességét. Szinte az összes magyar egyetemen van együttműködő partnerünk, de számos európai intézménnyel is jó kapcsolatokat ápolunk. A nemzetközi láthatóságnak a minőségi kutatómunka mellett ma már a kiterjedt tudományos kapcsolatrendszer is feltétele.

Szalay Péter



Keglevich Kristóf

■ Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium | keglevich@fazekas.hu

A kémiatanítás története a magyarországi elemi és középfokú iskolákban 1868 és 2020 között az óraszámok tükrében

Bevezetés

„A vegytan jelenlegi alakjában nem tarthatja meg magát közép-tanodáinkban, mert az általa elért siker, egészében véve, nagyon csekély” – írta Balló Mátyás 1872-ben megjelent tankönyve bevezetésében. Akár 2022-ben is írhatta volna. Jelen cikk célja, hogy bemutassa, a modern kori Magyarországon a kémia mikor milyen, a közoktatás órászámaiban kifejezhető megbecsülésnek örvendett. Hajlamosak vagyunk azt gondolni, hogy mindig minden úgy volt, ahogyan azt gyerekkorunkban megszoktuk, a változásokat saját élményeinkhez viszonyítjuk. Ezért érdemes lehet történeti kontextusba helyezni a kémia tantárgyat ért 2000., illetve 2020. évi óraszámcsökkentést. A kémiatanítás történetéről az 1960-as években több alapos, részletekbe menő feldolgozás született, elsősorban Garami Károly tollából. A rendszerváltás óta inkább csak néhány oldalas, rövid résztanulmányok jelentek meg. Ezek azonban nem vettek tudomást egymásról. Ez a cikk a teljességre törekszik abban az értelemben, hogy jogi szemlélettel, a tantervek mentén haladva – legalábbis az óraszámok tekintetében – összefoglalja az eddigi szakirodalmat, igaz, csak a legfontosabb iskolatípusok esetében. Az általános képzésre összpontosít, a szakképzéssel (a középkorban céhek, a 19. század végétől tanonciskolák, 1949-től szakközépiskolák, amelyekhez 1961-től a szakmunkásképzők járultak) csak érintőlegesen foglalkozik. Természetesen helyenként átértékelésre is szükség volt, pl. az államszocializmus idején született tanulmányokban rendkívüli módon méltányolták az 1919. évi tanácsköztársaság oktatáspolitikáját,

1. ábra. A természetrajz (*historia naturalis*) kifejezés tovább él a bécsi Naturhistorisches Museum (értelem szerinti fordításban Természettudományi Múzeum) nevében



holott a 133 nap során maradandó változások életbe léptetésére nemigen volt lehetőség. A cikk harmadik eredménye a témával foglalkozó fő művek bibliográfiájának összeállítása egy későbbi, nagyobb lélegzetű tanulmány – vagy részkérdések, pl. a szakoktatás órászámai vagy az alább tárgyalt jelenségek nemzetközi kontextusa – előmunkálatként.

Az évfolyamok számokkal történő – változó – jelölésére római számokat használtam, ha az eredeti szöveget idéztem, arab számokat a mai jelentés megadásakor (pl. V. osztály, 1946 = 9. osztály, 2022).

Előzmények

A magyarországi közoktatást elsőként a Mária Terézia királynő által 1777-ben rendeletként kibocsátott *Ratio educationis*, majd az 1806-i *Ratio educationis publicae* foglalta először összefüggő rendszerbe, a meglévő iskolatípusokat véve alapul. Az elvileg hat évfolyamos, falun egy-, két- vagy háromtanítós nép(nyelvű) iskola, adott esetben a városi iskola jelentette az alapszintet. A gimnázium – a három, illetve 1806 után már négy évfolyamos kisgimnázium és a két évfolyamos nagygimnázium – a közép-szinhez tartozott. [2]

A kor felfogásának megfelelően, pontosabban a felekezeti iskolákban kialakult és meggyökeresedett hagyományok alapján mind az I., mind a II. *Ratio* tartalma humán jellegű volt. A magyar iskolák humán jellege egészen 1945-ig lényegileg változatlanul maradt, jóllehet ez a 20. század első felében már régen elavultnak számított. A *Ratiok* értelmében a népiskola a természetrajz keretében közvetített természettudományos tananyagot. A természetrajz három „országból” állt: az állatok, a növények és az ásványok országból. Az ásványtanhoz kapcsolódó kémiai ismeretek meglehetősen gyerekcipőben jártak. Kémiát a gimnáziumban is főképp a természetrajzon belül tanítottak. Később az is gyakran előfordult, hogy a természettan (mai nevén fizika) tantervében kapott helyet.

Alapfokú kémiaoktatás a dualizmus korában

Magyarországon a tankötelezettséget az Eötvös József által beterjesztett, az országgyűlés által 1868-ban elfogadott népoktatási törvény írta elő 6 és 12 éves kor között (illetve 13–15 év között heti néhány órában ismétlő iskolába kellett járni). Az újrahangolt



	mai értelemben vett évfolyam / heti óraszám							
	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1877. évi népiskolai tanterv	(1) (a)							
1868. évi gimnáziumi tanterv			(3) (b)	2 (c)				
1871. évi gimnáziumi tanterv				2 (c)		2		
1879. évi gimnáziumi tanterv				(3) (d)				(5) (e)
1875. évi reáliskolai tanterv				3	2	3	2	
1884. évi reáliskolai tanterv				2	2	3		
1899. évi reáliskolai tanterv (f)					3	3	2	
1905. évi népiskolai tanterv		(2) (g)						
1925. évi népiskolai tanterv		1 (h)						
1924. évi humángimnáziumi tanterv				3 (i)				
1924. évi reálgimnáziumi tanterv				3 (i)				
1924. évi reáliskolai tanterv				3	3	2		
1938. évi gimnáziumi tanterv				(3) (j)		3 (k)		
1946. évi általános iskolai tanterv				3				
1950. évi humángimnáziumi tanterv					5	2 (l)		
1950. évi reálgimnáziumi tanterv					5	3		
1957. évi humángimnáziumi tanterv (m)					3	2	2	
1957. évi reálgimnáziumi tanterv (m)					4	2,5	2,5	
1962. évi általános iskolai tanterv			2	2				
1978. évi általános iskolai tanterv			2	2				
1965. évi gimnáziumi tanterv (általános tantervű osztály)					2	2	2	
1965. évi gimnáziumi tanterv (tagozatos osztály)					4	4	4	2
1976. évi gimnáziumi tanterv					2	2	2	
1978. évi gimnáziumi tanterv					2	4	+2 (n)	+2 (n)
1983. évi gimnáziumi tanterv					2	2	2 (+2) (o)	(+2) (o)
NAT 1995 (p)			1,5	1,5	2	2	2	
2000. évi kerettantervek, NAT 2003, 2007, 2012			1,5	1,5	2	2		
NAT 2020			1,5 (q)	1,5 (q)	1	2	(2) (r)	

A tantervek hivatalos elfogadásának éve többnyire megelőzte tényleges bevezetésüket. A **félkövér heti óraszám** arra utal, hogy a kémia az adott iskolatípus minden tanulója számára kötelező önálló tantárgy, a *zárójelbe tett és kurzivált* pedig arra, hogy a természetrajz vagy természettan részeként tanították.

(a) Osztatlan népiskolában; a természetrajz keretében.
 (b) A természettan keretében vegyi alapismeretek.
 (c) A második félévben heti 4 óra.
 (d) Az ásvány- és kőzettan a természetrajz része.
 (e) A természettan (fizika) tárgyban kémiai alapismeretek.
 (f) Chémia és ásványtan.
 (g) Természettan és vegytan.
 (h) Osztatlan népiskolában; „A” és „B” évben váltakozva vagy az V., vagy a VI. osztályos természettan és vegytan anyaga gyakorlatilag csak kémia.

(i) Ásványtan és kémia. 1926-tól heti 4 óra.
 (j) A természetrajz (ásványtan) keretében vegyi alapismeretek.
 (k) 1942 és 1945 között csak heti 2 óra.
 (l) 1952-ben 3 órára módosították.
 (m) Az 1959/60-as tanévtől kezdve többször módosultak az 1957-es óraszámok.
 (n) Fakultáció; adott esetben lényegesen magasabb óraszám.
 (o) Fakultáció.
 (p) Nem ír elő konkrét óraszámokat, csak az Ember és természet műveltségterületre együttesen vonatkozó %-os tartományt.
 (q) Science-ként is tanítható.
 (r) A 2022/23-as tanévtől 11-ben a tervek szerint összevont természetismeret tárgy pótolja a korábbi diszciplináris oktatást azok számára, akik nem fakultálnak természetudományos tantárgyból.

1. táblázat. A kémiatanítás heti órászámai és jellege a fontosabb tantervekben



népiskola hat osztályból állt. Az első négy – azaz az elemi népiskola – elvégzése volt kötelező, utána a befejező két évfolyam – a felsőbb népiskola – helyett a polgári iskolában (mai értelemben vett 5–8. osztály), a gimnáziumban vagy a reáliskolában, esetleg ismétlődő iskolában vagy – a későbbi szakközépiskolákra emlékeztető – iparostanonciskolában

2. ábra. Eötvös József vallás- és közoktatásügyi miniszter 1870 körül

is tovább lehetett tanulni. (Az ezekben folyó kémiatanítást nem érintjük.) A népiskolákban a természettudományos tárgyakat a természettan és természetrajz képviselte, tananyagukban „különös tekintettel az életmódra és vidékre, melyhez a gyermekek nagyobb részének szülei tartoznak” (1868:38. tc. 55. §.).

Az anyanyelven folyó népoktatásban állami felügyelet érvényesült. Az állami ellenőrzés jegyében jelent meg a népoktatási törvény függelékeként az 1869. évi, majd ennek módosításaként – a természettan és a vegytan erősítésével – az 1877. évi népiskolai tanterv. Utóbbit az 1877/78-as tanév során vezették be és 28 évig szolgált az oktatás alapjául. 1905-ben váltotta föl az elemi népiskola már jóval korszerűbb – a „korszerű” szó a kémia szempontjából a maihoz hasonló értelemben kedvezőtlenebbet jelentett – új tanterve és utasítása.



Az elemi népiskolában az első osztályokban a tanulók a *beszéd- és értelemgyakorlat* tárgy keretein belül jutottak némi természetrajzi ismerethez. A felsőbb népiskolában a fiúkat és a lányokat elkülönítve tanították, és a számukra meghatározott tananyag is eltért egymástól. Ugyan a *természettan* közös volt, ám a *természettrajzot* a fiúk számára a földművelésre és iparra való különös tekintettel, a lányoknak pedig a kertészetre és női tevékenységekre fektetett hangsúllyal oktatták. Ami a kémiát illeti, ez „a népet közelről érdeklő ásványok és kőzetek” tárgyalásában merült ki. Előfordult, hogy e tárgyakat felkért gimnáziumi tanárok tanították. Az óraszámok attól függtek, hány tanító működött az adott iskolában. Példaként a két szélsőséges esetet, az egy és a hat tanítóval bíró népiskolák esetét említjük az 1877-i tanterv szabályozásában. Utóbbiak voltak a legjobb helyzetben, minthogy mind a hat évfolyamot külön lehetett választani. Bár a kisebbséget képviselték, mégis viszonyítási alapul szolgáltak a többi típus számára. Itt a humaniőrák az összóraszám 63%-át kapták meg, a számtan-mértan 20%-ot nyert, a reáliák 13%-ot tettek ki. 1877 és 1905 között a *természettrajz* V. és VI. osztályban 2, illetve 3 órát kapott, a *természet- és vegytan* ugyanezen a két évfolyamon 3–3-at. Ám az egytanítós, vagyis osztatlan falusi népiskolákban – ezek voltak többségben! – a *természettrajz* számára V. és VI. évfolyamon mindössze 1–1 óra állt rendelkezésre, a *természettant* $\frac{3}{4}$ – $\frac{3}{4}$ órában tanították. (A nem magyar ajkú népiskolákra némiképp eltérő szabályozás vonatkozott.) [16] 17–20.]



3. ábra. Elemi népiskolai tanterem (1902) [Fortepan | 84 262]

Az 1905-i tanterv – melyet mind a hat osztályban egyszerre léptettek életbe az 1906/1907-es tanévben – a reáliák óraszámának súlyos csökkenését eredményezte. A hattanítós népiskolában már csak VI. osztályban maradt heti 2 óra a *természettan* és a *vegytan* tanítására. Ráadásul a *természettrajz* – ennek ásványtani anyagában is találhatóak kémiai vonatkozások – órászáma is csökkent, bár nem ilyen mértékben. [17] 491–492., 10) 302.]

Középfokú kémiaoktatás a dualizmus korában

A kiegyezés után a Trefort Ágoston vallás- és közoktatásügyi miniszter hivatala idején elfogadott 1883. évi középiskolai törvény szerint a középiskolák két típusa alakult ki Magyarországon: a klasszikus gimnázium és a reáliskola. A gimnázium humán, a görög-latin nyelvekre és kultúrára épülő általános műveltséget közvetített, a reáliskolában görög helyett egy modern nyelvet (a franciát, esetleg angolt vagy olaszt) lehetett választani, a mennyiség-tant (matematikát) valamelyest, az ábrázoló geometriát, a ter-

mészettrajzot és a természettant pedig lényegesen nagyobb óraszámokban tanították. (Az 1883-ban még csak hatosztályosnak tervezett reáliskolát 1875-ben nyolcosztályossá fejlesztette egy törvény.) A gimnáziumi érettségi birtokában bármely egyetemre felvételt lehetett nyerni, a reáliskolaival azonban csak a műegyetemre, a tudományegyetemek matematikai-természettudományi karára, a bányászati, erdészeti és gazdasági akadémiákra lehetett beiratkozni. [18] 360.]

Az 1868-as gimnáziumi tanterv elsőként hozta meg a kémia önállóságát. A kisgimnáziumban a IV. osztály második félévében a *vegytan* önálló tárgyként heti négy órával szerepelt. Tematikája: vegytörvények és a közéletben gyakrabban előforduló vagy egyébként érdekes anyagok belső szerkezetének ismerése, a vegyszámításban való gyakorlottság. Havonként egy számolásos dolgozatot irányoztak elő, ezenkívül a kísérletek szerepét is hangsúlyozták. [3] 50.] Azonban a kémia a nagygimnáziumban kezdetben nem kapott helyet. Az 1871. évi új gimnáziumi tanterv – amely visszatért a hagyományos al- és főgimnázium elnevezésekhez – értelmében már a főgimnáziumban is külön tantárgyként szerepelt mindhárom természettudományos tárgy. V. osztályban a *természettrajz* keretében került sor az ásványtan és a növénytan ismertetésére, a VI. osztályban pedig a *chemia* heti két óra időkeretet kapott (vegyszűly, parányszűly, tömegszűly, gázok térfogatvi viszonyai, vegyképletek, elemek és nevezetesebb vegyületeik). A kémiát tehát az 1870-es években az al- és a főgimnáziumban is tanították, előbbiben az adatgyűjtés, utóbbiban a rendszerezés és törvényalkotás céljával. [3] 50–51.] Ez a rendszerezés azonban kevésbé lehetett sikeres, elsősorban amiatt, mert a kémia mint tudomány éppen ezekben az évtizedekben ment át rengeteg alapvető változáson – gondoljunk a tömeghatás törvényére (1864), a periódusos rendszerre (1869), az elektrolitos disszociációra és az ionokra (1884) stb. – amelyeket a tankönyvek nem tudtak azonnal leképezni, illetve szerzőik nem érezték rá, melyek az igazán fontos új fölfedezések. Így a tankönyvekben az anyagszűly és az új elméletek szelekció nélküli, igen nehezen megjegyezhető halmaza zűlydult a 16 éves diákokra. A megértést ezenkívül az is hátráltatta, hogy az 1830-as és 1840-es években kidolgozott „magyar kémiai műnyelv” a kiegyezés után másodvirágzását élte, így a gyerekeknek egyfajta kettős nevezéktan – kékenyélécs / cobalt-oxyd (CoO), könenykének / hydrothiongáz (H₂S) – káoszával kellett megkűlydeniük. [8] 185.] A rendelkezésre álló tankönyvek terjedelme sem tette könnyebbé a dolgot: egy év alatt kellett bebiflázni Balló Mátyás A *vegytan* alapelvei (1872) című 240 oldalas művét vagy Bierbauer Lipót *Vegytan* a legűlyjabb elméletek alapján (1876) című alkotásának 425 oldalát. [3] 56.]

Az 1870-es éveket jellemző, óraszámokban megmutatkozó lendűlyetes előretörés azonban – talán a tankönyvi maximalizmus miatt? – a szerkesztűlyje, Kármán Mór nevével fémjelzett 1879. évi tanterv nyomán megtorpant. A kémia űlyjből segédtárggyá vált, a tanterv szerint IV. osztályban az *ásvány-és kűlyzzettan* tárgy első 30 óráját kellett kémiatanításra fordítani. Az ennek során földolgozott témák: a levegűly és a víz alkotórészei; a szén, száraz desztillációja és égéstermékűly; a klór, a kén, a foszfor, a szilícium és a hozzájuk tartozó savak; a fontosabb fémek; sók és egyes ipari termékek, pl. a szóda, a klórmész, a salétrom. [19] 311.] A VIII. osztályos fizikában is szerepeltek kémiai alapfogalmak (elem, atom, molekula, egyes szerves anyagok). [2] 1936/37 101–102.] A tantervi utasításban a IV. (azaz a mai 8.) osztályos tanmenet ismertetésekor, a *természettrajzhoz* (ásványtanhoz) szűlyükséges bevezető kémiai előismeretek fejezetcím tartalmának tárgyalása során a következűlyket olvassuk: „A tanításnak e cím keretűlybe sem-



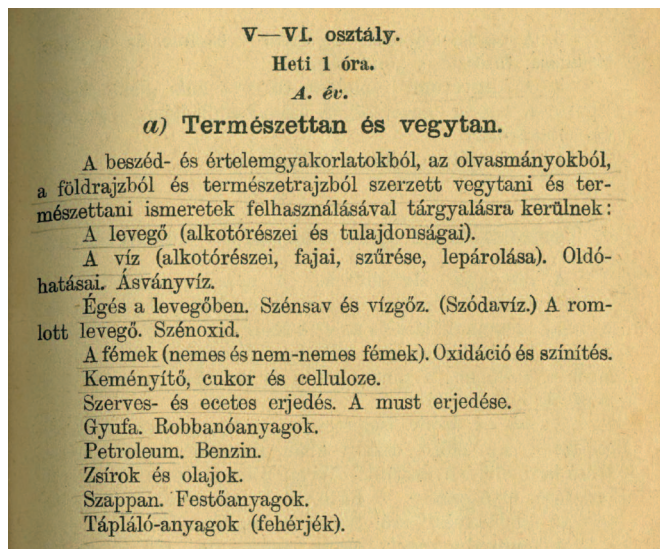
mikép sem szabad belevonnia a chemia rendszerének, bármily csekély terjedelemben is, vázlatos előadását,” hiszen csak a természetrajz tanítása a cél. [19] 310.] 141 év elteltével a 2020-as NAT is hasonló szellemben fogalmaz: „a tananyag felépítése egyre jobban közelít a kémia tudományának logikájához” – olvassuk a gimnáziumi kerettanterv bevezetőjében, míg az általános iskolai kerettanterv központi eleme az alkalmazásközpontúság lett. Az 1899-i tanterv életbe léptetésekor Wlassics Gyula miniszter rendelete külön kitért a kémia fontosságára (mindazonáltal önálló tárggyá nem tette), és arra, hogy emiatt a természetrajz anyagának más beosztása vált szükségessé, hiszen a kémia alapvetése felkerült a VI. osztályos természetrajzba, az ásványtannal közös heti 3 órába. A korábbinál magasabb színvonalú, sztöchiometriai szemléletet adott. A növény- és állattan pedig egy-egy évfolyammal lejjebb került. [10] 313.] A gimnáziumokban a kémia csak az 1938-i tantervben vált ismét önállóvá.

Az 1850 óta létező reáliskolákban – így pl. a mai budapesti Eötvös József és Toldy Ferenc gimnáziumok elődintézményeiben – a kémia megbecsültebb státust élvezett. Mint fentebb taglaltuk, a reáltanoda az 1870-es évekre a gimnáziummal majdhogynem egyenértékű általános műveltséget és érettségit nyújtó, szintén nyolc évfolyamos intézménnyé vált. 1875-ös és 1884-es tanterve [10] 318–321.] után – példaképpen említve – az 1899-i értelmében a reáliskolák az V., a VI. és a VII. évfolyamon tanították a *chemia és ásványtan* tárgyat 3, 3, illetve 2 heti óraszámmal. Az V. osztályos tananyag: a levegőben és a vízben előforduló anyagok, az oxidáció, vegysúlytani (avagy daltoni) törvények, gázok térfogatviszonyai, a kémiai jelzés és az egyenlet, a vegyület-elegykeverék fogalma, a kémiai átalakulás, a fémek, savak, bázisok, sók, gyökök. A VI. évfolyamon az ásványtan, az elektrolízis és az egyszerű minőségi analízis volt terítéken, a VII. évfolyamon pedig a szerves kémia: izoméria, paraffinok, száraz lepárlás, aromás vegyületek, alkoholok, éterek, zsírok, szappanok, szénhidrátok, cianidok, aminok, festékek, alkaloidok, a növények és az állatok táplálkozása. A felsorolásokból látszik a tárgyalás maitól eltérő sorrendje. [20] 180–181.]

A Horthy-kor

A forradalmak kora nem hozott maradandó változást a magyar iskolaügyben. A konszolidáció után nagyjából-egészében az I. világháborút megelőző állapotok álltak helyre. Az elemi iskolákban a kémiát továbbra is a fizikával közös tárgyként oktatták *természettan és vegytan* címen, az 1905. évi népiskolai tantervet váltó 1925-ös új tanterv szerint az V–VI. osztályban heti 1–1 órában (az osztatlan népiskolákban), amiből az egyik évfolyam anyaga elkülönülten, tisztán kémia volt (szinte kizárólag leíró anyagát lásd a **4. ábrán**), a másiké pedig fizika. [21] 35–37., 81.] 1932-ben jelentek meg a részletező végrehajtási utasítások; lényeges tartalmi módosulás nem következett be. A tananyag nem érvényesítette az 1905-ös tanterv óta eltelt két és fél évtized változásait. A viszonylag korszerűbb tartalmak a felső két (az említett V. és VI.) osztályba kerültek, így nem jutottak el a diákok többségéhez. A népiskolák fele egyébként még ekkor is egytanítós, azaz osztatlan volt, bennük a tanterv teljes anyaga eleve nem volt megtanítható. [16] 74.]

Az 1940. évi nyolcosztályos népiskola létesítéséről szóló törvény értelmében 1941-től a legtöbb iskolában bevezették a hetedik, majd a nyolcadik osztályt. (Ennek kísérleti előkészítése már az 1928/1929-es tanévtől folyt.) A nyolcosztályos iskola szövetében a kémia a „*természeti, gazdasági és egészségi ismeretek*” tan-



4. ábra. Az 1925. évi népiskolai tanterv kémia tananyaga (B évben ugyanebben a heti 1 óra időkeretben fizikát tanítottak) [21] 81.]

tárgy keretei közt kapott (volna) helyet. Ennek VII. osztályos anyagában, heti 4 órában szerepelt pl. a cukor-, szesz- és papírgyártás, a műanyagok, a fémek, a levegő, az égés, a műtrágyák és a robbanóanyagok bemutatása. Az ismerethalmazt elméleti megalapozottság, rendszerezettség nem jellemezte. [10] 332., 12) 5.] Az iskolatípus csak 1945 után terjedt el valóban általánosan, természetesen gyökeresen megváltoztatott fölfogásban és tantervekkel.

Ami a középfokú oktatást illeti, Klebelsberg Kuno 1924. évi reformjai értelmében háromágúvá tagolt középiskola-rendszer jött létre. A differenciálás eredményeképp a humán gimnázium (megfelelője lányok számára: leánygimnázium) és a reáliskola (leánykollégium) közé domináns iskolatípusként illesztődött be a reál-gimnázium (leánylíceum). A humángimnáziumban a központi helyet a latin és a görög foglalta el. A reál-gimnáziumban – amolyan redukált gimnáziumban – a görög helyett élő idegen nyelvet tanítottak. (A német természetesen mindhárom típusban kötelező volt.) A reál órák aránya a reál-gimnáziumban csak hajszálnyival volt nagyobb, mint a humángimnáziumban. A kémia mindkettőben *ásványtan és kémia* címen a VI. osztályból a IV. osztályba került heti 4 órában (1924 és 1926 között csak heti 3-ban.) A tanterv a legfontosabb szervetlen és szerves anyagokra korlátozódott némi ásvány-, kristály- és kőzettannal kiegészítve. Az általános kémiai fogalmakat (a leíró ismerettömeg magyarázatát) mellőzi.

A középiskolák harmadik típusában, a reáliskolákban a kémiát továbbra is három évfolyamon tanították, igaz, eggyel „lejjebb”,

5. ábra. Vegyszeresüvegek a Budapest Székesfővárosi VIII. Kerületi Mária Terézia Téri Községi Gyakorló Népiskola (a mai Fazekas) főlsereléséből





mint a dualizmus korában, azaz a IV–VI. évfolyamon, heti 3–3–2 órában. Ugyanakkor a reáliskolákban a kémia önálló tárgy maradt, nem állt kényszerű kapcsolatban az ásványtannal. Óraszámiai arra utalnak, hogy ebben az iskolaformában a természetrajzzal és a fizikával egyenrangú tantárgynak tekintették. Magyarországon az 1926. évi reáliskolai tantervben kapott először helyet a periódusos rendszer (felfedezése után mintegy 50 évvel), igaz, még nem a tárgyalás alapelveként. A tananyag elrendezése az 1884. évi reáliskolai tantervvel mutat hasonlóságot. [10] 337–352.]

A középiskolák ilyesfajta tagoltsága nem volt hosszú életű, Hóman Bálint az egységes nemzetté nevelés érdekében az 1934:11. tc. révén egységes magyar középiskolát teremtett, megszüntetve az 50 éve működő reáliskolákat és az egy évtizede létező reál-gimnáziumokat. A tantervek és az utasítások 1938-ban, illetve 1939-ben készültek el. A kémia IV. osztályban az ásványtannal alkotott közös tárgyat (heti 3 óra), VI.-ban pedig önállóvá vált szintén heti 3 órában. [16] 79.] 1942-től (1945-ig) az óraszám kettőre csökkent, habár a tananyag változatlan maradt. (A felszabaduló 1 órát az új honvédelmi ismeretek tárgya kapta meg.) [13] 171.] Az 1938-i gimnáziumi tantervben az atomos-molekuláris ismeretszint mellett megjelentek sztöchiometriai és energetikai vonatkozások, az elektrolízis disszociáció, sőt, zárótémaként – igaz, csak érintőlegesen – még az atomszerkezet alapfogalmai is (pl. a vegyértékelektronok). [11] 67.]

A kémia a leánygimnáziumokban már létrejöttük, 1916 óta (korábban a lányok tanulmányaikat csak magántanulóként végezheték a fiúgimnáziumokban) viszonylag nagyobb önállóságot élvezett, talán azért, mert a tárgy materiális vonatkozásai a háztartásban, az egészségápolásban hasznosíthatóaknak tűntek. Az 1916-os tantervben *ásványtan és vegytan* néven, az 1927-i tantervben *természetrajz, kémia és egészségtan* tantárgycsoport szerepel. [8] 186.]

	gimnázium	reál-gimnázium	reáliskola	összesen
1867/68	143	–	21	164
1895/96	151	–	33	184
1899/1900	165	–	32	197
1914/15	196	–	34	230
1929/30	28	69	23	120
1938	174	–	–	174
1955/56	209	–	–	209
1965/66	230	–	–	230
1989/90	293	–	–	293
1990/91	321	–	–	321
1992/93	396	–	–	396
2018	866	–	–	866

2. táblázat. A magyarországi gimnáziumok száma (1920 után a trianoni országterületen)

A jogi keret ismertetése után említést érdemel, hogy elég kevés iskolában volt kémia szakos tanár. Emiatt, illetve a szükséges felszerelés híján a kísérletezés nem volt a kémiaórák integráns része, legjobb esetben tanári kísérletezés folyhatott. Ennek a korban már kiterjedt irodalma volt pl. az 1930-tól megjelenő Fizikai és Kémiai Didaktikai Lapok hasábjain. A tanulókíséret 1930 körül még majdhogynem ismeretlen fogalomnak számított. Az 1930/31-es tanévtől két budapesti gimnáziumban, az Erzsébet nőiskola leánylíceumban (a mai Teleki Blanka Gimnázium) és a Mária Terézia leánylíceumban megpróbálkoztak 1–1 munkaiskolai osztály

beindításával. Ez a kísérletező kémia oktatását jelentette, és komoly anyagi segítséget igényelt (volna). Ennek hiányában az 1930-as években csak kevés iskola – pl. a stabilabb anyagi háttérrel rendelkező szerzetesi iskolák közül a budai Szent Margit leánygimnázium (az V. osztályban heti 2 órában folyt munkáltató kémia) és a pécsi ciszterci gimnázium – honosította meg a munkáltató kémiatanítást, igaz, az utóbbiban csak szakkörként („vegytani gyakorlatok”). A törekvés a polgári és a népiskolák némelyikét is jellemezte. Az iskolák túlnyomó többségében azonban fel sem merült a gondolat, hogy a diákok kísérleteket végezzenek. Ezt szorgalmazandó 1936-ban jelent meg tanári segédkönyvként Jeges Sándor *Vegytanítás a cselekvő iskolában* c. műve (Bruckner Győző írt hozzá előszót), 1932-ben pedig Méhes Gyula tollából a *Kémiai kísérletek* című összeállítás, amely a tanulók otthoni kísérletezését kívánta elősegíteni. [6]



6. ábra. Szent Margit Gimnázium, kémiai előadó és munkaterem (1937) [Fortepan | 9554]

Összefoglalóan kijelenthetjük, hogy a két világháború közti évtizedekben a kultúrpolitikát irányító szellemtudományi-kultúr-filozófiai ideológia nem kedvezett a reál tantárgyaknak, amelyek oktatása lényegében a 19. század felében kialakult módon zajlott. A kémia a népiskolában és 1938-ig a gimnáziumokban az ásványtannal közös tárgyként szerepelt, „rejtve” oktatták, csak a reáliskolákban volt önálló. 1938-tól az egységesített gimnáziumban önálló lett, viszont ugyanekkor megszűntek a reáliskolák. A személyi feltételekre (azok hiányára) jellemző, hogy az 1928/29-es iskolai év folyamán a 155 középiskola közül – ideértve a természettudományos közoktatás fellegvárait, az akkor még működő reáliskolákat is – közül csak 76-ban működött kémiára képesített tanár. [11] 66.]

Kémiatanítás az általános iskolában 1945 és 1990 között

Az 1945-ben létrehozott általános iskola 1946-os óra- és tanterve alapján kezdődött az 5–8. évfolyamon – ahol immár szakrendszerezű oktatás folyt – rendszeres fizika-, kémia- és biológiatanítás. A *vegytan* a 8. osztályba került, a korábbiakhoz képest meglepően magas óraszámban, heti 3 órában. Parancsszóra nehéz volt ezt megvalósítani, mind a tárgyi, mind a személyi feltételek terén komoly gondok mutatkoztak. [12] 5–6.] 1956-ban a budapesti ál-



talános iskolákban kb. 75%-ban tanították kémia szakos tanárok tárgyukat. Arányuk országos átlagban 10–15% körül lehetett. [10] 365.] Az aprófalvak osztatlan általános iskoláinak sokaságában még az 1970-es években is a tanítók vagy nem szakos tanárok tanították a felső tagozat egyes tantárgyait. [18] 410.]

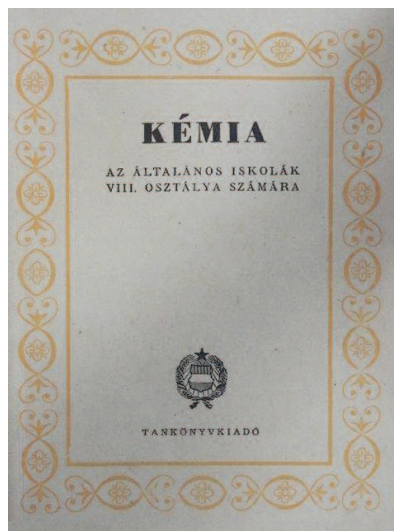
A tananyag a korábbihoz hasonlóan leíró szeretlen és szerves kémiai anyagalmazból állt. Továbbra is sokkal több volt a kristálytan, mint a sztöchiometria. A párthatározatra (!) elkészített 1950-es tantervben és annak 1953-as módosításában már határozottabb törekvés nyilvánult meg a kémia nevelő hatásának kiaknázására, a marxizmus-leninizmus eszméinek érvényesítésére: a termelés irányába fordultak, hangsúlyozták a dialektikus materializmus és a kísérleti oktatás fontosságát. [10] 376.] 1953-ban megjelent új tankönyvében Pais István (a tantervek logikájától némiképp eltérve) az alapfogalmak erőteljes kiemelésével szilárd alapismeretek közvetítésére törekedett, rendszerbe foglalt leíró része az elem – oxid – bázis – sav – só okfejtést követte. Természet-tudományos gondolkodásra akart nevelni. Stílusa talán túlságosan is szabatosra sikerült, a szerves kémiában is fontosabbá váltak az összefüggések, mint az egyes anyagok. Így a gyakorlati



7. ábra. Plakát a Rákosi-korból (1952)

vonatkozások valamelyest megfakultak. Pozitívum, hogy ez volt az első tankönyv, amely tanulókísérleteket vezetett be. (Ebben mindegyik utódja követte.) Az újabb tanterv 1958-ban jelent meg, vezérfonala a szeretlen kémiát teoretizáló oxidációs gondolatmenet lett. A szerves kémiát különválasztva a tananyag végére helyezte. [11] 71, [12] 6–7.] 1960-ban is tantervmódosítás történt.

Az 1962-i általános iskolai tanterv – melyet a 63/64-es tanévtől kezdődően fokozatosan vezettek be, a hetedikes kémiaoktatás pl. 65/66-ban kezdődött – megemelte a kémia óraszámát: 7. és 8. osztályban is 2–2 órát rendelt (ezek az óraszámok az 1995. évi



8. ábra. Pais István: Kémia az általános iskolák VIII. osztálya számára (1959)

NAT-ig voltak érvényesek). Hetedikben a daltoni szintű alapfogalmak, az oxidáció (oxigénfölvétel), a redukció, a tüzelés, anyag-szerkezet nélküli szerves kémiai anyagismeret (energiahordozók) kerültek terítékre, nyolcadikban változatlanul a pusztán leíró jellegű, periódusos rendszer nélküli, oxidációs logikájú szeretlen kémia. [11] 72.] Emiatt a gimnazisták a középiskolai kémiában nem igazán tudták hasznosítani a korábban tanultakat. A reproductív tanulókísérleteket új ismeret földolgozását segítők is kiegészítették. [12] 8.]

1972-ben az a tanulói túlterheltség miatt az MSZMP Központi Bizottságának határozata alapján az általános iskolában és a gimnáziumokban is tananyagcsökkentéssel párosuló reformot határoztak el. A 74/75-ös és a 75/76-os tanévben kijelölt iskolákban végrehajtott tantervi kísérlet után került sor az 1978-as általános iskolai tanterv kidolgozására. [12] 9.] 1979-es bevezetése döntő és forradalmi változást jelentett. Megalkotásakor fontos szempont volt, hogy 1970-es években az általános iskolát végzettek kb. 50%-a volt szakmunkástanuló, így nekik lezárt képet kellett kapniuk a kémiáról. [22] 27.] Részben emiatt, illetve azért is, hogy az általános iskolai tananyag „kompatibilis” legyen a gimnáziumival, vagyis megfelelően megalapozza azt, [23, 24] ezentúl az általános iskolában is megtanították az alapvető atomszerkezeti fogalmakat, a kémiai kötések, az energetikai alapokat (hőtermelő és hőelnyelő folyamatok) a reakciók tipizálását stb. Nyolcadikban a tárgyalás alapjává az elektronszerkezet és a periódusos rendszer, a szerves kémia esetében funkció csoport vált. [12] 14–17.]

Az általános iskolai kémiatanításban ezt a régóta érlelődő tartalmi korszerűsítést az államszocializmus utolsó évtizedében csak kisebb jelentőségű módosítások követték (l. később).

Kémiatanítás a gimnáziumokban (1945–1990)

A reálórak száma az általános iskolához hasonlóan itt is ugrás-szerűen emelkedett. 1945-től – Teleki Géza kultuszminiszter rendelete értelmében – engedélyezték a gimnáziumokban reáltagozat létesítését. A humán tagozatokon az 1946-os szabályzás szerint az I. évfolyamon heti 5 kémiaórát tartottak, ehhez a reáltagozaton a II. osztályban heti 2 óra járult. Az I. osztály tananyaga befejezett egész volt: daltoni szeretlen és szerves kémia, ami most – újdonságként – az ionos szemlélettel és atomszerkezeti ismeretekkel párosult. [10] 387.] A II. osztályos reáltagozaton ezt analitikai, általános kémiai, kristálytani, geokémiai ismeretekkel egészítették ki. [1] 27.]



Az 1950-i tantervek humán- és reáltagozatos gimnáziummal számoltak, és mivel a reálórák száma a humán tagozaton is megnőtt, közöttük ekkor az igazi különbség a latin megőrzése/elhagyása volt (I. és II. osztály: a kémia 5 és 2, illetve 5 és 3 órás tárgy). 1952-től még az addigi eltérés is megszűnt, egy óratervmódosítás értelmében II. osztályban már a humán tagozaton is heti 3 órában tanították a kémiát. [13] 172.] Az első osztályban atomos, molekuláris szinten tárgyalták a nemfémeket és a fémeket, majd ionos szemléletben némi általános kémiát, végül ásványtant. A második osztályban szerves kémia volt a tananyag. Következetes rendszerező elvvé – a magyar kémiai közoktatásban első alkalommal, amire 1950-ig kellett várni – a periódusos rendszer vált. [10] 391–395.] Az ötvenes évek első felében fölmerült a gimnáziumi kémiaoktatás három évfolyamra szélesítésének gondolata, ez az 1954/55-ös tanévben valósult meg, amikor a kémia heti 2 órában megjelent a III. osztályban (fémek és vegyületeik). Ugyanennyivel csökkent az I. osztály óraszámára. [1] 27.]

Az 1957-i tanterv további óraszámnövekedést és megváltozott elosztást hozott magával. A kémiát a humán- és a reáltagozatos gimnáziumban is három évig tanították. A tananyag az I. osztályban: általános kémia, termokémia, nemfémek; a II.-ban: fejezetek a szerves kémiából, kolloidok; III.-ban: anyagszerkezet, a fémek és vegyületeik. A szerves kémia beékelődött a szervesetlenbe. [13] 172.] Ezen felül a reál tagozaton az éves órakeretben kívül gyakorlati órát vezettek be (egyszerű laboratóriumi munkák, szervesetlen és szerves preparatív feladatok). [1] 27.] Szaktanárok szempontjából az előnyösebb helyzetből induló középiskolák helyzete lényegesen jobb volt, mint az általános iskoláké. Bennük az 1950-es évek végén már többnyire szakos vagy szakosodott tanárok tanították a kémiát. [11] 70.] A kémia presztízsét az is növelte, hogy a művelődésügyi miniszter 186/1963. (M.K.24.) M.M. számú utasítása szerint kötelezően választhatóan – azaz fakultatívan – érettségizni is lehetett belőle.

Az 1961. évi közoktatási törvény megszüntette a reál és humán gimnáziumi rendszert. 1965-ben készült el az egységes gimnázium tanterve az I–II–III. évfolyamon heti 2–2–2 órányi kémiával. Tagozatos tantervű osztályok is indultak, mind a négy évfolyamon emelt kémia órással. A tananyag fölépítése: I. osztály: alapfogalmak ismétlése, szervesetlen kémia (nemfémek); II.: általános és szervesetlen kémia (fémek); III.: szerves kémia. [13] 173–174.] A 65-ös tanterv a korábbinál pontosabb terminológiára törekedett, pl. újszerűen megkülönböztette a súly, a tömeg és a sűrűség fogalmát. A számítási feladatok megoldási módjában szakított az aránypárokkal, képleteket vezetett be. 1973-ban módosították az addig érvényes tanmeneteket.

Az 1970-es években a kémiatantervek fentről lefelé – egyetem, főiskola, középiskola, általános iskola – alapos korszerűsítésen estek át. A gimnáziumok első osztályában 1976-ban vezették be az új tantervet (változatlan órással), ami a tananyag forradalmi megváltozását jelentette. Elhagyták a daltoni szintű ismeretanyagot. Ekkor kerültek be a kémiatankönyvekbe a kvantumszámok, a molekulák térszerkezete, a reakciósebesség, az arrheniusi mellett a brönstedi sav-bázis elmélet, utóbbival összefüggésben a hidrolízis. A tananyag évfolyamonkénti megoszlása: általános – szervesetlen – szerves kémia. Utóbbi kettőt szigorúan szerkezeti alapon tárgyalták. Az 1978-as reformtantervek nyomán az összórásszám megtartása mellett némi változás következett be, a kémia tanítása az első két évfolyamra zsúfolódott össze heti 2, illetve 4 órában. Ugyancsak 1978 folyamánként vezették be a fakultáció lehetőségét, azaz a III. és IV. osztályban fakultatív időkeretként 2–3, vagy akár 5–6 kémiaórát biztosítottak az ér-

deklődő diákoknak. A kémia, a fizika és a biológia összehangolását ciklusos óratervvvel (A és B hét) kívánták segíteni. Az 1983/84-es tanévtől kezdve az ötnapos munkahétre való átállással összefüggésben a kémia tanítása ismét három évre bővült (2–2–2 óra). A ciklusos helyett a hetes óraterv vált általánossá, ez nyugodtabb tanítási ritmust biztosított. A tárgyalás sorrendje megváltozott: a biológia tantárgy igényei miatt a szerves kémia lekerült a II. osztályba. [13] 175–177.] Az 1984/85-ös tanévtől új tantervek alapján tanítottak.

A híressé vált és utóbb mérföldkönek tekintett 1978-as tantervi reform nyomán – néhány év útkeresés után – az általános iskolákban és gimnáziumokban kialakult rendszer majdnem 20 évig maradt fenn gyakorlatilag változatlan formában mind a tananyagot, mind az órák eloszlását tekintve. 7.-tól 11.-ig, öt éven keresztül heti 2 kémiaóra, amihez 11.-ben és 12.-ben választható módon még 2–2 óra fakultáció járulhatott. A 78-as reform nyomán megszületett (munkáltató) tankönyvek is tartósnak bizonyultak. A Kecskés Andrásné és Rozgonyi Jánosné szerzőpáros megannyi kiadás megélt 7.-es és 8.-os tankönyvének első verziói 1984-ben, illetve 1987-ben jelentek meg. A Boksay Zoltán és Kajtár Márton nevével fémjelezhető gimnáziumi tankönyvsorozat 1982-től adták ki, mintegy 20 kiadásban látott napvilágot (pl. az I. kötet utolsó utánnyomása 2000. évi). Elképzelhető-e napjainkban, hogy ugyanaz a tankönyv ennyi ideig maradjon használatban? Az említett Boksay-féle I. kötet bevezetésében olvasható a szerzők ars poeticája: „A kémiát az érti meg igazán, aki tudja, hogy az atomok bizonyos átrendeződése milyen közvetlenül megfigyelhető változást okoz és a változások láttán el tudja képzelni, hogy mi történik az atomokkal.” Más szavakkal: a kémia tanításának alapja az anyagok tulajdonságainak anyagszerkezeti magyarázata. 1989-től párhuzamos (alternatív) tankönyvsorozat jelent meg Hobinka Ildikó (I.), Pfeiffer Ádám (II.) és Z. Orbánné Erzsébet (III.) tollából.

A 70-es és 80-as években sok erőfeszítés történt az experimentális módszer – tanulói és demonstrációs kísérletek – elterjesztésére. [22] 29.] Budapesten Vanyek Béla vezető szakfelügyelő nevéhez fűződik a félmikro kísérleti eszközök propagálása és ingyenes szétosztása. Szintén állandó jelleggel terítéken volt a tananyagcsökkentés (ahogy a korban némi iróniával nevezték, a TACS) kérdése.

Az 1980-as évek során az általános iskolában és a gimnáziumban is tananyagkorrekció, azaz -csökkentés következett be. Bizonyos részek a törzsanyagból a kiegészítő anyagok közé, olvasmányba kerültek, ill. elhagyták őket (pl. az általános iskolából a tömény kénsav és salétromsav fémekkel való reakcióját, a vegyszázalékot, a kémiai egyensúlyt; gimnáziumból: az amidok előállítását, a konformációt, a több kiralitáscentrumot tartalmazó molekulák izomer viszonyait).

Természettudományos oktatásunk eredményességét az 1980-as években nemzetközi vizsgálatok (IEA) is igazolták. Ellenérvként szokott elhangozni, hogy ezek elsősorban az „iskolai” tudást mérték, vagyis tantárgyi tudásszintmérő teszteként működtek, és ez a szemléletmód mára értéktelenné vált. Ugyanakkor a – kétségtelenül az elméleti ismereteket hangsúlyozó – magyar oktatás nemcsak a kifejezetten elméleti kérdésekben mutatott sikereket (bár ezeknél kiugróan magasnak mutatkozott az eltérés), hanem további 11 kérdésben mutatkozott az átlagnál jobb eredmény. [22] 28–29.]

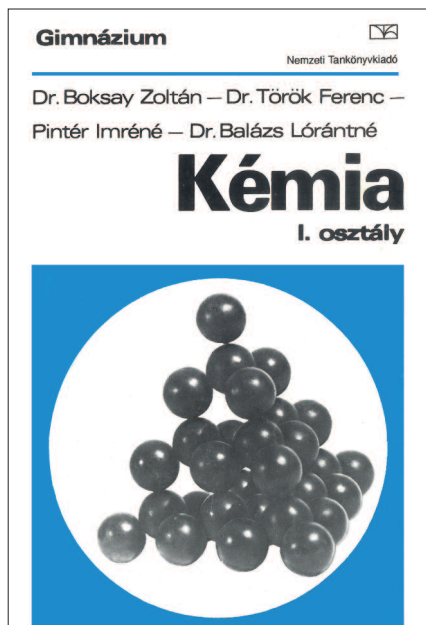
Ezeket az évtizedeket igen kiterjedt szakmódszertani kutatások jellemezték. Számos oktatási segédanyag jelent meg. Meghatározó folyóiratként a Művelődésügyi Minisztérium 1962-től



adta ki *A kémia tanítása* c. folyóiratot (évi 6 szám). Számos cikk foglalkozott az újabb és újabb tantervek implementációjával, hogy megkönnyítse a tanárok dolgát. (Vajon a 2020-as NAT után is hasonló a helyzet? Költői kérdés.) Ezenkívül megannyi kísérlet- és feladatgyűjtemény, szakkönyv stb. vált hozzáférhetővé. Ez a bőség a rendszerváltás utáni első évtizedben tovább gyarapodni látszott, az ezredfordulótól azonban – legalábbis a nyomtatott formájú – szakirodalom csillaga leáldozott.

A rendszerváltás után

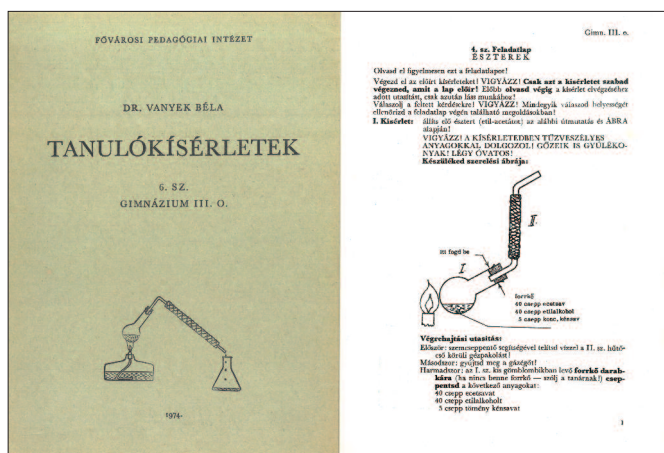
Már 1991-ben megfogalmazódott az a tantárgyfüggetlen alapvetés, hogy a korábbinál lényegesen szűkebb körű nemzeti standard tananyagot kell meghatározni. [22] 34.]



9. ábra. Az először 1982-ben megjelent könyv utolsó, 18. kiadása (2000)

Az imént ismertetett, 80-es években kialakult rendszerre – a magyarországi kémiatanítás aranykorára – az első csapást az első, 1995. évi NAT mérte. Ez nem szabta meg a tantárgyak pontos óraszámait, hanem a több tantárgyból formált műveltségi területekhez – a kémiát az „Ember és természet”-hez sorolták – együttesen rendelt egy %-os tartományt. Ennek pontos értékében és belső szétosztásában egyaránt rugalmasság érvényesült. Az általános iskolák jelentős részében már ekkor csökkent az

10. ábra. A Fővárosi Pedagógiai Intézet által kibocsátott segédanyag



óraszám. Mivel a 11–12. évfolyamot a NAT nem szabályozta, a középiskolákban a 11. évfolyamon a korábbi hagyományoknak megfelelően ekkor még megmaradt a heti 2 kémiaóra. [14] 69.] Mindenesetre lehetőség nyílt tagozat indítására, eltérő helyi tantervek készítésére. Számos iskola egyéni útra lépett az óraszámok tekintetében (is). A NAT bevezetése az 1998/99-iki tanévben kezdődött el az első és a hetedik évfolyamon.

A NAT-hoz utóbb, 2000-ben hozzákapcsolt – az alaptanterv és az iskolák helyi tantervei közé ékelődő – kerettanterv szigorúbban szabályozott. (E sorok írója szerint erre mindenképpen szükség volt, mert időközben jó néhány minősíthetetlen helyi tanterv, illetve házi használatra szánt tankönyv született.) A kerettanterv 7.-ben és 8.-ban már csak heti 1,5-1,5 órával számolt, a gimnáziumi 9.-ben és 10.-ben 2-2-vel. A közoktatás tizenkét évfolyamát tekintve a kémia szenvedte el a legnagyobb arányú óraszámcsökkenést (heti 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 10 órától 1,5 + 1,5 + 2 + 2 = 7 órára). A 11. évfolyamon megszüntetett szerves kémia anyaga 8.-ba került le. 7.-ben és 9.-ben változatlanul általános, 10.-ben pedig szerves kémia volt a tananyag. Ez utóbbiak tartalmát tulajdonképpen a 78-as tanterv korrigált változata képezte. A három évfolyammal lejjebb került szerves kémia anyagán értelem szerűen csökkentést kellett végrehajtani, ám még így is sokkal többet tartalmazott, mint a 78-as 8.-os penzum. A tananyag nagyon feszes lett. A spirális felépítés csak az általános kémia esetén maradt meg, a kémiatanítás korábbi struktúrája alapvető változásokon esett át. [14] 69–70.]

A 2003-i, a 2007-i és a 2012-es NAT nyomán a legtöbb iskola esetén nem álltak be óraszámváltozások. A 2012. évi kerettantervek elődeiknél sokkal inkább előíró jellegűek. A 2012. évihez évfolyamonként és iskolatípusonként 2–2, egy „A” és egy „B” ke-



11. ábra. Tanulókísérleti óra a Fazekasban 2013-ban az 1980-as éveket idéző eszközökkel

rettanterv kapcsolódott. A „B” verziók elkészítésében a Magyar Tudományos Akadémia is közreműködött, ezek emlékeztettek jobban korábbi (tudományos alapú) társaikhoz. Az „A” kerettantervek azt hangsúlyozták, hogy inkább „a gyakorlatban használható ismeretek” elsajátítását tűzik ki célul. A nyolcadikos szerves (és szerves) kémiai ismeretek mindkét esetben „csak a hétköznapi világában való eligazodást” szolgálták: kémia a természetben, az iparban, háztartásban, a környezetvédelemben stb. Így csorba esett a tárgyalás modern, tudományos szemléletén, ami az 1978-as tantervek fő célja – és e sorok szerzője szerint érdeme – volt. A gimnáziumi „B” kerettantervekbe megpró-



bálták beépíteni az általános iskolából kiszorult rendszerező szer-
vetlen kémiát, ezzel kilencedikben irreálisan sok tananyag meg-
tanítását irányozva elő. [15] 290.] A kontextusalapú, alkalma-
zasközpontú kémiatanítás térnyerése a 2020-as NAT-tal és a
hozzájuk illeszkedő kerettantervekkel tovább folytatódott. A ko-
rábbi törzsanyag jelentős része eltűnt (pl. kolloid, ozmózis, oxi-
dációs szám, standardpotenciál, elimináció). Ez az – előbb-
utóbb bevezetendő? – „science” oktatásának is megágyaz, ami
általános iskolában már most is lehetséges megoldás. Mindeköz-
ben a kémia a gimnázium 9. évfolyamán heti 1 órás, játékos tárgy-
gyá sülyedt.

Összefoglalás, avagy az oxidációs szám (élt 1978–2020)

Remélem, a hézagos, egyes részleteiben bonyolultnak ható, talán
nehezen áttekinthető képből az alapvető motívumok kiemelked-
tek. Annak ellenére, hogy a 19. században a természettudo-
mányok társadalmi súlya megnőtt, oktatásban betöltött (csekély)
szerepük alig változott. A kémia még a két világháború közötti
korban is segédtudományi jellegűnek számított, az iskolatípusok
tulnyomó részében más tárgyak keretébe juttva – természetrajz,
ásványtan – tanították. A tankönyvek szemléletmódja egészen
1978-ig – ritka kivételektől eltekintve – korszerűtlennek (tudo-
mánytalannak) minősíthető, hiányzott belőlük a tárgyalást egy-
eséges keretbe foglaló vezérfonál (pl. a periódusos rendszer). A
„szín és szag” kémiáját jelentették, matematikailag megfogal-
mazott törvényt gyakorlatilag nem tartalmaztak, ezzel azt su-
gallva, hogy a kémia kevésbé egzakt, mint a fizika.

Láttuk, ahogy a tananyagcsökkentés igénye már azt követően
egy évtizeden belül megjelent, hogy a kémia első alkalommal lett
önálló tantárgy (1868), és azóta is folyton-folyvást, szinte minden
egy tantervmódosítás alkalmával előkerült. Elődeinknek nem
sikerült átlépniük árnyékukat. A magyar kémiatanítást a közok-
tatásban vagy a rendkívüli korszerűtlenség, vagy pedig az absz-
trakcióra és a maximalizmusra való hajlam jellemezte. Váltakoz-
va. A 2020-as NAT általános iskolai része szakított a teljességre
törekvéssel. A manapság is gyakran hangoztatott szlogenszerű
alapelvek (pl. akadémikus tudás helyett a mindennapi élethez
kapcsolódó tananyagszervezés, a tevékenységen keresztül meg-
valósuló képességfejlesztés, a kísérletek és a modellezés kiemelt
szerepe) többsége sem új keletű, hanem mintegy 100 éves. Két-
ségkívül csak a rendszerváltás után kerültek előtérbe a környe-
zetvédelmi kérdések.

Nem új keletű az sem, hogy a tantervek és az óraszámok elég
sűrűn változtak. Előbbieket valamennyire már az 1920-as évektől
is, 1950-től pedig fokozott mértékű átpolitizáltság jellemezte. Az
1978. évi tantervek jelentették a korszerű szakmaiság csúcát, és
pedagógiai szempontból is hálás módon spirálisan tárgyalták a
kémiát, vagyis az általános iskolai anyagot a középiskolai megis-
mételte, miközben elmélyítette. Az 1995 utáni tantervek egyre in-
kább lineárisak, illetve befejezetlenek. Ez a diákok túlnyomó ré-
szének – kémiából nem érettségiző kb. 95%-ának – érdekét véli
szolgálni. [15] 291.] Ez vitatható, az azonban mindenképp meg-
fontolandó, hogy a gimnáziumok számának növekedésével (lásd
2. táblázat) egyre több diák kerül a közoktatásnak ebbe a sza-
kaszába, nem csak a kevés kiválasztott igényéhez kell igazodni,
mint a Horthy-korban.

Végül látnunk kell, hogy a 2020. évi NAT és a vele járó tan-
anyagváltás, amely hosszú ideje az első igazi tartalmi reform,
számos más, a kémiatanítást alapvetően befolyásoló tényezővel

áll összefüggésben és ezek tükrében kell értékelnünk. Így min-
denekelőtt az óraszámok csökkenésével. Szerintem semmiféle
kompetenciaalapú kémiaoktatást, differenciálást a jelenlegi óra-
számok mellett nem érdemes még elkezdni sem. Mélyebbre te-
kintve pedig a tanárhány, a tantárgy kötelező jellegének lassú
megszűnése, a kémiai szakmódszertani folyóiratok halála, a le-
amortizálódott laborok stb. jelentik a kontextust.

Történeti áttekintéssel semmiképpen nem azt akartam
sugallni, hogy mivel a kémia sem 1822-ben, sem 1922-ben nem
volt fajsúlyos tárgy (sőt, önállóan nem is létezett), érthető, ha
2022-ben sem az. Inkább ahhoz kívántam adalékot szolgáltatni:
miért hagytuk, hogy így legyen? A 20. század második felében
bekövetkezett fejlődés íve egyértelmű. A 21. század is a termé-
szettudományoké. Magyarország 2022-ben, a természettudomá-
nyok háttérbe szorításával az őskorba akar visszajutni? ●●●

A MAGYARORSZÁGI KÖZOKTATÁSI KÉMIATANÍTÁS TÖRTÉNETÉT FELDOLGOZÓ FŐBB MŰVEK

- [1] BICZÓK FERENCNE: *A kémiatanítás története*. In: PAIS ISTVÁN–BICZÓK FERENCNE: *A kémiatanítás módszertana*. Bp., 1967. 24–28. (további bibliográfiával)
- [2] LOCZKA ALAJOS: *A kémia tanításának története*. Fizikai és kémiai didaktikai lapok, 4. (1933/34) 1. sz. és 8. (1937/38) 2. sz. között megjelent 18 részes sorozat. Tömör ösz-
szefoglalása: [3].
- [3] TÓTH ANDREA–KOVÁCS LÁSZLÓ–MOLNÁR ESZTER: *A kémia tanítása a dualizmus korá-
ban*. Fejlesztő Pedagógia, 6. (1995) 4. sz. 50–56.
- [4] NÉMETH KATALIN: *A vegytan alapvonatai*. Természet világa, 131. (2000) 6. sz. XC–XCI-
II. (mellékletben)
- [5] VARGÁNÉ NYÁRI KATALIN–FORGÁCS LÁSZLÓ: „A kémia oktatásának története hazánk-
ban 1750–1950” c. kiállítás ismertetése. A kémia tanítása, 5. (1997) 5. sz. 13–18.
[képegyzék, hivatkozások nélküli rövidebb formája: UGYANÓK: *Fábián Éva: „A ké-
mia oktatásának története hazánkban 1750–1950” c. kiállításának ismertetése*. Me-
gyei Pedagógiai Körkép, 27. (1997) 4. sz. 17–23.]
- [6] SZŐKEFALVI NAGY ZOLTÁN–ÓRHALMI IBOLYA: *Tanulókísérletek a felszabadulás előtti ké-
miatanításban*. Magyar pedagógia, 69. (1969) 3. sz. 328–342.
- [7] GOMBÁS ATTILÁNÉ KAPOCSI MARGIT: *A kémia oktatásának története az elemi és kö-
zépiskolákban 1945-ig*. A kémia tanítása, 5. (1997) 2. sz. 3–5.
- [8] GARAMI KÁROLY: *A kémiatanítás korszerű feladatrendszere*. In: Tanulmányok az ál-
talános képző iskola tantárgyi feladatai köréből. Bp., 1959. 183–229.
- [9] GARAMI KÁROLY: *A hazai természettudományos oktatás történeti alakulásának né-
hány vonása*. In: Tantárgytörténeti tanulmányok. II. Szerk. GARAMI KÁROLY. Bp.,
1963. 7–63.
- [10] GARAMI KÁROLY: *Az általánosan képző iskolai kémiaoktatás művelődési anyagá-
nak alakulása*. In: Tantárgytörténeti tanulmányok. II. Szerk. GARAMI KÁROLY. Bp.,
1963. 293–408.
- [11] GARAMI KÁROLY: *Kémiaoktatásunk fejlődése a felszabadulás óta*. A kémia tanítása,
4. (1965) 3. sz. 65–74.
- [12] *Az általános iskolai kémiatanítás korszerűsítésének története*. Szerk. BALÁZS LÓ-
RÁNT. Bp., 1978. (OPI Pedagógus továbbképzés könyvtára) (SÁRIK TIBOR, SZÜCS LÁSZ-
LÓ és SZABOLCSI LÁSZLÓ szerzői részei)
- [13] VARGA MÁRTA: *A gimnáziumi kémiatanítás negyven évének vázlatos áttekintése*. A
kémia tanítása, 23. (1985) 6. sz. 170–177.
- [14] FERNENGEL ANDRÁS: *A kémia tantárgy helyzete és fejlesztési feladatai. A kémia hely-
zete a tantárgyi modernizációs folyamatban*. Új pedagógiai szemle, 52. (2002) 9. sz.
68–82.
- [15] BÁRÁNY ZSOLT BÉLA: *Az új Nat és a kémia – avagy talán semmi sem tisztán fehér
vagy fekete*. Magyar Kémikusok Lapja, 75. (2020) 10. sz. 290–293.

A TANULMÁNY EGYÉB FORRÁSMUNKÁI

- [16] BALLÉR ENDRE: *Tantervméletek Magyarországon a XIX–XX. században*. Bp., 1996.
(A tantervméletek forrásai 17.)
- [17] STUMPF MÁRISKA: *Az új népközpontú tanterv*. Magyar paedagogia, 14. (1905) 485–495.
- [18] MÉSZÁROS ISTVÁN–NÉMETH ANDRÁS–PUKÁNSZKY BÉLA: *Bevezetés a pedagógia és az is-
koláztatás történetébe*. Bp., 2002. (Osiris tankönyvek)
- [19] KLAMARIK JÁNOS: *A magyarországi középiskolák újabb szervezete történeti megvi-
lágítással*. Bp., 1893.
- [20] PIRCHALA IMRE: *A magyarországi középiskolák rendje*. I. Bp., 1905.
- [21] *Tanterv az elemi népközpontú számára*. Bp., 1925.
- [22] GECŐ ERVIN–BALOGH GYÖRGYI–FAZEKAS GYÖRGY: *Természettudományos oktatásunk
eredményessége az elmúlt húsz esztendőben (fizika, kémia, biológia)*. In: Jelzések
az elsajátított műveltségről. Szerk. HORÁNSZKY NÁNDOR. Bp., 1991. 17–35.
- [23] KECKESNÉ DOBÓVARI ERZSÉBET: *Az általános iskolai és középiskolai tantervek kap-
csolata*. A kémia tanítása, 19. (1980) 2. sz. 58–60.
- [24] DEÁK GYÖRGY: *Általános iskolai kémia tanterv. Múlt, jelen és jövő*. Iskolakultúra, 2.
(1992) 17–18. sz. 22–27.

A rész és az egész viszonya

A mitokondrium elektro-biokémiája (Első rész)

Burger Mária emlékére

Munkámmal szeretném bemutatni, hogy a mitokondriumban lejátszódó citrátciklus és terminális oxidáció nem pusztán két egymásra épülő reakcióblokk, hanem egy oszthatatlan bioelektrokémiai szerkezet két alkotórésze. Az elképzelés kifejtése két tényen alapul, és semmiben sem mond ellent a korábbi felfedezéseknek és elképzeléseknek. Az egyiket inkább kérdésként fogalmaznám meg: Miért és hogyan élhetünk testünk optimálisan alacsony hőmérsékletén? A másik jól ismert tény, hogy a karbonsavak oxidációja és az oxigén hasznosulása a mitokondriumban térben elválasztva játszódik le.

A történelmi előzmények, röviden

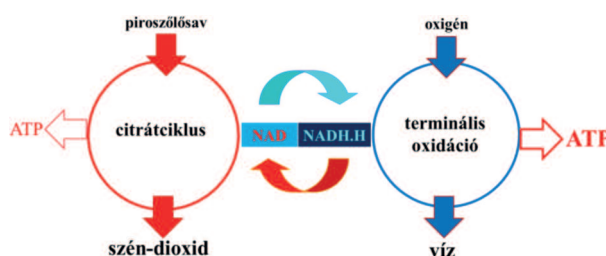
Wöhler a karbamid előállításával megdöntötte az életerő-elméletét. Sikertült ugyan szervetlenből szerves vegyületet előállítania, de az egyébként hevítéssel járó reakció nem adott választ arra a fontos kérdésre, hogy: Az élő szervezetben – a technikai-technológiai megoldásokkal szemben – miért játszódhatnak le alacsony (fiziológias) hőmérsékleten az energiatermelő folyamatok? Ilyen értelemben az „életerő” utánozhatatlansága változatlanul fennmaradt. Megszoktuk, ezért ritkán gondolkodunk el azon, hogy hogyan élhetünk alacsony hőmérsékleten. De ha mégis, akkor azonnal rájöhettünk arra, hogy a biológiai energiaátalakulás során nem a termikus kölcsönhatás játssza a főszerepet.

Az alacsony hőmérsékletet szokás az enzimmkatalízissel indokolni. Aki viszont ismeri az exoterm reakciók elemi lépéseit, az tudja, hogy az aktiválási energia csökkentése megelőzi az energia felszabadulását. Sokáig a megértés élményét jelentette a csatolt reakciók elmélete, bár az energiamegmaradás törvényére, a kezdeti és a végállapot ismeretére épülő termodinamikai indoklás nem magyarázhatja meg az energiakicserélődés mechanizmusát. Melyik fajtája hasznosul a termelő, de hőként meg nem jelenő energiának, hogy az exergonikus reakció fedezhesse az endergonikus folyamat energiagényét?

A redoxireakciók térben elválasztottságának felismerése sokáig váratott magára. Priestley égéssel kapcsolatos kísérlete először bizonyította be, hogy az égésnek, túlélése érdekében, éppúgy oxigénre van szüksége, mint az égő gyertyának. Ekkor alakult ki a lassú és máig kitörölhetetlen fogalma (napjainkban a sokszor emlegetett a zsír-égetés). A szövetek oxigénfogyasztásának mérésével egyelőre csak az derült ki, hogy az oxigén a sejtekben, majd később a sejtek „oldhatatlan szemcséiben” hasznosul (Warburg). A biokémiakönyvekben megjelent a sejtlegzés, később a mitokondriális légzési lánc fogalma. Szent-Györgyi Albert Nobel-díjának indoklása során 1937-ben még mindig „égési folyamatokról” beszéltek.

A lassú égéssel kapcsolatos elképzelés azért nem szerencsés, mert azt sugallja, hogy az éghető anyag és az oxigén ugyanúgy közvetlenül érintkezik egymással, mint a technikai-technológiai égési folyamatokban, de a sok pici lépés miatt lassabban játszódik le. Csak a mitokondriumban lejátszódó folyamatok párhuzamos feltárása, a citrátciklus termékeinek azonosítása (Szent-Györgyi–Krebs), valamint a légzőferment, a citokrómok és az ubikinon felfedezését kö-

vetően a terminális oxidáció lépéseinek felismerése vezetett a napjainkban jól ismert képhez (Warburg, Keilin, Lehninger, Green, Morton). A Nap energiáját konzerváló tápanyagok az oxigénnel nem közvetlenül reagálnak. A szőlőcukorból származó karbonsavak oxidatív dekarboxileződése a citrátciklusban történik, míg az oxigén hatása (a „hidrogén égetésével”) csak a terminális oxidációban érvényesül. A két reakcióblokkot a „biológiai” oxidáló- és redukálószert, a NAD – NADH.H reverzibilis átalakulása köti össze, vagyis az oxigén elektronzónó hatását a NAD közvetíti [1–3] (1. ábra).



1. ábra. A két, egymásra épülő reakcióblokkot a NAD – NADH.H reverzibilis átalakulása köti össze

A „terminális oxidáció” elnevezés az oxigén szerepét hangsúlyozza, ezért úgy tűnik, mintha mindkét reakcióblokkban az oxidáció lenne a főszereplő. De ha csak a belépő anyagokra koncentrálnunk, akkor az válik fontossá, hogy mi történik az oxigénnel. Ekkor tudatosulhat, hogy a karbonsavak oxidációja és az oxigén redukciója, vagy a lényegyet kiemelve, az oxidáció és a redukció egymástól térben elválasztott folyamat. A többi szereplő redoxiátalakulása ebből a szempontból lényegtelen, mert a folyamatot elősegítő molekuláris-makromolekuláris „gépezet” reverzibilisen működik.

Talán éppen a terminális oxidáció elnevezés tereli el a figyelmet, mert fel sem merül a két reakcióblokk elkülönítettségének talán képzelenségnek tűnő, mégis triviális elektrokémiai tartalma. Hiszen máig nincs heurisztikusan kimondva, hogy az oxidáció és a redukció térben elválasztottsága nemcsak az elektrokémiai cellák alapelve, hanem a mitokondrium oszthatatlan funkcionális lényege. Ezért a mitokondrium nem más, mint egy folyamatos üzemi biológiai galván-cella, a technikai üzemanyagcellák biológiai-biokémiai lehetőségekkel megvalósuló változata.

Az elektrontranszportlánc és a hidrogénüzemi üzemanyagcella hasonlóságát már Mitchell felismerte, és a folyamatot „fuel cell-like”-nak (üzemanyagcella-szerűnek) nevezte [4]. Ezért az elektrontranszportláncra és annak következményeire – terjedelmi okok miatt – csak a következő cikkemben térek ki.

A citrátciklus töltéstranszportja

Mitchell elméletté vált hipotézise a terminális oxidáció és az ATP-szintézis kapcsolatára korlátozódik. Ezért nem is foglalkozott a citrátciklussal, és nem tekintette a mitokondrium egészét üzemanyagcellának. Az oxidáció és a redukció térben elválasztottsága azonban



olyan szigorú tény, hogy felmerül a kérdés: Található-e hasonlóság a üzemanyagcella-szerű terminális oxidáció és a citrátciklus között? Nyomon követhető-e az elektrontranszportláncal egyenértékű töltéstranszport a citrátciklusban is? Hiszen mindkét blokkot redoxi-reakciók lánc alkotja.

A piroszólósav és a ketoglutarát-sav oxidatív dekarboxileződése éppúgy közvetett módon játszódik le a NAD által, mint a terminális oxidációban a NADH.H oxidációja az oxigénmolekulák által. Ezért szükséges, hogy éppúgy töltéstranszport játszódjon le a karbonsavaktól a NAD irányába, mint a terminális oxidációban a NADH.H-tól az oxigén irányába. Csak a citokrómok hangolható sokfélesége helyett a másik blokkban a biológiai oxidálószer sokfélesége biztosítja a növekvő redoxipotenciált (TPP, liponsav, FAD).

A reakciók mechanizmusának ismeretében az is nyomon követhető, hogy az oxidáció során a piroszólósavtól elvont elektronpár a TPP, a liponsav és a FAD nukleofil típusú redoxireakciói segítségével jut el a NAD-ra, miközben a piroszólósav dekarboxileződik. A ketoglutarát-sav oxidatív dekarboxileződése ugyanazon multienzimkomplex segítségével, ugyanilyen lépéseken keresztül történik. A piroszólósav maradékából, a liponsav oxidatív hatására képződő acetylcsoport az acetyl-CoA csoportátviteli reakciójával lép be a citrátciklusba, és indítja el beépülő elektronpárjával az izocitromsav dekarboxileződéséhez vezető elektronpár-transzportot [1–3, 5–6].

Egy-egy elemi reakció – a szerves kémikus számára – nukleofil típusú reakció, addíció vagy szubsztitúció. De az egymást követő redoxireakciók egészét vizsgálva kirajzolódik a reakciólánc biológiai



2. ábra. A lánc közbenső tagjai adnak-vesznek elektronpárt, ezért átalakulásuk reverzibilis. A láncot kezdő piroszólósav – és az ábrán fel nem tüntetett, de az elektrontranszportláncot záró oxigén – reakciója irreverzibilis. A mechanizmusból következően a redoxireakció-lánc funkciója nem más, mint elektronpárok továbbítása a NAD-ra

funkciója. A prosztetikus csoportok redoxiátalakulása éppen a reakciólánc miatt reverzibilissé válik (oxidáló hatásuk kifejtése után visszaoxidálódnak). Ezért a nukleofil mechanizmusú redoxireakció-lánc funkcióját tekintve nem más, mint elektronpárok továbbítása a NAD-ra. Vagyis mechanizmusa miatt a redoxireakció-lánc egyúttal elektronpár-transzporttá válik (2. ábra).

A reakciómechanizmus bővítése

A citrátciklus ismert ábrázolása csak a kimutatott köztitermékeket tünteti fel. A reakciók ciklussá szerveződése a fenntarthatóságot hangsúlyozza. A töltések vándorlásának nyomon követésére azonban nem alkalmas. Szent-Györgyi Albert jegyezte meg, hogy: A biológia az első három szinten (makroszkopikus, mikroszkopikus és molekuláris szinten) gyorsan követte a fizikát, „nem törődött azonban a negyedikkel”, az elektronok szintjével [7]. A folyamatok mélyebb megértése érdekében – a termodinamikai indoklások mellett – szükséges, hogy lehatoljunk az elektronok szintjére. A reakciók lényegét az elektronok szempontjából is meg kell fogalmaznunk, vagyis ugyanazt másképpen is el kell mondanunk. A mechanizmus kibővített értelmezéséhez pedig a biokémiai folyamatokban is figyelembe kell vennünk Oláh György eredményeit, a karbokationok és a kételektronos-háromcentrumos kötés kialakulásának lehetőségét [8].

Ugyanaz, csak „más nyelven”

Az élő szervezetekben veszélyesek az irányíthatatlan gyökös reakciók, kivéve, ha az immunvédekezést szolgálják. A gyökök párosítatlan elektronjai válogatás nélkül, „gátlástalanul” keresnek társat a funkciót ellátó molekulákban, ráadásul a gyökös mechanizmus nem is sztereospecifikus. Ezért a mitokondriumban lejátszódó reakciók – és általában a biokémiai reakciók – az elektrontranszportlánc egyelektronos lépéseivel szemben szigorúan elektronpár-átrendeződéssel játszódnak le. Ez többet jelent, mint a kételektronos folyamat, mert nem a darabszám fejezi ki a lényegét. Az elektronok Lewis munkássága óta jól ismert, fontos, mégis érthetetlen tulajdonsága, hogy a tasztítás ellenére párt képeznek (kötő és nemkötő elektronpárok). A gyökös reakciók kivételével a reakciókban az elektronok mindig párban, egymást el nem engedve, kvázirészecskét alkotva mozognak együtt. Ez a „hűség” az elektronok saját mágnességére vezethető vissza, mert két elektron ellentétes mágneses momentummal (és spinnel) az azonos töltések tasztítása ellenére összeférhető (ahogyan ezt a Pauli-elv is kimondja).

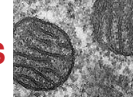
Az elektronpár-átrendeződés közismert, de fontos következménye, hogy a biokémiai reakciókban a szén-szén kötés bomlása vagy kialakulása és a hidrogénátvitel egyaránt elektronpárral történik (szénlánc hasadása és hosszabbodása, illetve dehidrogéneződés) [1–3, 5–6]. Ezekben a nukleofil típusú reakciókban gyökök helyett ionok, karbokationok, karbéniumionok, illetve hidridionok jelennek meg. Már ez a mechanizmus felhívja a figyelmet az „elektromosság” térhódítására az élő szervezetekben.

A molekulán belüli elektronpár-átrendeződés feltétele és egyúttal következménye az elektronpárt magához vonzó, pozitív töltésű atomi erőcentrum létezése, illetve kialakulása, ami a szénlánc esetében nem lehet más, mint a karbokation. A piroszólósav TPP által előidézett, egy elektronpár elvonással járó oxidációja az átmeneti termékben egy karbokation kialakulásához vezet, ami elektronpár-átrendeződést kezdeményezve a piroszólósav dekarboxileződését okozza.

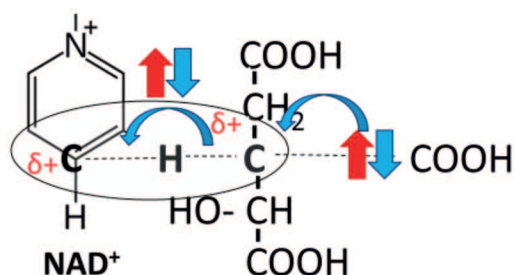
A piroszólósav liponsav által oxidált maradéka a csoportátviteli reakció során acetylcsoport formájában lép be a citrátciklusba. A csoportátvitel fogalma elfedi a reakció különlegességét. Mivel a szén-szén kötés ionos mechanizmussal alakul ki, az oxálcetsav láncnövekedése során a belépő acetylcsoport karbéniumionját az átmeneti termékben szükségszerűen karbokation fogadja. Ez egyúttal azt jelenti, hogy az acetylcsoport (korábban kötő elektronpárja) elindítja a következő elektronpár-vándorlást a NAD felé. Az elektronpárok kedvező átrendeződését elősegítő izomerizáció után az izocitromsav közvetlenül reagál a NAD-dal, és a csoportátviteli reakcióban egy hidridion lép át a NAD-ra. Ennek a lépésnek a mechanizmusa azért fontos, mert hidridion nem fordulhat elő vizes közegben. Hogyan történik az átadás-átvétel, ha a hidridion nem önállóulhat? Véleményem szerint ebben a redoxilépésben játszik szerepet a kételektronos-háromcentrumos kötés. Ez a kötés azért különleges, mert egyszerre két elemi részecske tulajdonságai alakítják ki.

Mivel a protonnak (hidrogénionnak) egyetlen elektronja sincs, kölcsönhatása során nem érvényesülnek az elektronburokkal rendelkező részecskék esetében szokásos tasztítóerők, a Coulomb- és a Pauli-tasztítás. A metóniumion kimutatása bizonyította be, hogy a proton „gátlástalan”, mert szükség esetén még egy kötő elektronpárba is képes beépülni. Az elektronok három centrumra történő kiterjedésben pedig – a „hűség” mellett – a párt alkotó elektronok delokalizációs hajlama jelenik meg. Ebben a kötéstípusban egyszerre válik fontossá az elektron összes tulajdonsága, az elektron „sokoldalúsága”.

A NAD molekulájában a delokalizált elektronszerkezet következtében a nitrogénatom pozitív töltése megoszlik, ezért a szemközti

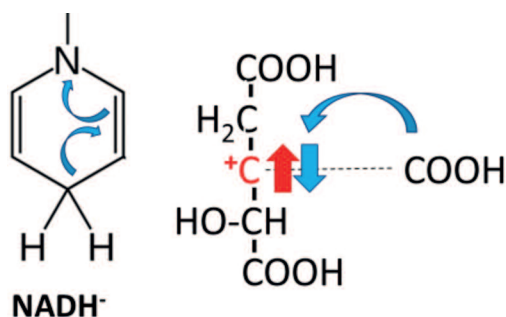


szénatom részleges pozitív töltést hordoz. Ez az elektrofil centrum potenciálisan egy karbokation, ami az elektronpár-átrendeződés során átmenetileg meg is jelenik. Az enzim által optimális távolságban és térállásban lévő molekulák esetében a NAD potenciális karbokationja, az izocitromsav tercier szénatomja és a hozzá kapcsolódó hidrogénatom hordozza egy kételektronos-háromcentrumos kötés kialakulásának lehetőségét. A proton hidat biztosít a kötőelektronpár három centrumra történő delokalizációjához. A redoxireakció során az elektronpár ezen a hídon keresztül lép át a NAD-ra, majd köti a protont (hidrogénatomot) a NAD szénatomjához (3. ábra).



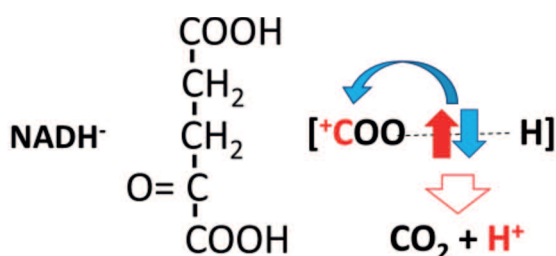
3. ábra. A kételektronos-háromcentrumos kötésben a proton hidat biztosít a kötőelektronpár három centrumra történő delokalizációjához. A redoxireakció során az elektronpár ezen a hídon keresztül lép át a NAD-ra, majd köti a protont a NAD szénatomjához

Az elektronpárhiány következményeként az izocitromsavmaradék tercier szénatomja karbokationná válik (a NAD karbokationja az elektronpárával ellentétes irányba, az izocitromsav tercier szénatomjára vándorol). A tercier karbokation további, molekulán belüli elektronpár-átrendeződést indít, mely következtében a „lyuk” a szomszédos, láncvégi karboxilcsoporton jelenik meg (4. ábra).



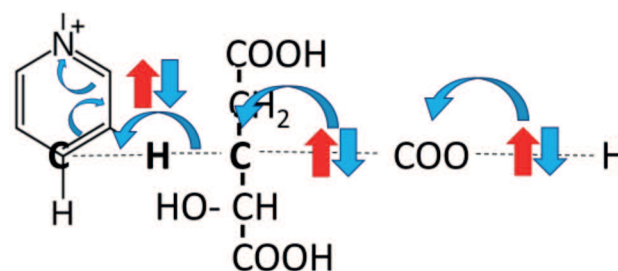
4. ábra. A tercier karbokation elektronpár elvonása következtében a „lyuk” a szomszédos, „láncvégi” karboxilcsoporton jelenik meg

A dekarboxileződés során – egy elektronpár erélyes elvonásával – a karbokation stabilizálódik egy szén-dioxid-molekula és a leváló proton formájában (5. ábra). Az oxidációt tehát a karbokation fejezi be.



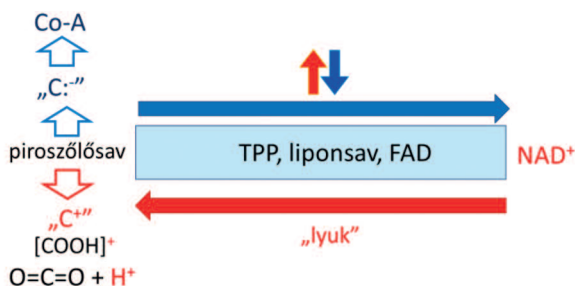
5. ábra. A dekarboxileződés során a karboxilcsoporton kialakuló karbokation stabilizálódik egy szén-dioxid-molekula és a leváló proton formájában

A NAD által kiváltott elektronpár-átrendeződési lánc a karbokation ellentétes irányú vándorlásával az izocitromsav oxidatív dekarboxileződéséhez vezet. Mivel a molekulák az enzimből megfelelő távolságban és térállásban rögzítettek, a két molekulára kiterjedő „távolsági” elektronpár-átrendeződés folytonosan, szinkron módon valósulhat meg (6. ábra).



6. ábra. A két molekulára kiterjedő „távolsági” elektronpár-átrendeződés szinkron módon valósulhat meg

A piroszölősav (és a ketoglutarát) esetében hasonló a helyzet. Mivel a redoxiátalakulásban szerepet játszó proszтетikus csoportok a multienzimkomplexben helyhez kötöttek, a több molekulára kiterjedő elektronpár-átrendeződés szintén szinkron jellegűvé válhat. Ez a mechanizmus egyúttal megmagyarázza, hogy az alacsony hőmérsékleten miért lehet nagy a reakciósebesség. A több molekulára kiterjedő „áram”, vagyis az elektronpárok és a lyukak ellentétes irányú transzportja a vezető polimerek redoximechanizmusára emlékeztet (pl. polipirrol) (7. ábra).



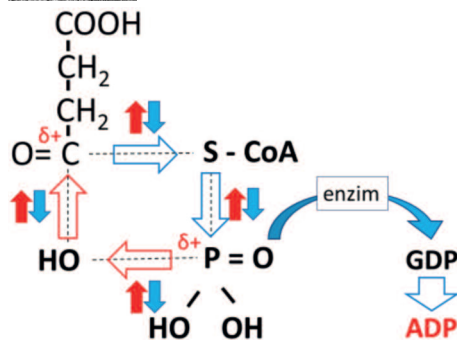
7. ábra. A több molekulára kiterjedő elektronpár-átrendeződés során az elektronpárok és a „lyukak” ellentétes irányú vándorlása a vezető polimerek redoximechanizmusát idézi fel

A szerkezeti hasonlóság miatt az izocitromsavból keletkező ketoglutarát dekarboxileződése a piroszölősavéval megegyező módon, egymást követő, nukleofil mechanizmusú redoxireakciók elektronpár-transzportjával játszódik le. A szukcinil-CoA azonban – szénláncnövelés helyett – foszfátlánc-növekedést készít elő a foszforsav aktiválásával a GTP-ATP szubsztrátszintéziséhez. A reakció sor különlegessége, hogy a szukcinil-CoA – az acetyl-CoA-val szemben – nem donorként, hanem elektronpárakceptorként jelenik meg [1]. A karbonilcsoport elektrofil szénatomja szinkron elektronpár-átrendeződést kezdeményez az enzimhez között reakciópartnerek között. Az átmeneti állapotban megjelenő, rövid élettartamú karbokation (mint erélyes Lewis-sav) egy elektronpárt vonz el a foszfor-savtól az egyik hidroxilcsoporttal együtt. Mivel a nagy elektronegativitású oxigénatom a kötőelektronpárával együtt távozik, az elektronpárhiány a foszforilcsoport foszforatomjára helyeződik át. Az aktivált foszforatom pedig végül elektronpárra talál a távozó CoA nukleofil kénatomján (8. ábra).

A folyamatot másképpen nevezhetjük a különböző erélyességű Lewis-savak vetélkedésének a különböző nukleofilitású Lewis-bázi-



KITEKINTÉS



8. ábra. Szinkron elektronpár-átrendeződés a különböző erősségű Lewis-savak elektronpárért történő versengése során

sok elektronpárjaért. A képződő foszforil-CoA „nagy energiájú” tiolszterkötésében tehát olyan foszforatom alakul ki, ami a foszforiláló enzim által aktivált csoportátvitel során, átmenetileg, elektronpárhiányos, pozitív töltésű centrumként, kationként jelenik meg. Ennek „átlépése” pedig a GDP nemkötő elektronpárokban gazdag pirofoszfátcsoportjára, a kialakuló elektrosztatikus vonzás miatt, energetikailag egyenesen kedvező. A csoportátvitel hajtóereje, hogy a pirofoszfátcsoport oxigénatomja kedvezőbb nukleofil bázis, mint a Co-A kénatomja. Az elektronpár-átrendeződéssel járó mechanizmus miatt – a szénlánc növekedéséhez hasonlóan – a „foszfátlánc” növekedése is ionos mechanizmussal történik. A „nagy energiájú kötés” fogalma, illetve a csatolt reakciók termodinamikai indoklása mögött tehát a foszforilcsoportátvitel ionos jellegű mechanizmusa rejlik.

Az eddigiek összefoglalása

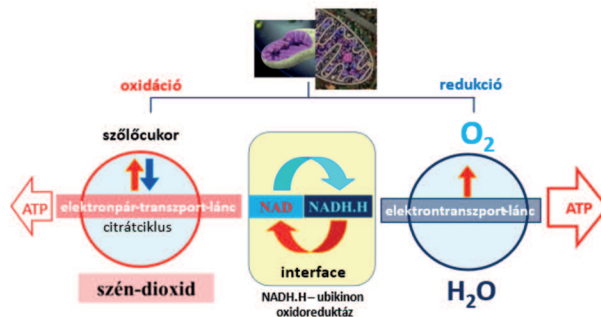
A reakciómechanizmusok nyomon követése igazolja, hogy a citrátciklusban is kimutatható a töltéstranszport. Ha a reakciókat folyamatában vizsgáljuk, akkor kirajzolódik az egymást követő lépések funkciója. A nukleofil mechanizmusú redoxireakciók láncában elektronpárok vándorolnak a karbonsavakról a NAD-ra. A mechanizmus, a láncszerveződés és a közbenső lépések reverzibilitása miatt a dekarboxileződéshez vezető folyamat elektronpártranszport-láncot alkot.

A citrátciklus „biológiai” töltéstranszportjának különlegessége, hogy egyszerre több mechanizmus megjelenik benne: Az elektronpárok és a pozitív töltésű erőcentrumok több molekulára kiterjedő, ellentétes irányú vándorlása a redoxi félvezető mechanizmus biológiai megvalósulásának tekinthető. Annak ellenére, hogy az elektronpárdonorok semleges molekulákként vándorolnak, a csoportátvitel ionos jellege miatt a csoportátviteli reakciók egyúttal töltés-átvitelnek és továbbításnak számítanak (acetil-CoA esetében karbéniumion, a NADH.H esetében hidridion). Ugyanezért az elektronpárdonorok diffúziója az elektrolitoldatok konvektív vezetésével egyenértékű. Az enzimkomplexek által biztosított, több molekulára kiterjedő elektronpár-átrendeződés mechanizmusa, a karbokationok rövid élettartama és az átrendeződéssel szinkron jellege együtt vezet az alacsony hőmérsékleten is nagy reakciósebességhez.

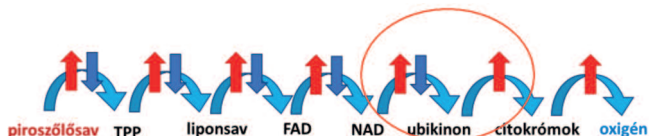
A részekből összeálló „egész”

A mitokondrium funkcióját tekintve egy folyamatos üzemű, oszthatatlan bio-üzemanyagcella, amiben (a piroszőlősav átalakulásával együtt) a citrátciklus az oxidációs térfelet, a terminális oxidáció pedig a redukciós térfelet alkotja (9. ábra).

Az oxigén hatása közvetve, a redoxireakciók láncán keresztül érvényesül. Mivel a közbenső redoxiátalakulások reverzibilisek, ezért funkciójuk az elektronok továbbítása az oxigénmolekulák felé. Az



9. ábra. A bio-üzemanyagcella oxidációs és redukciós térfele az elektronpártranszport- és az elektrontranszportláncal



10. ábra. A kételektronos elektronpártranszport és az egyelektronos elektrontranszport között az ubikínon kételektronos redukciója és az ubikínol egyelektronos oxidációja játssza az „interface” szerepét

oxidációs térfélben ez a nukleofil reakciómechanizmusnak köszönhetően szigorúan elektronpárokkal történik, míg a redukciós térfélben, a citokrómkomplexek között egyelektronos a folyamat. A két térfél között a mindkét mechanizmusra alkalmas ubikínon-ubikínol reverzibilis átalakulása az „interface” (9. és 10. ábra).

A bio-üzemanyagcellában ugyanaz a hajtóerő, mint a szőlőcukor égése során, csak a redoxireakcióban rejlő energianyereség (szabadentalpia-változás) nem hőként, hanem potenciálkülönbség formájában jelenik meg. A hidrogénalapú üzemanyagcellákhoz hasonlóan csak annyi hő termelődik, amennyi a sav-bázis reakciók miatt szükségeszerű.

Következésképpen a karbonsavak oxidációjában és az oxigénmolekulák redukációjában szerepet játszó enzimkomplexek a katalitikus hatás mellett egyúttal biológiai elektródok is. Szerepük összetett, az elektrokatalízis. A bioelektród-enzimkomplexek között kialakuló elektrokémiai potenciálkülönbség folyamatos töltéstranszportot tart fenn, ami kémiai jellegű munkát végez. Az oxidációs térfélben például fedezi az elektronpár-átrendeződések energiaszükségletét. Hiszen az elektronpárok már taszítják egymást. A redukciós térfél elektrontranszportláncának munkájára azonban csak a tervezett folytatásban térünk ki.

A cikk végére a kifejtés alapjául szolgáló tények összetételköztak: Azért élhetünk fiziológias hőmérsékleten, mert a biológiai energiaátalakítás a mitokondriumokban elektrokémiai módon, a galváncella elve alapján történik. Úgy is mondhatjuk, hogy az élet a kémia bioelektromos korszaka.

IRODALOM

- [1] Kajtár Márton: A szénhidrátok szerepe az élő szervezetben. In: Bruckner Győző: Szerves kémia 1–2., átdolgozott, ötödik kiadás. Tankönyvkiadó, Budapest, 1974, 1166–1247.
- [2] Ádám–Dux–Farág–Féstös–Machocich–Mandl–Sümegi: Orvosi biokémia, 2. kiadás. Medicina Könyvkiadó Rt., Budapest, 2001, 79–91.
- [3] Nyitrai L., Pál G.: A biokémia és a molekuláris biológia alapjai, e-tankönyv, 2013.
- [4] P. Mitchell: David Keilin’s respiratory chain concept and its chemiosmotic consequences. Nobel Lecture, 8 December, 1978.
- [5] L. Stryer: Biochemistry, fourth edition. W. H. Freeman and Company, 1995.
- [6] J. Darnell, H. Lodish, D. Baltimore: Molecular cell biology. W. H. Freeman and Company, 1986.
- [7] Szent-Györgyi Albert: Az anyag élő állapota. Magvető Kiadó, Budapest, 1983.
- [8] Ruff F., Csizmadia G. L.: Szerves reakciómechanizmusok vizsgálata. Nemzeti Tankönyvkiadó Rt., Budapest, 2000.



Kemoterápia helyett citromlé?

Évek óta visszatér, újra és újra lecsap az az álhír, amely szerint a citrom hatásosságban vetekszik a daganatellenes gyógyszerekkel. Utóbbiak mellékhatásai közismertek – ha a citrom, amely nyilvánvalóan nem okoz hajhullást, képes elpusztítani a daganatot, miért is ne azt kapja a beteg a kemoterápia helyett? Ha az előző mondat végére kérdőjel helyett felkiáltójel kerül, akár az életet veszélyeztetheti.

A daganatellenes citrommal kapcsolatos főbb téziseket jól összefoglalja ez a körlevél, amely egy angol szöveg fordítása. Az eredeti csak szakmai szempontból kifogásolható, a magyar változat helyesírása is árulkodik a szöveg komolyságáról:

„A CITROM 10 000 szer erősebb mint a KEMÓTERÁPIA

Az a jó hogy a citromot (nem a tablettát) lehet enni, és a testnek készíthetünk egy citrom fürdőt, különösen a befolyásolt területeken (ott ahol rákos).

Vágj fel citromot és add oda a gyerekeknek hogy szopogassák, vagy tegyél a pohár vízbe pár szeletet, ezzel is megelőzheted a rákot.

A Citrom „Citrus” ez egy csodálatos termék ami MEGÖLI A RÁK SEJTEKET, 10 000 szer ERŐSEBB MINT A KEMÓTERÁPIA. Miért nem tudjuk mi ezt ???

Azért mert laboratóriumok vannak akik érdekeltek egy szintetikus verzió elkészítésére, ami HATALMAS PROFITOT hoz nekik. Te most úgy segíthetsz a szükségben levő bártaidon, hogy ezt a tudomásukra hozod, hogy a „valódi citrom lé” (ami nem laboratóriumban készült) előnyös a betegségek megelőzésében. Az íze kellemes és NEM termeli azt a rettentő kemoterápiai efecteket (mellék hatások).

Ez a növény egy bizonyított orvoslás az ÖSSZES RÁK TIPUSOK ELLEN !!!

Egyesek azt mondják hogy a citrom nagyon hasznos különböző rákokra. Antimikróbus spektrum (színekép) a BAKTÉRIUM, INFEKCIÓ és GOMBÁS MEGBETEGEDÉSEKRE, az ÉLŐSKÖDŐ PARAZITÁK ÉS FÉRGEK ELLEN, A VÉRNYOMÁST SZABÁLYOZZA AMI TÚL MAGASS, és egy ANTIDEPRESSANT (DEPRESSZIÓ ELLEN, CSÜGGEDÉS ELLEN), KÜZD A STRESSZ ELLEN, és az IDEG RENDETLENSÉG ELLEN !!!

Ennek az információnak a forrása elbűvölő. A világ legnagyobb gyártójától jön, ami azt mondja hogy több mint 20 laboratórium tesztelte már 1970 óta, és a kivonatok ezeknek a kísérleteknek leleplezték azt hogy: MEGSEMMISITI A ROSSZ INDULATU CELLÁKAT 12 típus rákban beleértve a: COLON (ezt a szót nem találtam meg a szótárban), MELL, PROSZTATA, TÜDŐ, és a HASNYÁLMIRIGY-ben.”

Nem szükséges szakirányú felsőfokú végzettség ahhoz, hogy felismerjük, a szöveg tele van félrefordításokkal, értelmetlen kifejezésekkel: nem cellák, hanem sejtek, nem antimikróbus színekép, hanem antimikrobás spektrum stb. A magyar helyesírási szabályok figyelmen kívül hagyásáról ne is beszéljünk.

Nem kétséges, hogy a citrusfélékben számos kedvező hatású anyag található (pl. flavonoidok, karotinoidok, vitaminok), de egyrészt ezek más növényekben is megtalálhatóak, másrészt vi-

szont a daganatos megbetegedéseket tekintve előnyös hatásuk nem vehető össze a daganatellenes gyógyszerek hatóerejével. Azt állítani, hogy a citrom megöli a ráksejteket, és hogy a kemoterápiás kezelés kiváltható lenne vele, teljesen alaptalan.

Sajnos a rákellenes terápia (legyen az kemo- vagy sugár-) sok esetben nem hozza a várt eredményt, de ezek a módszerek, ha nem is mindig, azért az esetek egy részében bizonyítottan hatásosak. Sok daganattípus ma már jó hatékonysággal gyógyítható, de máig van olyan, ahol nagy a sikertelenség aránya. Azt azonban el kell fogadni: nincs olyan alternatív gyógyászati módszer, amely hatásosabb lenne a daganatok ellen, mint a modern gyógyászati módszerek (mint ahogy alternatív egészség sem létezik...).

A nagy hanggal hirdetett „csodaszerek” esetén a bizonyítékok általában néhány ellenőrizhetetlen (így teljesen értéktelen), gyakran csak a forgalmazó marketingcéljait szolgáló esetleírásra korlátozódnak. A citrom daganatellenes hatásával foglalkozó kutatók zömét lombikban, sejteken vagy állatokon végezték, többnyire a citrom illóolajával. Az illóolaj összetevői közül a kísérletek során egy vegyület keltette föl különösen a kutatók érdeklődését: a d-limonén. Ez a vegyület több állatkísérletben csökkentette a daganatok méretét vagy akadályozta meg azok kialakulását (mesterséges daganatkeltés alkalmazása mellett). A hatás módja feltehetőleg a programozott sejthalál (apoptózis) gyorsítása lehet, ami a tumornövekedés ellen hat. Az igazsághoz hozzátartozik: ehhez az kellett, hogy nagyon nagy dózisban adják be az állatoknak a limonént. A limonén hatásosságát embereken is vizsgálták (mellégdaganatban szenvedőkön), és bár bizonyos biomarkerek szintjének pozitív változásait figyelték meg, az igazán jelentős végpontok (gyógyultak aránya, túlélési idő) tekintetében az eddig elvégzett néhány vizsgálatban nem sikerült pozitív hatásokat dokumentálni.

Ugyanakkor az illóolajat (és a limonént) nem a citromlé, hanem a héj tartalmazza nagyobb mennyiségben. Mégsem célszerű citromhéjat vagy citromolajat alkalmazni daganatos betegségek ellen, mivel a héj és az olaj is tartalmazhat toxikus vegyületeket, ha nagy mennyiségben, tartósan fogyasztjuk.

Ami tény: a citrom, mint oly sok gyümölcs, egészséges. És más gyümölcsökhöz hasonlóan kimutatták, hogy fogyasztása egyes daganattípusok kockázatának csökkenésével járhat. Több vizsgálat arra utal, hogy a rendszeres citromfogyasztók körében jelentősen alacsonyabb a szájjüregi, a gyomor-, a hasnyálmirigy- és a nyelőcsődaganatok aránya. A daganatkockázatot csökkentő hatás (amely számos egészséges élelmiszer esetén igazolt) nem azonos a daganatos betegségeket gyógyítóhatással.

A hangzatos összeesküvés-elmélettel szemben az a helyzet, hogy a citrom jelen tudásunk szerint elsősorban egészséges és jóízű táplálék. Kedvező hatású összetevőit a gyógyszerkutatók nem eltitkolni akarják, hanem vizsgálják, annak reményében, hogy azok (vagy származékaik) akár gyógyászatiilag is hasznosulhatnak – de jelenleg még nagyon távol vagyunk attól, hogy a citrom bármilyen kivonata, vegyülete a daganatellenes gyógyszerekkel egy lapon említhető legyen.

Csupor Dezső



Braun Tibor

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

Az eponímiától az eponimikus Stigler-törvényig

Előszó

Ebben az írásban az általános bevezető után egyetlen eponimikus törvényszerűsége összpontosítjuk figyelmünket, ami *Stigler törvénye* néven vált közismertté. A múltban is jelentős érdeklődést mutattunk az eponimák és az eponimikus folyamatok iránt (lásd pl. *Eponimikus ismeretek nyomai a kémiai tankönyvekben* [1], *Eponimák és eponímia a természettudományokban* [2], *Miért nem Ramsden-emulzióknak nevezik a Pickering-emulziókat? Kolloidkémiai oknyomozás* [3]).

Bevezetés

Az *eponímia*, azaz köznevek személynevekből történő képzése nem idegen a természettudományoktól. Az *eponima* kifejezés a görög *epi* (jelentése: -ról, -ről) és *oníma* (jelentés: név) szavakból származik. Az *eponima* olyan személy neve, aki időszak, irányzat, iskola vagy fontos új paradigma névadója. A tudományban találkozunk eponim törvényekkel, elvekkel, hatásokkal, hipotézisekkel, rendszerekkel stb. is.

Eponimikus nevet ritkán adnak vagy hagynak jóvá, hacsak az elnevező (vagy a név elfogadója) térben és/vagy időben távol nem áll a megtisztelni kívánt személytől. A kutató közösségének kell felismernie, hogy tevékenysége az érdemen nyugszik, nem pedig személyes barátság, nemzeti hovatartozás vagy politikai nyomás hatására jött létre. A közösség késői elismerése és így a jövő kutatógeneráció által adott halhatatlanság (fáma) ígérete az, ami ennek a jelenségnek a rendkívüli presztízsét adja. Az eponimák különböző módon képződhetnek, például egy személy vagy hely nevét kötjük valamilyen megjelöléshez, de lehet egy személynévnek tulajdoni jelentést is adni: például *Freudnak, freudi pszichológia; Eukleidésznek, euklideszi geometria*. Az eponimák nem feltétlenül ragaszkodnak tudományos felfedezők nevéhez. Például a görög mitológia eponimák sorának lehet forrása, mint *Ulysses-szindróma, Achilles-komplex* stb. Az irodalom szintén létrehozhatja eponimák sorát, ilyen például a *donquijotizmus* vagy *bovarizmus*, de forrás lehet a földrajz is, mint a *Stockholm-szindróma, lesbianizmus, amerikanizmus* esetében.

Ugyancsak említeni lehet a Bibliát és a történelmet: például *Káin-komplexus, mazochizmus* (Zacher-Masoch Leopold nevéből). Érdekes egy pillantást vetni olyan szótárakra, amelyek a tudományos nyelvben elterjedt eponimákkal foglalkoznak. A legnagyobb számú eponimát valószínűleg az orvostudományban hozták létre, de aránylag szorosan követi a fizika és a matematika. Nem feledkezhetünk meg a felfedezőkről, akiknek a tevékenysége annyira fontos az univerzális tudományos gondolkodásban, hogy nevet adtak a tudománytörténet teljes időszakainak: például *newtoni fizika* vagy *darwini biológia*.

Az eponímia támogatása, illetve ellenzése

Érdemes ezek után rátérni arra a témára, amit az eponimák hasznosságáról és haszontalanságáról vitatnak a természettudományos szakirodalomban. Számosan védik az eponimákat mint a tudományok

nyelvvezetének lényeges részét, ugyanakkor jelentős számú szerző javasolja az eponimák száműzését a tudományos nyelvből, javasolva helyettesítésüket egy normálisabb nyelvezettel, amely jobban körül tudja járni a jelenségeket. A támogatók hangsúlyozzák, hogy az eponimák megkönnyítik a szakemberek közötti kommunikálást főleg nyelvi gazdaságosságuk következtében. Leíró jellegük könnyebben használható, mint az általuk vázolt szakmai nomenklatúra. Segítségükkel könnyebbé válik az országok és szakterületek szakértői közötti kommunikálás [4]. Támogatóik úgy vélik, hogy az eponimák egyik legfontosabb feladata a tiszteletadás a felfedezőknak, felhalálóknak és hálaaként a felfedezésért őket halhatatlanná tenni. Az eponimákat ellenző szerzők azonban úgy tekintik, hogy azok használata nem igazolható, és használatuk elkerülésére törekednek. Azzal érvelnek, hogy hasznosabb lenne helyettük olyan fogalmakat használni, amelyek összhangban vannak a normalizált tudományos nomenklatúrával. Ezt különös határozottsággal főleg az orvosi eponimák esetében hangoztatják. Az eponimaellenzők másik érve az, hogy a valóságban nem tükrözik pontosan a tudományos felfedezéseket és nem ismerik el számos személy érdemét, miközben túlértékelik másokét.

Az eponimák rendszerint hálát, fámát és méltatást általában egyes személyeknek biztosítanak annak ellenére, hogy a tudományos felfedezések egyszerre több személy erőfeszítéseinek is lehetnek az eredményei. Másrészt általában elismerés azoknak a kutatóknak jár, akik befolyásosabb folyóiratokban publikálnak valamelyik domináns világnyelven. Mindez arra utal, hogy egy személy vagy egy meghatározott csoport felfedezése függhet a publicitástól, amit a kutató a presztízse alapján ér el.

A fentieket még egy eponima is külön igazolja, az úgynevezett Máté-effektus, ugyanis *Merton* [5] szerint a neves kutatók több elismerést kapnak hasonló teljesítményért, mint a kevésbé ismertek. Más esetekben a politika és a sors szintén hozzájárulhat a fentiekhez. Az eponimák ellenzőinek másik érve az, hogy nem rendelkeznek tudományos pontossággal. Feltételezik, hogy az eponimák félreértések hátterét szolgálhatják, amikor egynél több eponima létezik egyetlen elképzelésre. Például bizonyos betegségeket különböző országokban más és más eponimával jeleznek, sőt egy eponima sorolható különböző betegségekhez is. A fentiek mellett megtörténhet, hogy egy eponima leírásánál egy vessző vagy írásjel elmarad, ami tévedéseknek lehet forrása. Javasolják, hogy kerüljék az eponimák tulajdoni változatát, például használják a Down syndrome (Down-szindróma) kifejezést a Down's syndrome helyett. Végül azt is felhozzák, hogy amikor az együttműködés nagyon előtérbe kerül valamelyik tudományos szakterületen, az eponimák hossza rendkívül megnőne, ha a hála és fáma az összes felfedezőt felsorolná. Az ellenzői utalás legradikálisabb állítása szerint az eponimák gyakran olyanok, mint a lottó: a nyertes nem az, aki a legtöbb pénzt költötte és megvette a legtöbb lottószelvényt, hanem az, aki eléggé szerencsés volt ahhoz, hogy megvegye a nyertes szelvényt.



Stephen Stigler és a Stigler-törvény

Stephen Stigler (statistikaprofesszor a Chicagói Egyetem Statisztikai Tanszékén) 1941. augusztus 10-én született Stephen Mack Stiglerként az egyesült államokbeli Minneapoliban. Közgazdász édesapja 1982-ben elnyerte a közgazdasági Nobel-díjat. Stephen Stigler 1980-ban publikálta az úgynevezett *Stigler-törvényt* [6]. Stigler a statisztika törvényeinek egyik legismertebb szakértője, különösen a társadalomtudományokban.

Stephen Stigler jó barátja volt a szintén nagyon elismert Robert Mertonnak, akit a tudományozsziológia egyik atyjának tekintenek. Merton 1968-ban leírta azt a jelenséget, amit *Máté-effektusnak* nevezett és aminek szövege, Máté evangéliuma alapján: „... akinek van, annak adatik, és bővelkedik, akinek pedig nincs, attól az is elvétetik, amije van.” 1979-ben Stigler felkérték, hogy járuljon hozzá egy emlékkönyvhöz, amivel Merton közeledő nyugdíjba vonulását kívánták ünnepelni. Rövid hezitálás után Stigler elfogadta a felkérést. Az eredmény a *Stigler's Law of Eponymy (Stigler eponimiatörvénye)* 10 oldalas esszé lett, amiben többé-kevésbé explicit módon átvette Merton bizonyos gondolatait a tévesen alkalmazott eponimás jutalmazásokról. A Stigler-törvény szövege a következő: „... egyik tudományos felfedezést sem nevezik felfedezője nevének.” Stigler saját maga által elnevezett törvényét tréfának szánta, és cikkében a következő cáfolatot tette közzé:

„E dolgozat címeént és témájaként *Stigler eponimiatörvényét* választottam. Első látásra ez égbekiáltó megszégyes az »alázatoság intézményes normájának«. A statisztikusok még jobban tudatában vannak a normák fontosságának, mint mások, ezért sietek közléni egy alázatos cáfolatot. Amennyiben lenne cikkem szövegében olyan ötlet, illetve gondolat, ami nincs benne Merton *The Sociology of Science* [7] című könyvében, az vagy szerencsés véletlen, vagy valószínűleg hiba.”

Mint láttuk, Stigler viccből nevezte el törvényét saját magáról, de tudta, hogy azt előtte már Merton hasonlóan megfogalmazta, és ezért, mint idéztük, nyilvánosan elnézést kért. Úgy tűnik, hogy Stigler nem tudott két másik olyan kutatóról, akik előtte, sőt Merton előtt felfedezték Stigler törvényét. Hubert Kennedy [8] jó nevű matematikus 1972-ben az *American Mathematical Monthly* című folyóiratban *Ki fedezte fel Buyer törvényét?* címmel közölt cikkében arra hivatkozott, hogy „matematikai képleteket és tételeket általában nem neveznek el eredeti felfedezőikről”. Mindezekhez hozzá kell tennünk Stigler törvényének másik „megelőzését” is.

Alfred North Whitehead neves matematikus és filozófus a *Bertrand Russellel* írt különlegesen befolyásos *Principia Mathematica* című könyvben a British Association for the Advancement of Science előtt 1916 szeptemberében tartott előadásában nyilatkozta: „Everything of importance has been said before by somebody who did not discover it (minden, ami fontos, elhangzott azelőtt valakitől, aki azt nem fedezte fel).”

Mint láttuk, Stigler törvénye maga is kitűnő példája Stigler törvényének, ugyanis az eponímia szabályai szerint Merton törvényének kellene nevezni. Mindennek ellenére Stigler törvénye ezzel a névvel maradt fenn a szakirodalomban, és számos hivatkozásban szerepel a matematikában, orvostudományban, fizikában, biológiában, kémiában, botanikában stb.

Mivel Stephen Stigler matematikai statisztikus, törvénye igazolására főleg szakterületéről választott példákat. Állítása szerint *Laplace* leírta a Fourier-transzformációt még mielőtt azt *Fourier* közölte volna. *Lagrange* már azelőtt bemutatott transzformálásokat, hogy *Laplace* tudományos pályafutását megkezdte volna. *Poisson* a Cauchy-eloszlást 1824-ben publikálta, 29 évvel azelőtt, hogy *Cauchy* vé-

letlenül felismerte és *Bienaymé* egy évtizeddel előbb állapította meg és bizonyította és pedig nagyobb általánosságban a *Csebisev-egyenlőtlenséget*, mint ahogy *Csebisev* első munkája megjelent.

Stigler számos más érdekes példát említ törvénye igazolására, azonban a tények megvilágítása érdekében azt is hozzátesszi, hogy „*ritkán fordul elő, hogy egy eponimát olyan valakinek adományozzának, aki semmit sem tett az eredeti eredmények elérésének érdekében*”.

Stigler törvénye a kémiában

A kémia nem fukarkodik eponimákkal [9]. Törvények, elméletek, elvek stb. esetében nagy számú eponimával találkozhatunk. Nem kell távolabbra menni, mint megtekinteni a periódusos rendszer elemeinek elnevezéseit: ezek nagy része személynevekből ered (einsteinium, fermium, gadolínium, laurencium, meitnerium, mendelévium...), de erednek földrajzi helyekről is (lutécium, hafnium, amerícium...), sőt, a görög (tantál, nióbium) vagy skandináv mitológiából (tórium, vanádium) is.

A már többször említett Stigler-törvény igazolásaként röviden rá-
térünk néhány kémiai példára. Az egyik ilyen a Lambert–Beer-törvény. A törvényt eredetileg a francia *Pierre Bouguer* fedezte fel. Meglepetésnek is mondható, hogy *Robert Boyle* (1627–1691) nem elsőként fedezte fel a gázok tulajdonságaira vonatkozó Boyle-törvényt, mert arra *Richard Towneley* (1628–1707) és *Henry Power* (1623–1668) már 1660-ban rájött.

A fentiekhez kapcsolódik, hogy tévesen tekintették *Boyle*-t és *Hooke*-ot a vákuumszivattyú feltalálójának. Ők tulajdonképpen jobbították az *Otto von Guericke* által 1650-ben épített szivattyút.

Stigler törvényt igazolja, hogy két kiemelkedő kémiai törvényt, *Le Chatelier* elvét és *Arrhenius* egyenletét sem ez a két kutató fedezte fel. Mindkét esetben a valódi elismerés *Jacobus Henricus van't Hoff* (1852–1911) holland vegyész és az első kémiai Nobel-díj kitüntetettjének jár, aki ezeket az összefüggéseket úttörő fizikai kémiai tanulmányaiban vetette fel 1884-ben.

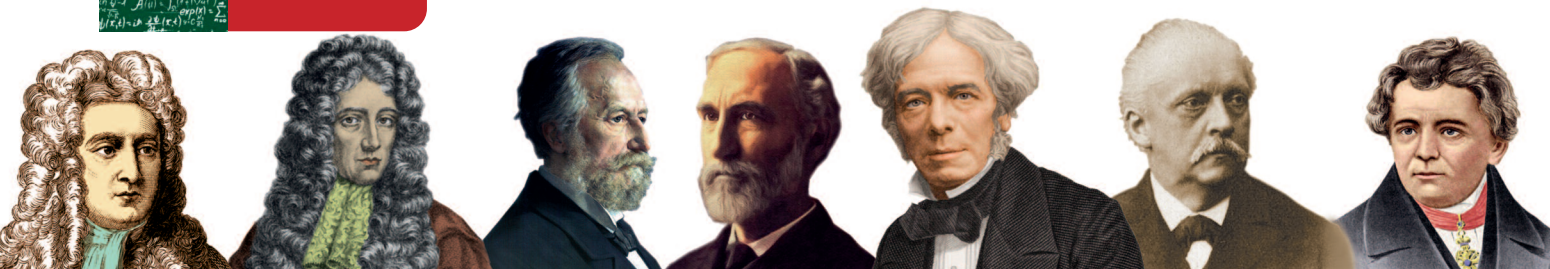
Szintén példa Stigler törvényére a Pickering-emulzió. Ezt az emulziót szilárd részecskék adszorpciójával stabilizálják a két fázis közötti határfelületen. Felfedezését 1907-ben az angol *Spencer Monfreville Pickering*nek tulajdonítják. Valójában a jelenséget a szintén angol *Walter Ramsden* ismerte fel 1903-ban [3].

Következő példaként a Bessemer-eljárást említjük: ez volt az első olcsó ipari eljárás az acél tömeggyártására levegő átbuborékolatásával az olvadt vason, ami lehetővé tette a szennyezők oxidálását és eltávolítását. *Bessemer* az eljárást 1865-ben szabadalmaztatta. A valódi felfedező azonban 1851-ben *William Kelly* volt.

Sokaknak valószínűleg érdekesnek, sőt szórakoztatónak hangzik, hogy az egyszerű Liebig-hűtőt *Justus von Liebig* csak népszerűsítette és terjesztette, de a feltalálását ő maga is a német *Johann Friedrich August Göttling*nek tulajdonította. A valóságban egymástól függetlenül a francia *Pierre Isaac Poissonnier*, a német *Christian Ehrenfried Weigel* és a finn *Johan Gadolin* voltak a feltalálók. ●●●

IRODALOM

- [1] Braun Tibor, Magyar Tudomány (2000) 55.
- [2] Braun Tibor, Magy. Kém. Lapja (1999) 44, 1359.
- [3] Braun Tibor, Nagy Miklós, Magy. Kém. Lapja (2018) 73, 193, in: Braun Tibor, A könyvek illata. Typotex Kiadó, 2018, 126.
- [4] U. Chukwu, Journal des Traducteurs (1996) 41, 590.
- [5] R. K. Merton, Science (1968) 159, 56.
- [6] S. M. Stigler, Trans. NY. Acad. Sci. (1980) 11, 147.
- [7] R. K. Merton, The Sociology of Science, Theoretical and Empirical Investigations. The University of Chicago Press, 1973.
- [8] H. C. Kennedy, The American Mathematical Monthly (1972) 79, 66.
- [9] Inzelt György, Magy. Kém. Lapja (2021) 76, 206.



KIRŐL NEVEZTÉK EL?

Inzelt György

■ ELTE Fizikai Kémiai Tanszék

A Boyle-törvény vagy Boyle–Mariotte-törvény

A 17. században megfogalmazott gáztörvényeket már középiskolában tanuljuk. Ezeket a törvényeket még ma is használjuk a tudományban és a gyakorlatban. Ha a lélegzésünket meg akarjuk érteni, akkor is a Boyle-törvényhez nyúlunk. A desztillációkor is ennek tudatában vigyázunk, hogy ne zárjuk le a rendszert. A törvények tudománytörténeti jelentősége is óriási, hiszen az atom és a molekula fogalmának kialakulásában, az atom- és a molekulatömegek meghatározásában, a termodinamika megszületésében alapvető szerepük volt.

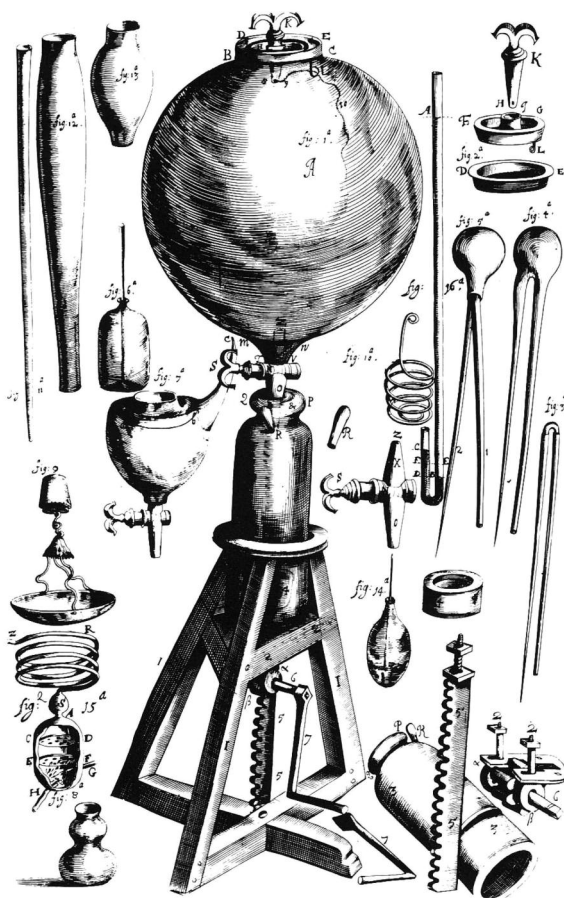
A Boyle-törvény nagyon egyszerű. Azt mondja ki, hogy az (ideális) gázok esetében a nyomás (P) és a térfogat (V) szorzata állandó:

$$P V = \text{állandó.}$$

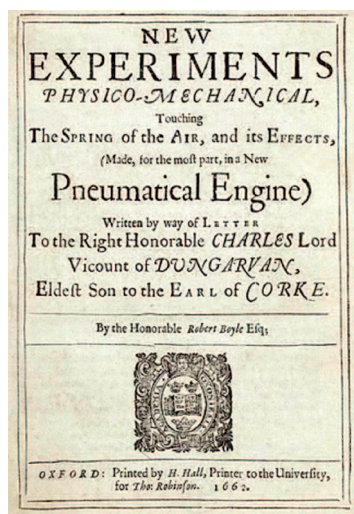
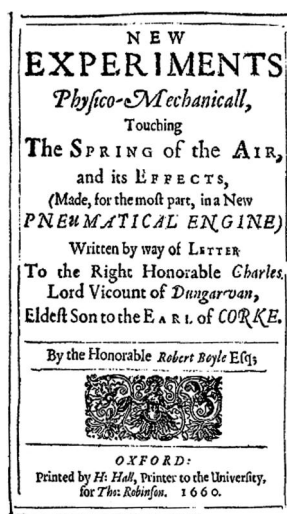
A kísérleteket Boyle először 1660-as könyvében publikálta, majd két év múlva megjelent a második kiadás (1. ábra) is, amelyben válaszolt a kritikusaiknak, és itt jelent meg a gáztörvény is. A kiegészítés címe: „Defence of the Authors Explication of the Experiments, Against the Objections of Franciscus Linus and Thomas Hobbes”. A kísérleti eredmények, amelyek alapján a Boyle-

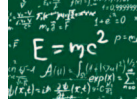
törvény megfogalmazásához jutottak, elolvasható magyar fordításban [1], ezért ezekre itt nem térünk ki. A Boyle és Robert Hooke (1635–1703) által tervezett levegőpumpa (pneumatic engine) (2. ábra) tette lehetővé ezeket és a további kísérleteket [2, 3]. Időnként a Royal Society épületében ki is állították, hogy minden ér-

2. ábra. A Robert Boyle és Robert Hooke által tervezett levegőpumpa (pneumatic engine) rajza. A teljes készülék közepén látható, az alkatrészeket annak két oldalán ábrázolták



1. ábra. Boyle 1660-as és 1662-es könyvének címlapja





deklódó megtekinthesse. A „Royal Society of London for Improving Natural Knowledge” társaságot 1660-ban alapították, a hivatalos királyi elismerést 1662-ben nyerték el. Csak azt vették fel, aki kiemelkedő eredményeket ért el a tudományos életben, bár később, mivel a tagdíjából fedezték a működésüket, a tudományban kevésbé jeles emberek is tagok lehettek. A társulat tagjai a *Philosophical Transactions* folyóiratban tették közzé dolgozataikat 1665-től.

Boyle és Hooke alapítótágok voltak. Hooke a „Kísérletek kurátora” tisztséget is megkapta. Rendkívüli sokoldalú tudós volt. Nevét viseli a 1660-ban felfedezett, a rugalmasságtanban alapvető fontosságú Hooke-törvény, amely egy rugó terhelése és megnyúlása közötti lineáris összefüggést írja le. Szerkesztett mikroszkópot, amellyel növényeket (tőle származik a cell = sejt kifejezés), rovarokat és más kis élőlényeket vizsgált, és írt le az 1665-ben kiadott *Micrographia* könyvében. Jelentős építési munkát is végzett.

Boyle-nak a két említett munka kiadása közötti évben megjelent nagy hatású könyve, a *The Sceptical Chymist* is, amelyet a modern kémia megalapozásának tartunk.

Francis Bacon, más néven Liège-i Linus (1595–1675), jezsuita szerzetes volt, aki szerette kritizálni kortársai munkáját, így nemcsak Boyle-t bírálta, hanem Isaac Newtont (1642–1727) is. Linus többek között szónok volt, hogy a Torricelli-féle barométernél, amelyet Boyle használt, a légnomás is hozzájárult a higanyoszlop emelkedéséhez, és nem vette figyelembe a funiculust a vákuumban, amely segített tartani az oszlopot. A funiculust mint tudománytalan hipotézist Boyle elutasította, és válaszában érvelésként megjelenik a nyomás és a térfogat közötti inverz összefüggés. Thomas Hobbes (1588–1679) a levegő mint éteri közeg képelt tulajdonságaival érvelt. Boyle a kísérleti tényekre hivatkozott, szembeállítva azokat a filozófiában használt képzelgésekkel.

A kísérletekhez a készülék tetején lévő 38 cm átmérőjű üveg edényben létesítették a részleges vákuumot. (Ennél nagyobb edényt a korabeli üvegfúvó mesterek nem tudtak készíteni.) Az üveg edény tetején volt egy négy inch átmérőjű lyuk, ennek 1 inch magas részéhez lehetett csatlakoztatni más edényeket. Egy odaerősített bronzdugó zárta a nyílást, amelyet alul egy rugó rögzített. Alul volt egy zárócsap is. A készülék másik része volt az üreges cső a dugattyúval, amelyet egy fogasrúddal és fogaskerékkel lehetett mozgatni. A tömítéseket nem tudták tökéletesen megoldani, ezért csak aránylag rövid ideig tartó kísérleteket végeztek.

Boyle könyve angolul jelent meg, de gyakorlatilag egyidejűleg elkészült a latin fordítás is, mert akkor még a latin volt a közös nyelv (lingua franca) a tudományban, angolul kevesen tudtak, Boyle pedig azt szerette volna, ha mások is megismerik eredményeit és gondolatait.

Boyle 43 kísérletről számol be, amelyeket hét csoportba osztott. Az első csoport a levegő rugalmasságával foglalkozott, azaz milyen nyomást lehetett mérni, ha annak térfogatát csökkentették. A kísérletek jelentős részéhez Evangelista Torricelli (1608–1647) 1643-ban feltalált higanyos barométerét használta. A legegyszerűbb esetben az egyik végén leforrasztott üvegcsövet megtöltötték higanyval, majd a nyitott végét befogták az ujjukkal, és így merítették egy higanyos edénybe. Léggöri nyomáson a higany egy része kifolyt a másik edénybe, de a higanyoszlop kb. 76 cm magasságban állt meg, felette vákuum alakult ki. Torricelli felismerte, hogy ez a nyitott részben lévő higanyra nehezedő légnyomás miatt van. Így írt: „Egy levegőóceán alján élünk, amelynek súlya van.” A vákuumról még hosszú ideig vita folyt. Sokan kezdték vizsgálni a jelenséget. 1648-ban Blaise Pascal (1623–1662) unokaöccsével egy hegytetőn mérte a légnomást. Otto von Guericke (1602–1686) 1654-ben levegőpumpájával csökkenteni tudta a levegő mennyiségét egy edényben, majd három év múlva került sor a nevezetes kísérletére, amikor is két egymáshoz illeszkedő, fémből készült félgömbből olyan mértékben el tudta a levegőt távolítani, hogy a félgömböket nem tudták szét húzni még lovakkal sem, bizonyítva ezzel a levegő nyomását.

Boyle figyelmét is felkeltették ezek a kísérletek, de ő olyan készüléket akart szerkeszteni, amelyben vizsgálni lehet a légritkítás hatását. Ez vált lehetségessé a Hooke által tervezett levegőpumpával. Hooke-ot Boyle alig említette a könyvében, de később elismerte az érdemeit.

Boyle és Hooke vizsgálták égési jelenségeket, megvizsgálták, hogyan hat a kis nyomás a különböző fizikai és fiziológia jelenségekre, például a mágnesességre, a hang terjedésére, az inga mozgására, a füstre, illetve folyadékokból való gázfejlődésre. Egyes kísérletek leírása magyar fordításban megtalálható [4].

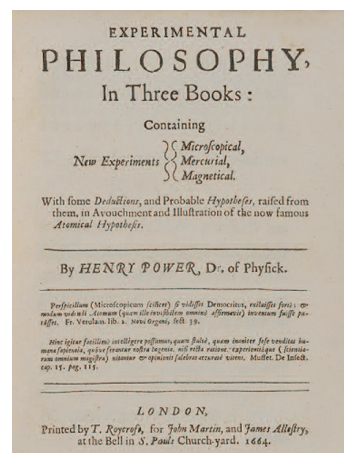
Érdekes még a prioritás kérdése is a törvény tekintetében. 1662-ben Boyle idézi Richard Towneley (1629–1707) 1661-es munkáját. A törvényről mint Mr. Towneley hipotéziséről írt. Richard Towneley matematikus, természettudós és csillagász volt, aki Towneley Hallban (3. ábra), Lancashire-ben lakott [5, 6].



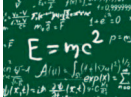
3. ábra. Towneley Hall napjainkban

Lentebb, a Power könyvéből vett idézetnél megtaláljuk nagybátyja, a régész és matematikus Christopher Towneley (1604–1674) nevét is. Ott végezték a kísérleteiket is. Valószínű, hogy Richard Towneley elküldte a mérési eredményeiket Boyle-nak, és meg is látogatta Londonban 1661-ben.

Igazából Henry Power (1623–1668), illetve Towneley közös munkájáról beszélhetünk. Power orvos (többek között a Towneley családé is) és fizikus volt. Munkája elismerésül ő lett a Royal Society első Fellow-ja 1663-ban. Könyve, az *Experimental Philosophy* (4. ábra) sok más téma (pl. mikroszkópia) között tar-



4. ábra. Power könyvének címlapja



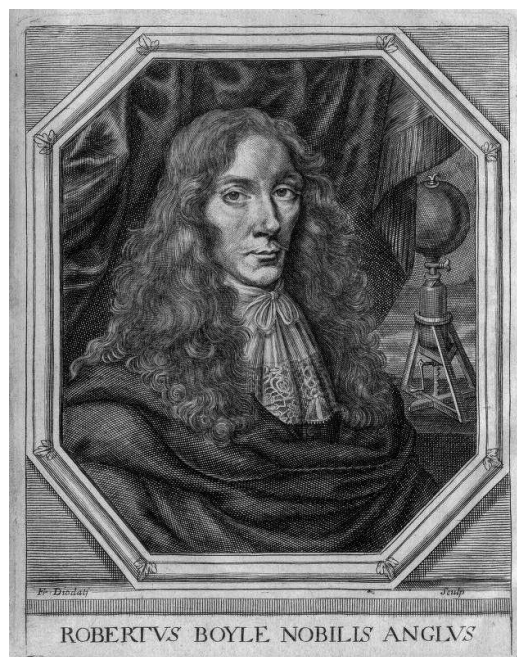
talmazza a ritkított levegővel (vákuummal) végzett kísérleteit. Megismételte Torricelli-kísérletét a higanyt vízzel helyettesítve, hogy bemutassa, hogy a higanynak semmi köze a vákuum létrejöttéhez, és Pascal kísérletét, újra bizonyítva: a légnyomáskülönbség attól függ, hogy völgyben vagy a hegytetőn mérték-e. Éppen a különböző magasságokban mért eredményekből következtetett a nyomás és a sűrűség közötti összefüggésre. Ebben a könyvben, amely 1664-ban jelent meg, Power hivatkozik egy 1661-es kísérletére, amelynek adataiból valóban következik a Boyle-törvény. Ezért az utóbbi évtizedekben tudománytörténeti munkákban felmerült, hogy a Boyle-törvényt Power–Towneley-törvénynek kellene hívni. Nagyon sok törvényt, felfedezésnél felmerül, hogy olyan elődököt vagy kortársakat, akiknek neve később a homálybavész, említeni kellene. Itt is az a helyzet, de azért nem teljesen.

Power könyvében ezt találjuk: „VIII. Additional Experiments made at Townley-Hall, in the years 1660. and 1661. by the advice and assistance of that Heroick and Worthy Gentleman, RICHARD TOVVNLEY, Esqr. and those Ingenious Gentlemen Mr. JOHN, and Mr. CHARLES TOVVNLEY, and Mr. GEORGE KEMP. The last year, 1660. came out that excellent Tractate of Experiments of Esqr.Boyle's, with his Pneumatical Engin, or Ayr-pump, invented, and published by him; wherein he has, by virtue of that rare Contrivance, outdone all that ever possibly could be performed by our late Mercurial and Experimental Philosophers: And, indeed, to give a true and deserved Character of that worthy Production of his, I must needs say, I never read any Tractate in all my life, wherein all things are so curiously and critically handled, the Experiments so judiciously and accurately tried, and so candidly and intelligibly delivered. I no sooner read it, but it rubbed up all my old dormant Notions, and gave me a fresh view of all my former, and almost-forgotten, Mercurial Experiments. Nay, it had not that effect onely on me, but likewise it excited and stirr'd up the noble Soul of my ever honoured Friend, Mr. Townley, together with me, to attempt these following Experiments.” Tehát Power kijelenti, hogy nem ismerte előzőleg Boyle kísérleteit, de azokat kitűnőnek tartja, mint ahogy a kifejlesztett levegőpumpát is. Ezzel tulajdonképpen elismeri azt, ami tényleg így van, hogy Boyle-ék sokkal pontosabb méréseket végeztek. Bár Power és Towneley is figyelemre méltó munkát folytattak, azt, hogy a törvényt Boyle-ról nevezték el, nem kell igazságtalannak tartanunk. A Boyle–Mariotte név már kérdésesebb, ezzel foglalkozunk majd az alábbiakban.

Robert Boyle

Robert Boyle (Írország, Lismore, 1627. január 25. – London, 1691. december 30., **5. ábra**) Richard Boyle (Cork első lordja) hetedik fiaként látta meg a napvilágot [2, 7].

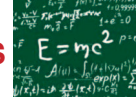
Igen gazdagok voltak. Eleinte magántanítók oktatták, majd az Eton College következett. Európai körútján eljutott Firenzébe is, ahol nagy hatást tett rá Galilei munkássága. Apja halála után jelentős vagyont örökölt, többek között uradalmakat a dorseti Stalbridge-ben és az írországi Limerick megyében. Ezek komoly jövedelmet biztosítottak, kivéve a polgárháborús időkben (lásd alább). 1644 és 1652 között Stalbridge-ben folytatta a kísérleteit. Előadásait Londonban, ahol szintén volt házuk, és Oxfordban tartotta. Barátaival rendszeresen megvitatták a tudomány újabb eredményeit. Ezt a kört Boyle „láthatatlan kollégiumnak” hívta, tulajdonképpen ebből nőtt ki a Royal Society. Bár több helyen azt találjuk, hogy Boyle a Royal Society elnöke is volt, ez nem telje-



5. ábra. Boyle 37 éves korában. A háttérben a levegőpumpa látható. François Diodati metszete William Fairthorne 1680-as metszete után (Edgar Fahs Smith Collection, University of Pennsylvania)

sen helytálló. Boyle az egyesület tanácsának tagja volt. 1680-ban megválasztották elnöknek, de ő ezt visszautasította, mert az esküt nem akarta letenni. Írországi birtokait is többször látogatta, 1652-ben oda is költözött, de az elmaradt írországi környezetet nem találta vonzóknak a tudomány művelése szempontjából. Ezért 1654-ben Oxfordba költözött. Itt születtek azok az eredményei, amelyekről most beszélünk. Formájában őrzik Galilei írásainak hatását, mert a *The Sceptical Chymist*ben kitalált szereplők vitatkoznak, a *New Experiments* pedig „unokaöccséhez írt levelek” formájában született. 1668-ban visszatért Londonba, ahol idősebb nővérével, Katherine Jonesszal (Lady Ranelagh) (1615–1691) élt egy házban, aki a kortársak szerint szintén foglalkozott a tudománnyal, főként filozófiával, és hatással volt a testvére, javítottak egymás kéziratait. 1676-ban ő bízta meg Robert Hooke-ot, hogy alakítsa át a házat, hogy legyen hely öccse laboratóriumának. Szalonjában gyűltek össze a láthatatlan kollégium és az intelligencia más tagjai. Több társaságnak is tagja volt, így a Hartlib Körnek, amely igyekezett összefogni a kor filozófusait; kapcsolatot tartottak például John Amos Comeniusszal (Jan Amos Komenský, 1592–1670) is. E körnek Samuel Hartlib vagy Hartlieb (kb. 1600–1662) polihisztor volt a központi figurája, aki a tudományos ismeretek terjesztésében játszott kiemelkedő szerepet. Boyle egészsége 1669-ben jelentősen romlani kezdett, egyre inkább visszavonult a tudományos közéletől. Rendkívül termékeny szerző volt. Eredményei közül az eddigieken kívül kiemeljük a hidrogén előállítását (1671), a sav-bázis koncepció és az indikátorok bevezetését, a vér természetrajzáról írt könyvét [8].

A 17. századi brit tudósokról beszélve szólnunk kell arról, hogy mi minden történt abban az időszakban hazájukban, mert úgy tűnhet, hogy egy békés korszakban éltek, hiszen elég jövedelmük volt arra, hogy kutatásnak szenteljék életüket, összejárjanak, megalapítsák az ország első tudományos társaságát, könyvek sorát jelentessék meg. Nem így volt, rettenetes idők jártak. Fentebb írtunk Boyle és Towneley találkozásáról. Ez sem volt magától értetődő. Boyle anglikán és ír származású, a normann időkben



már szerepet játszó Towneley család római katolikus, királyhű Stuart-párti volt. Mindketten megszenvedték a turbulens időket. Richard Towneley apja, a royalista gyalogság egyik vezetőjeként 1644-ben Marston Moornál esett el. Az első angol polgárháború idején Towneley Hallt megszállták a parlamentarista erők. Richard Towneley katolikusként hivatalosan nem vehetett részt a tudományos összejöveteleken sem. Birtokukat csak az 1660-as restauráció után kapták vissza, és csak akkor nyílt anyagi lehetősége arra, hogy tudománnyal foglalkozzon. A katolikusok csak II. Jakab 1685-ös királlyá választása után térhettek vissza a közéletbe. Ekkor Towneley-t békebíróvá is kinevezték. Az 1688-as „dicsőséges forradalom” után eljárás indult Richard Towneley ellen is, II. Jakab visszahozását célzó összeesküvéssel vádolták.

Nézzük meg, mi is történt Boyle életében a brit szigeteken.

I. Erzsébet (1558–1603) halálával kihalt a Tudor-dinasztia, és a király a skót Stuart-házból származó I. Jakab (Anglia), illetve VI. Jakab (Skócia) (1603–1625) lett. Angliából és Skóciából létrejön Nagy-Britannia. Az aránylag békés korszakban azonban kiújultak a vallási feszültségek az anglikánok, a katolikusok és a puritánok (szélsőséges tanokat valló protestánsok) között. A puritánok első csoportja a Mayflower hajón Amerikába ment. Jakab utóda fia, I. Károly (1625–1649) lett. Vele kezdődtek a bajok. Túlterjeszkedett a király jogain, a parlamentet foszlatta, túl sok adót szedtetett, erősödött a katolicizmus. Írországból is felkelés tört ki. 1642-ben kezdődött az első polgárháború, ami négy évig tartott. A király mellett álltak a katolikusok, a főnemesség és az északi és nyugati grófságok; Oliver Cromwellt (1599–1658), Cambridge puritán parlamenti képviselőjét követte a köznép, a puritánok, az ipari területek, a flotta és a kikötők, London, kelet és dél. A skótokkal együtt Cromwell jól kiképzett serege 1644-ben döntő győzelmet aratott. A királyt elfogták. Cromwellnek még 1648-ban le kellett győznie az ellene felkelő újabb koalíciót, amely kiegészült a skótokkal. 1649-ben kivégezték a királyt. Anglia államformája köztársaság lett. Igazából Cromwell mint az Államtanács elnöke (1649–1653) gyakorolta a hatalmat. Megvalósította Nagy-Britannia egységét: 1650-re legyőzte a fellázadt íreket, majd 1651-re az I. Károly fiát koronázó Skóciát.

A holland közvetítő kereskedelem ellen irányuló törvény kirobantotta az első angol–holland háborút (1652–1654), ami az angolok győzelmével végződött. 1653-ban Cromwell foszlatta a „csonka parlamentet”, és felvette a Lord Protector (fővédnök) címet. A protektorátus rendszere Cromwell haláláig működött (1653–1658). A népnek már nagyon elege volt a puritánok által megkövetelt aszkétikus életmódból. Az anarchia elkerülésére a királyság látszott jó megoldásnak. Elkövetkezett a restauráció időszaka, amely 1660-tól 1685-ig tartott. Stuart II. Károly lett a király, a parlament működött. A kezdeti, viszonylag nyugodt időszakban születtek azok a művek, amelyeket fentebb tárgyaltunk, illetve alakult meg a Royal Society. 1664 végén azonban kitört a nagy londoni pestisjárvány, amelynek két év alatt több százezer áldozata volt. Aki tudott, elmenekült. Boyle Oxfordban volt, Towneley a birtokán. 1666-ban pedig London nagy része tűzvész áldozatául esett.

A második angol–holland háború (1665–1667) kudarccal végződött. 1670-ben II. Károly és a francia király, XIV. Lajos megállapodást kötött, amelynek titkos záradéka volt Anglia újra katolikussá tétele. Megindult a harc az anglikánok és a katolikusok között. Törvényeket hoztak, például kizárták a katolikusokat a parlamentből. II. Károly utódjá, II. Jakab (1685–1688) az anglikán egyházon kívül maradt protestánsokat és a katolikusokat (a lakosság kb. 2%-a) érintő kedvező törvényeket hozott, hatályon

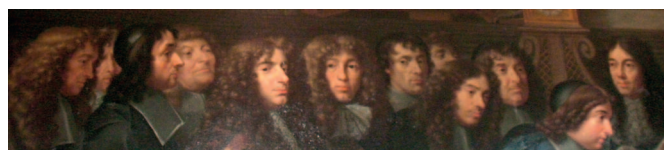
kívül helyezte a jogait korlátozó törvényeket. A Franciaországból induló protestáns menekültáradat Angliában és Hollandiában rémtörténeteket terjesztett a katolikusokról, így Jakab katolikusokat támogató intézkedéseit a többségi anglikán lakosság nem fogadta jól. A franciaországi protestánsüldözés miatt például a Boyle-lal és Hooke-kal is dolgozó Denis Papin (1647–1712), aki a biztosítószelopes, túlnyomásos fazekat feltalálta és 1680-ban a Royal Society tagja lett, nem térhetett vissza hazájába.

A katolikus restauráció veszélyét 1688 júniusában Jakab fiának születése tetőzte be, akit katolikusnak kereszteltek. A katolikus dinasztia létrejötté ellen a tíz évvel korábban alakult két, egymással egyébként szembenálló tábor, a whigek és a toryk egyaránt felléptek. A holland királyi rokon, Orániai Vilmos meghívása döntötte el a kérdést, aki nagy sereggel megérkezett, és átvette a hatalmat. Megszavazták a Bill of Rights törvényt, ami utat nyitott az alkotmányos monarchia irányába. A „dicsőséges forradalom” (glorious revolution) néven ismert események kijelölték a britek jövőjét, de ezt hőseink már nem érték meg.

Boyle így írt arról, hogy ezek a turbulens idők bizony kedvezőtlenül befolyásolták a tudományos kutatást, és a nyugodt elmélkedést: “I need not perhaps represent to the equitable Reader, how much these strange Confusions of this unhappy Nation, in the midst of which I have made and written these Experiments, are apt to disturb that calmness of Minde, and undistractedness of Thoughts, that are wont to be requisite to Happy Speculations.”

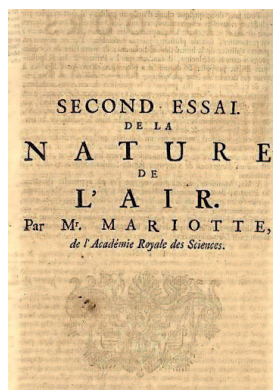
Edme Mariotte

Edme Mariotte (Dijon vagy Til-Châtel, Franciaország, kb. 1620 – Párizs, 1684, **6. ábra**) apja, Simon Mariotte Til-Châtel ügyintézője volt. Gyermekkoráról, miként későbbi életéről is keveset tudunk. Mariotte római katolikus pap, a Saint-Martin-sous-Beaune

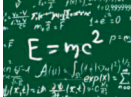


6. ábra. Csoportkép tudósokról. Henri Testeli 1666-ban készült festményének (Colbert bemutatja a Királyi Tudományos Akadémia tagjait XIV. Lajosnak) részlete. Musée National du Château, Versailles. Valószínűleg Edme Mariotte balról a harmadik. Előtte Cassini és Huygens

perjele volt. Egyik alapítótágra a francia Tudományos Akadémiának, amely 1666-ban Párizsban alakult meg. Sokat publikált különböző témákban, így foglalkozott hidrodinamikával, a színek



7. ábra. „Discours de la nature de l'air” (1676) új kiadás, 1717 [9]



mibenlétével, a testek ütközésével, a szem vakfoltjával, mérte az eső mennyiségét. Levezetett a kor vezető tudósaival, például Leibnizzel. 1670-ben Párizsba költözött [7].

Számunkra a *Discours de la nature de l'air* (Értekezés a levegő természetéről, 1676) című műve (7. ábra) érdekes, amelyben a Boyle-törvény újbóli megfogalmazását találjuk. Ő már nyomásról és térfogatról ír. A franciák azt állítják, hogy nem ismerte Boyle munkáját. Franciaországban a törvényt Mariotte-törvénynek hívják, de a Boyle–Mariotte-törvény név az elfogadott a világban.

IRODALOM

[1] <http://chemonet.hu/hun/olvaso/histchem/vegy/boyle.html>; Két új kísérlet az összenyomott és a kitágított levegő rugóerejének mérését illetően. 1682, W. F. Magie: A Source Book in Physics, Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, 1963.

[2] J. B. West, *J. Appl. Physiol.* (2005) 98, 31–39.

[3] Ch. Webster, *Archive for the History of Exact Sciences*, (1965) 2, 441–502.

[4] <http://chemonet.hu/hun/olvaso/histchem/boyle.html>; A tiszteletre méltó Robert Boyle traktátusa új kísérletekről, mik a láng és a levegő összefüggését érintik. London, 1672., H. M. Leicester, H. S. Klickstein, A Source Book in Chemistry 1400–1900, McGraw Hill, New York, 1952.

[5] Ch. Webster, Richard Towneley and Boyle's Law. *Nature*, (1963) 197, 226–228.

[6] H. Power, *Experimental Philosophy*. Printed by T. Roycroft for John Martin and James Allestry, London, 1663, 126–130.

[7] Czöglér A., A fizika története életrajzokban. Kir. Magyar Természettudományi Társulat, Budapest, 1882. <https://mek.oszk.hu/03500/03574/html/cz2.htm>

[8] R. Boyle, *Memoirs for the natural history of the human blood, especially the spirit of that liquor*. London, 1683–1684.

[9] E. Mariotte, *Essais de Physique, ou mémoires pour servir à la science des choses naturelles*. (Második esszé: De la nature de l'air.) Paris, France: E. Michallet, 1679.

Kutasi Csaba

Jelentős bővülés a kék pigmenteknél – forgalmazható az új YInMn Blue

Tizenhárom éve Mas Subramanian professzor irányításával folyt kutatás az Oregoni Állami Egyetemen, egy elektronikai anyag kifejlesztése volt a cél. A munka során a PhD-tanulmányokat folytató Andrew E. Smith hallgató véletlenül jutott el egy egyedi képességű szervesen kék pigmenthez. Az örölt ittrium, indium és mangán közel 1200 °C-ra hevítése során, a 115 éve feltalált mangánkék után született meg az újabb színezet, az YInMn-kék. A felfedezés és szabadalmaztatás után, 2021 januárjában adta ki a forgalmazási engedélyt az Amerikai Környezetvédelmi Hivatal (EPA).

A képzőművészetben az ég és a víz kékjét nem lehetett egyszerűen megjelentetni. Az emberiség az idők folyamán számos színezőanyagot kipróbált. A kék pigment elérésére előtérbe került a bányászat szerepe és az ásványok magas hőmérsékletű hevítése, valamint az alkalmas növények felhasználása egyaránt. A kék szín kedveltsége evolúciós fejlődésünkre is visszavezethető: például a vadászathoz elengedhetetlen a derűs égbolt, de a mindennapokban nélkülözhetetlen a tiszta víz. Ugyanakkor idővel kiderült, hogy sem a víz, sem az ég kékje nem tökéletes, ami főként a művészet területén okozott problémát. Ezért fáradhatatlanul folyt az igazi kék színezetet biztosító anyagok utáni kutatás, már a dísz tárgyak és akár a textíliák elvárás szerinti színezésére is.

Az egyiptomi kéktől a Nemzetközi Klein Kékig

Az ókori egyiptomiak kezdtek el először kék festéket előállítani, ehhez azuritot vagy malachitot (mindkettő réztartalmú karbonátásvány) használtak. Az első mesterséges pigment az ún. egyiptomi kék ($\text{CaCuSi}_4\text{O}_{10}$) volt. I. e. 2200 körül az említett réztartalmú karbonátásványok valamelyikét keverték mészkővel, ill. homokkal, ezt 1470 és 1650 °C közötti hőmérsékletre hevítették, így nem átlátszó kék üveg jött létre. Ennek zúzós porításával jött létre a kék pigment (1. ábra).



1. ábra. Egyiptomi kék

A későbbi ultramarin (a „valódi kék”) is ásványból készült ör-léssel, lazuritból (klór- és nátrium-kálium-tartalmú szilikátásvány) állították elő. Ezt az értékes féldragákövet (lapis lazuli) először egyetlen hegységben bányászták Afganisztánban, majd később Pakisztánban is. Az egyiptomiak eleinte ékszerekhez használták, pigmentként csak a középkorban, a reneszánsz idején kezdték alkalmazni. Európa legkeresettebb színe lett, azonban a lazurit szó szerint aranyárban volt. Egyes históriák szerint Michelangelo Krisztus sírból való kiemeléséről készült festményét azért nem tudta befejezni, mert nem volt pénze az ultramarinkékre. [Jóval később hozták létre a mesterséges ultramarinkéket, a természetes kéntartalmú nátrium-alumínium-szilikát-komplexet – $(\text{Na}, \text{Ca})_8(\text{AlSiO}_4)_6(\text{SO}_4)_2\text{S}_2\text{Cl}_2$]

Az indigót eredetileg az Indiából származó cserje zúzott rost-



jaiból nyerték, már az ókorban is kék festék alapanyaga volt. A 17–18. században igen keresett színezőanyag lett, fonalak, kelmék és fényűző falikárpitok színezéséhez használták. A hazánkban is meghonosodó kékfestőmintázás az indigószínezéken alapult. Az indigót kockatömbökbe préselve szállították, a kékfestőműhelyben őrölték, és vizes fürdőben redukálva jött létre az ún. színezőcsáva. Minél hosszabb ideig hagyták a csávában a mintázott textilanyagot, annál sötétebb lett az alapszint adó kék (innen ered a „benn hagyja a csávában” mondás).

A porosz kéket – $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ – a 18. században, Poroszország fővárosában fejlesztették ki (állítólag Picasso is ezzel alkotott a kék korszakában). A legenda szerint Johann Jacob Diesbach festékkészítő 1703-ban egy újabb vörös pigment létrehozásán dolgozott: hamuzsír (K₂CO₃) elegyített állati vérrel, és az anyagok egymással reagálva – egy nem várt – kék színt hoztak létre. Ezt porroszkek elnevezés mellett berlini, illetve párizsi kékként is említik.

A kobaltkékről (CoAl₂O₄) 1777-ben írtak először, végül 1802-ben vált ismertté. Az ultramarin olcsóbb, mesterséges változatát 1826-ban Jean Baptiste Guimet francia iparos, 1828-ban pedig Christian Gmelin német kémikus fedezte fel. A ftalocianinkéket 1927-ben kezdték alkalmazni.

Yves Klein (francia festőművész) 1960-ban egy általa feltalált kék színt szabadalmaztatott, amit festékkervekről kísérletezett ki, az elegyben ultramarin is volt. Így jött létre a Nemzetközi Klein Kék (International Klein Blue, IKB).

Az YInMn-kék felfedezése

Ennek az új színes vegyületnek a feltalálása kísértetiesen hasonlít az első szintetikus színezék felfedezéséhez. Amikor August Wilhelm Hofmann – az Egyesült Királyságban – 1845-ben alapított Royal College of Chemistry igazgatója lett, a 18 éves William Henry Perkin is bekapcsolódott abba a kutatásba, amely a kininnek – mint fontos gyógyszernek – a szintetizálásával foglalkozott. A fiatal vegyész ennek során próbálta meg a kinint anilinnél létrehozni, azonban amikor az anilint kénsavval és káliumbikromáttal kezelte, nyomait sem látta a kívánt vegyületnek. A kísérlet során kialakult fekete csapadékból idővel bíborszínű oldat keletkezett vöröses kristályok kiválásával. Az eltűnődő Perkin selyem zsebkendőjét bemártotta a létrejött színes fürdőbe, az mályvaszínű lett, és még a szappanos mosást is bírta. Így lett a mauvein az első mesterséges textilszínezék.

Az Oregoni Állami Egyetemen 2009-ben Mas Subramanian professzor irányításával a PhD-tanulmányokat folytató Andrew E. Smith hallgató véletlenül fedezte fel az egyedi képességű szer-

vetlen kék pigmentet [YInMn Blue (Y → ittrium; In → indium; Mn → mangán) elemek vegyjeleiből képezve]. A mangánkék (mesterséges bárium-manganát-szulfát – BaSO₄ · BaMnO₄) 1907 évi feltalálása (és 1935-ben szabadalmaztatása) után több mint száz évet kellett várni a szinte tökéletesen kék, élénk szerves pigmentre (2. ábra). Ennek különlegessége az, hogy a rá eső, láthatatlan közeli-infravörös sugárzást a látható tartományban veri vissza. A vegyület egyedi szerkezetéből arra lehet következtetni, hogy a zöld, lila és narancssárga pigmentek hasonló strukturális módosításával ezek a színezetek is tisztábbá tehetőek, élénkíthetőek.

A véletlen felfedezés előzménye, hogy 2008-ban Subramanian a Nemzeti Tudományos Alaptól az elektronikai alkalmazások új anyagainak feltárására irányuló támogatásban részesült. A projekt keretében különösen a mangán-oxidokon alapuló multiferromágneses anyag szintetizálása került a kutatás középpontjába. Andrew E. Smith hallgató kapta a feladatot, hogy próbálkozzon az előállítással. Az YInO-ot (ferroelektromos anyag) és YMnO-ot (antiferromágneses anyag) tartalmazó elegyet kb. 1100 °C fölé hevítette. Az általa szintetizált vegyület váratlanul élénkkék színezetű lett. Subramanian a DuPont-nál szerzett tapasztalatára alapozva felismerte, hogy ez a vegyület kék pigmentként felhasználható (együtt benyújtották a szabadalmi leírást). Felfedezésük publikációja alapján a Shepherd Color Company felvette a kapcsolatot Subramaniannal a sikeres kereskedelem érdekében. Ezt követően 2010-ben Smith sikeresen megvédte doktori disszertációját, a Shepherd Color Company pedig megbízta a továbbfejlesztéssel és a YInMn Blue kereskedelmi forgalomba hozatalának engedélyeztetésével (3. ábra).



Mas Subramanian

Andrew E. Smith

3. ábra. Nevükhöz fűződik az YInMn Blue felfedezése

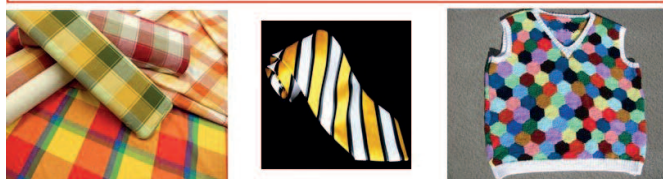
Az YInMn Blue kémiaiilag stabil színezőanyag. Az alternatív kék pigmenteknél – élénk színét – megtartva biztonságosabb, mint például a kobaltkék (amely valószínűsíthetően rákkeltő és toxikus). A láthatatlan tartományban levő infravörös sugárzásból a közeli tartományt (NIR) fokozottan visszatükrözi, így a pigment energiatakarékos, illetve „hűvös” épületbevonatok készítésére is alkalmas lett. 2016-ban az ausztrál Derivan cég ugyanakkor eredményes kísérleteket folytatott az YInMn felhasználásával készülő művészeti festékek (Matisse acrylics) létrehozására. A kaliforniai központú félvezetőgyártó vállalat – az Advanced Micro Devices, Inc. – 2016-tól alkalmazta az új kék pigmentet az energiahatékonyság érdekében (közeli infravörös reflexió), a vezérlőkártyák központi egységében „grafikai processzorként” kezdte alkalmazni (4. ábra).

2. ábra. Az YInMn-kék por alakban





a színezés – mint kémiai művelet – és a mintázás egymástól független



mechanikai mintázás színes fonalakkal
előre színezett sokszínű, mintás textilfelület előállítás

a színezés – mint kémiai művelet – egybeesik a mintázással



kémiai mintázás – helyi színezés
egységes szerkezetű kelmén, kelmefelületen helyenkénti színezés

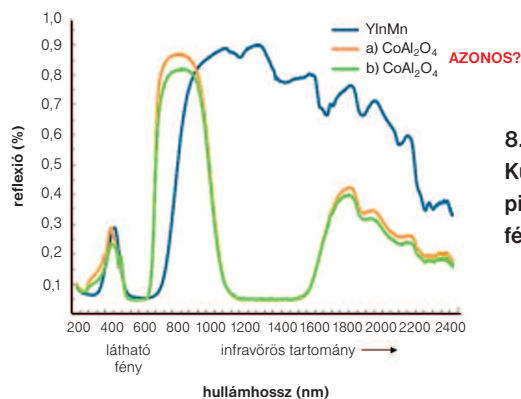
7. ábra. Példák különböző textilmintázási eljárásokra

anyagfilmmel fixálhatók a textílián (ezért nyomófestékeknek is nevezik őket).

Az YInMn-kék textilszínezékként való esetleges megjelenése még külön vizsgálatok, kutatások tárgya. A nyomóipari felhasználás egyszerűbb lehetőséget kínál, azonban az egyedi kék pigment magas ára az elterjedést még korlátozza.

Egyes szencióhajhász dizájnipari publikálók – tévesen – már előrevetítik a YInMn-kékkel színezett/nyomott anyagokból készült ruházatok hűsítőkéességét. Ez az elképzelés azért hibás, mert az emberi test hőleadása (pl. közel 23 °C-os külső hőmérséklet esetén) 60%-ban infravörös sugárzással (kb. 60 W/m²-es mértékben) valósul meg. Így a speciális kék pigment gátolja a hőleadást – így annak ellenére, hogy a kívülről érkező melegítő sugarak részben visszaverődnek –, nem fog hűsíteni, talán inkább melegít. Persze téli testközeli ruházatoknál előnyös lehet (8. ábra).

Alkalmazása valószínűbb a tereptarka („camouflage”, mimikri) álcázóruházat (katonaság, rendvédelmi szervek stb.) alapanyagoknál. Ezeknél általános elvárás a látható tartományban (380–750 nm) optimális tereptarka hatás, az éjszakai álcázáshoz pedig az emberi test hőleadásából származó közeli infravörös [(NIR) (750–1200 nm)] sugárzás megfelelő elnyelése. Általában országoként változóak az álcázó színezetek és mintázatok. A számos álcázó ruházati változatnál (erdei és sivatagi, ill. városi stb.) több színvariáció terjedt el [zöld (levél), barna (fakéreg), drapp (talaj), fekete (egyéb, pl. madár stb.), szürke (városi kör-



8. ábra.
Különböző kék pigmentek fényvisszaverése

nyezet)] színezetek jellemzők. Így közvetlenül a YInMn-kék keverékben való alkalmazása minimális lehetőséget ad, azonban az új pigment egyedi szerkezetéből arra lehet következtetni, hogy



hagyományos textilnyomással kialakított mintázatok



digitális képfeldolgozáson alapuló mintázatok

9. ábra. Példák infra-remissziós álcázóruházati alapanyagokra

például a zöld, narancssárga pigmentek hasonló strukturális módosításával is elérhető a megnövekedett infra-remisszió (9. ábra).



IRODALOM

- [1] https://szubkult.blog.hu/2018/02/18/a_ek_festek_6000_eves_tortenete
- [2] https://en.wikipedia.org/wiki/YInMn_Blue
- [3] <https://chemistry.oregonstate.edu/content/story-yinmn-blue>
- [4] <https://news.artnet.com/art-world/yinmn-blue-comes-market-1921665>
- [5] Kutasi Csaba: Optimális infraremissziót biztosító tereptarka álcázó ruházat alapanyaga. Magyar Textiltechnika, (2015) 1.

Tanárhiány

Több mint 2100 álláshirdetést dobott ki a közsféra állásportálja, a kozigallas.gov.hu a „tanár” keresőszóra a 2021/2022-es tanév utolsó előtti napján. Úgy tűnik, tanítóból is komoly hiány van az iskolákban, országszerte majdnem ezer – egészen pontosan 967 – betöltetlen állást hirdetnek az oldalon, de 853 hirdetés található az „óvodapedagógus” és 420 a „gyógyepedagógus” szóra rákeresve is.

A hirdetések egy részében természettudományos tárgyak oktatásához keresnek tanárt az iskolák, például biológia és kémia szakosokat, de informatika- és matematikatanárt is sok helyre vennének fel. Olyan iskolák is vannak, ahol már most intézményvezetőt vagy vezetőhelyettest keresnek, de az oldalon gyógyepe-

dagógusi, gyógytestnevelői, zenetanári, angoltanári állásokat is szép számmal lehet találni.

A szakemberhiány hátterében többek között a bérek állnak. Mennyit keresnek a tanárok? Kezdő bérük az alapképzés elvégzése és a minősítés után sem közelíti meg bármilyen más friss diplomásét. Egy pályakezdő, „gyakornok” pedagógus bére bruttó 312 000 forint pótlékkal együtt (ez nettó 207 ezer forint körüli fizetést jelent), tehát egy albértre is csak szűkösen elég.

Szintén komoly probléma a területen a túlterheltség – a szakszervezetek erről is fogalmaztak meg követeléseket –, a magyar tanárok uniós összehasonlításban is sokat dolgoznak. (eduline.hu)

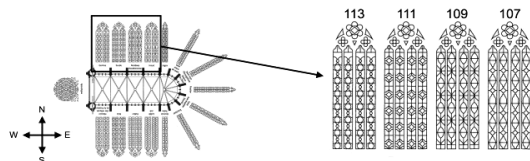


Színes ablakok a részecskék sugarában

A párizsi Notre-Dame tetőszerkezetét, huszártornyát pusztító 2019-es tűz óta nagy figyelem övezi a középkori katedrális helyreállítását. A közelében áll a sokkal kisebb, varázslatos Sainte-Chapelle, amelynek üveglablakait a közelmúltban restaurálták, így a kémikusok megvizsgálhatták néhány 13. századi üveg összetételét.

A „kápolna” 660 négyzetméternyi üveglablaka néhány év alatt készült el. Nagyon sok lapocska még ma is ép, de a keletkezésükről nem maradt fenn írás. A restaurálás során lehetőség nyílt arra, hogy az északi oldal négy üveglablakának tíz kis lapját roncsolásmentes elemzésnek vessék alá.

Az összetételt ionnyaláb-analitikai (Ion Beam Analysis, IBA) módszerrel vizsgálták: erre a Louvre föld alatti laboratóriumában felállított AGLAÉ részecskegyorsító mellett nyílt lehetőség. A munka során PIXE (Particle Induced X-ray Emission) és PIGE (Particle Induced Gamma Emission) eljárást használtak. A PIXE-vel a nátrium és az urán közötti elemek mérhetők gyorsan, nagy érzékenységgel, a PIGE a könnyűelem-összetétel letapogatására alkalmas. A lapok színét érintésmentes mérésre kifejlesztett, hordozható optikai spektrométerrel vizsgálták az UV-látható tartományban. [1]



Az északi oldali vizsgált ablakai [1]

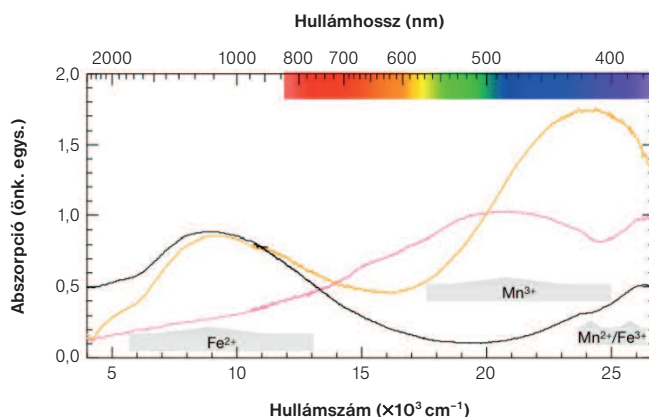
A mérések alapján kiderült, hogy a Sainte-Chapelle ablakai káliüvegből („fahamu-szilikáttból”) készültek, valószínűleg bükkfa hamuval. (Más templomokban a római „alapüveg”, a szódamész-szilikát üveg is előfordult.)

A színtelen (fehér), sárga és lila üvegek színe a vas és a mangán kényes redoxegyensúlyából alakult ki. A „színtelen” üvegek eredetileg zöldesek, sárgások lehetnek, ezért a színt adó Fe^{2+} -ionokat mangán- vagy antimonvegyületekkel Fe^{3+} -má oxidálják. Az ókorban és a középkorban mangánforrásként a mangán-dioxid, barnakő szolgált. A francia mesterek is ezt használhatták, mert a Sainte-Chapelle ablakaiban csak nagyon kevés antimont mutattak ki. A lila üvegekben a mangán dominál. A sárga üvegek összetétele hasonlít a színtelenekéhez, és valószínű, hogy többszörös olvasztás/hűtés után érték el az ionok kívánt arányát.

A Sainte-Chapelle üveglablakain a kék és a vörös a legszembe-tűnőbb. A kék szín a kobalttól származik. (Gyakran használtak



A Sainte-Chapelle felső szintjén (fotó: Didier B., CC BY-SA 2.5)



Színtelen, lila és sárga üvegek jellegzetes abszorpciós spektruma [1]

részvegyületet is, de a vizsgált kék üvegekben csak szennyezésként fordulhatott elő réz.) A kobalt valószínűleg német bányákból, Freiberg környékéről jutott el Franciaországba. Az ércek kohászati feldolgozásában keletkező, kolbaltos, szilikátos salakból „smalt”-ot készítettek: ezt vették meg az „üvegyártók” és adagolták az olvasztókemencékbe. Agricola 16. századi leírása is ezt az eredetet támasztja alá: szerinte az Érchegeységben bányászott ércekből ezüstöt vontak ki a középkorban, és a nagy kobalttartalmú anyag csak melléktermék volt. A szilikáttartalmú salakot, bármelyik kobaltot rejtő ércből származott is, káliumtartalmú folyósítószerrel (pl. fahamuval) olvasztották meg és tisztították: ilyenkor kék üveg képződött, ez volt a smalt. Ezt többször megolvasztva, homokkal, káliumtartalmú anyagokkal keverve több-

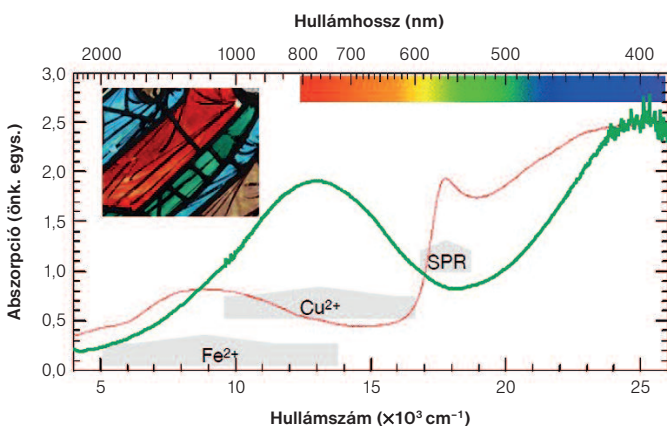


féle minőségű smaltot állíthattak elő. [2] A Sainte-Chapelle üveglapjain világosabb és sötétebb kék szín is megjelenik. Mivel a kék árnyalatú lapok elemi összetétele, a kobaltkoncentrációtól eltekintve, nagyon hasonló, ugyanabból az üvegműhelyből kerülhettek ki (persze az sem kizárt, hogy mindenhová ugyanaz a német bánya szállított).

A smaltot nem csak üveglapokhoz használták: Rembrandtnak szintén kedvenc festékalapanyaga volt. 1600 táján Middelburgben és Amszterdamban híres üvegműhelyeket állítottak fel az Antwerpenből és Itáliából érkező, nagy tudású mesterek. A smaltot ide is az Érchegységből szállították, és – hol máshol – szelmalmokban őrlték porrá. A holland smalt híresen jó minőségű volt.

Rembrandt nemcsak kék festéket készített belőle, hanem vörössel és sárgával különböző árnyalatokat kevert ki, sőt, a barnát is ezzel élénkítette. Sajnos az olajos kötőanyagban a smalt veszthet a színéből, és az élénk kék felületek megbarnulhatnak. [3]

Az átlátszó vörös üveg „tömegtermelése” középkori európai fejlemény; az ókorban, néhány kivételtől eltekintve (pl. Lükurgosz-serleg), átlátszatlan vörös üvegek készültek; ezek színét Cu(I)-oxid-kristályoknak tulajdonítják. A középkori vörös üvegek előállításáról azonban keveset tudunk. Abban már egyetértenek a szakemberek, hogy az átlátszó vörös üvegek színe réz nanorészecskéktől származik. A középkori és számos jóval későbbi, átlátszó vörös üvegben legalább két réteg van: egy vékony vörös és egy vastagabb színtelen (fehér). [4]

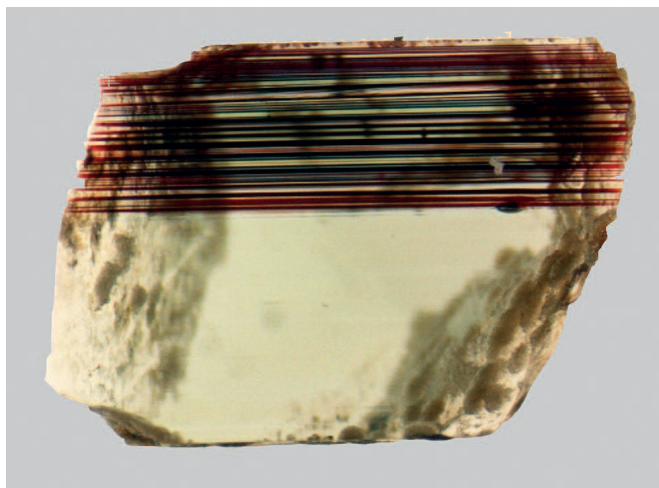


Vörös és zöld üvegek a megfelelő abszorpciós spektrumokkal (SPR: felületi plazmonrezonancia¹) [1]

A réz többnyire Cu⁺- és Cu²⁺-formában jelenik meg az üvegben. Az első esetben lényegében színtelen, a másodikban halványkék vagy zöld üveg keletkezik, a mátrixtól függően. Az oxigénben gazdag környezet a kékes-zöldes színnek kedvez. Kellőképpen redukáló környezetben azonban fémréz is kiválik. Ha a fémrészecskék elég kicsik – néhány tíz nanométeresek – és szétoszlanak az üvegben, vörös szín alakulhat ki. Itt azonban nem ér véget a történet.

A Sainte-Chapelle vörös lapkáiban több vörös sáv is követi egymást. Ilyen ablakok valószínűleg nem készültek a 14. század után. Előállításuk feltételezett titkára csak nemrég derült fény. Középkori ablakokból származó üvegdarabkák (fény- és elektronmikroszkópos, illetve röntgenspektroszkópiás és elektronszórás) vizsgálatok rájöttek, hogy a sávós szerkezet egy több és egy kevesebb rézet tartalmazó, enyhén színezett üveg részleges

¹ A fémszemcsék felületén levő atomok szabad elektronjainak mozgásával együtt járó elektronsűrűség-hullámok, a felületi plazmonok is abszorbeálhatnak fotonokat.



Sávós szerkezet a Yorki katedrális egyik vörös üveglemezében (1290–1300 körül). A kis réztartalmú, vörös sávok között nagyobb réztartalmúak jelennek meg [4]

keverésekor jöhetett létre. A vörös szín annak köszönhető, hogy a rézben dúsabb üvegből a mátrixhoz kevésbé kötődő Cu⁺-ionok hőkezelés közben viszonylag gyorsan diffundáltak a másik üvegbe, míg a nagyobb töltésű fémionok lassabban haladtak. A Cu⁺-ionok egy része az üvegmátrixban lévő Fe²⁺-ionok hatására rézzé redukálódott. A kristálmagokon megindult a kristálynövekedés, és elegendően nagy kristályok alakulhattak ki ahhoz, hogy megjelenjen a vörös szín. Az átlátszó vörös üveg készítése nagy mesterségbeli tudást igényelt, a titkos recept pedig bizonyára növelte a mesterek tekintélyét. A sávós szerkezetű üveg középkori fortélya idővel eltűnt a praxisból. Az új eredmények viszont segíthetnek az üvegek korának, eredetiségének megállapításában, a színes üvegek középkori kereskedelme, a „technológiatranszfer” feltérképezésében. [4]



A vörös üveg mintázata a sávok egyenetlen eloszlása miatt alakulhatott ki (Sainte-Chapelle) [1]

A Sainte-Chapelle színes üvegeinek műszeres elemzése a kémiai, technológiai információkon túl azt a korábbi művészettörténeti feltevést is megerősíti, hogy a vizsgált ablakok ugyanabból az üvegműves műhelyből kerülhettek ki. Az ablakok valószínűleg párhuzamosan készültek, hiszen a kápolna építése mindössze hét évet vett igénybe – a munkálatok éppen a kelet-európai tatárjárás idején kezdődtek. **sv**

IRODALOM

- [1] Myrtille O. J. Y. Hunault et al., *Journal of Archaeological Science* (2021) 35, 102753.
 [2] Philippe Colombari et al., *Minerals* (2021) 11/6, 633.
 [3] <https://www.rijksmuseum.nl/en/stories/operation-night-watch/story/smalt-research> (2022. 01. 10.)
 [4] Jerzy J. Kunicki-Goldfinger et al., *Journal of Archaeological Science* (2014) 41, 89.

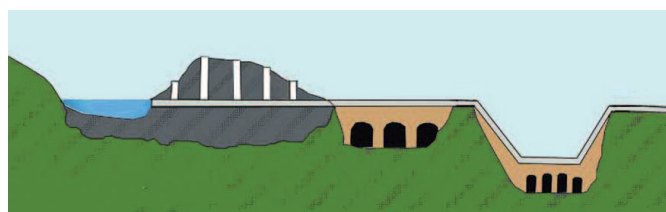


Krutsay Miklós

Az ókori Róma vízellátása

A civilizáció terén mindmáig hatalmasak a különbségek a földrészek és országok között. Az ókori Róma mintegy ezer évvel megelőzte korát, többek között a városok vízellátásának biztosításában is.

A rómaiak nem elégedtek meg a fővárosban kanyargó Tiberis (Tevere) zavaros vízével, hanem az Anio folyó felső szakaszának és a környező forrásoknak a vizét is bevezették. A nagyrészt föld alatt húzódó vezetékek (aquaeductusok) többsége keletről érte el a várost, kettő nyugatról (a Trastevere felől). Ha völgy került útjukba, akkor a vályúszerű (többnyire 1,7 m széles), zárt csatornát a kellő magasságra épített boltívek tetején helyezték el. Minthogy a víz áramlását egyedül a gravitáció biztosította, a vezetékek lejtését (átlag 0,4%) igen pontos mérnöki munkával kellett meghatározniuk. A víz elszívargását betontömítéssel akadályozták meg. A törmelék eltávolítására ülepítőmedencéket és függőleges szűrőaknákat alkalmaztak (1. ábra). A városba érve a víz tárolókba



1. ábra. Vázlat az aquaeductusokról

(castellum) került, és ezekből ágazódtak el a keskenyebb ólom- vagy kerámia csövek kisebb tárolókra át, egészen a lakóházakig vagy közutakig. A legtöbb vizet a fürdők igényelték. A vezetékek konstrukciója miatt a vizet nem lehetett elzárni, az folyamatosan ömlött. A kivehető víz mennyiségét fogyasztási helyek szerint szabályozták. Magánházaknál a fogyasztás nem volt ingyenes. A rendszer karbantartásáról külön személyzet gondoskodott. A felesleges víz a szintén kiépített szennyvízcsatorna-rendszerbe folyt, amelynek főcsatornája – a Cloaca Maxima – a Tiberisbe ve-

Név	építés	hosszúság (km)	víz mennyiség/nap/1000 m ³
Aqua Appia	i. e. 312	16,5	73
Aqua Anio Vetus	i. e. 269	64	176
Aqua Marcia	i. e. 140	91	188
Aqua Tepula	i. e. 125	18	18
Aqua Julia	i. e. 33	22	48
Aqua Virgo	i. e. 19	21	100
Aqua Alsietana	i. e. 2	33	16
Aqua Anio Novus	i. sz. 52	87	189
Aqua Claudia	i. sz. 52	69	184
Aqua Traiana	i. sz. 109	33	?
Aqua Alexandrina	i. sz. 226	22	220

1. táblázat. Róma ókori vízvezetékei

zette. (Az egykori Cloaca Maxima szájadéka a bal parton, a Ponte Palatino mellett ma is látható.)

A 11 antik vízvezeték hossza meghaladta a 400 km-t, és naponta több mint egymillió köbméter vizet szállított a városba (1. táblázat). Az Anio folyóból eredő *Aqua Anio Vetus* és *Aqua Anio Novus* vizét zavarosnak tartották. Az *Aqua Marcia* vezetéke nyúlt a leghosszabbra. Bőséges vize tiszta és hideg volt. Az *Aqua Julia* az Aventinusra vezetett (2. ábra). Az *Aqua Tepula* a város köze-



2. ábra. Az Aqua Julia



3. ábra. Az Aqua Claudia Róma közelében

(fotó: Chris 73, CC-BY-SA-3.0)



4. ábra. Kettős csatorna a Porta Maggiore felett



5. ábra.
Az Aqua
Alexandrina



6. ábra. A segoviai aquaeductus

lében egyazon alépitményen haladt az Aqua Marciával és az Aqua Juliával. (A csatornák egymás alatt helyezkedtek el). A Capitolium környékét látta el. Vize langyos és zavaros volt, ezért a városba érve keverték az Aqua Juliával. Az *Aqua Virgo* északról érte el a várost, és Agrippa fürdőjénél (a Pantheon közelében) végződött. Igen tiszta vize volt, 1453-ban V. Miklós állította helyre. Ma is működik, a Trevi-kutat is táplálja. Az *Aqua Alsietana* nyugatról haladt a városba, rossz ízű vize nem volt iható. Főként az Augustus-féle naumachia (tengeri csaták rendezésére szolgáló medence) feltöltésére használták. Az igen jó vízű *Aqua Claudia* a város közelében, az *Aqua Anio Novus*sal közös alépitményen át vezetett (3–4. ábra). Nero a Coelius, Domitianus a Palatinus dombig hosszabbította meg. V. Sixtus alatt Acqua Felice néven restaurálták. Az *Aqua Traiana* a Bracciano-tó környéki forrásokból hozta a vizet. V. Pál 1612-ben G. Fontanával felújította és a Janiculus-dombon nagy kútházat építtetett számára F. Ponzióval. Új nevén ez lett az Acqua Paola. Az *Aqua Alexandrina* Nero fürdőjénél ért véget (5. ábra). Ennek és az Aqua Claudianak boltívei voltak a legmagasabbak, akár 30 m-esek. Az aquaeductusok maradványait a városon belül és azon kívül, számos helyen megtalálhatjuk. Róma délkeleti külvárosában, a Via Lomonio No. 256



7. ábra. A Pont du Gard



8. ábra. Aquincumi aquaeductus-részlet

alatti parkban (Parco dei Acquedotti) hat vezeték maradványai tekinthetők meg.

A várost 537-ben ostromló keleti gótok valamennyi vízvezeték elvágták, és helyreállításukra vagy pótlásukra csak évszázadokkal később került sor. A föld feletti vezetékek ma már nincsenek használatban.

A rómaiak által másutt épített vízvezetékek közül a segoviai és a Nîmes és Avignon közötti *Pont du Gard* maradt meg a legépében (6–7. ábra). Budán rekonstruálták az aquincumi aquaeductus rövid szakaszát (8. ábra).

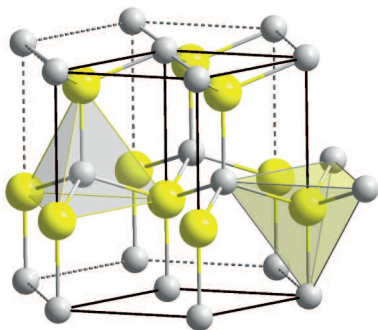




S Z Ó F E J T É S

A wurtzit

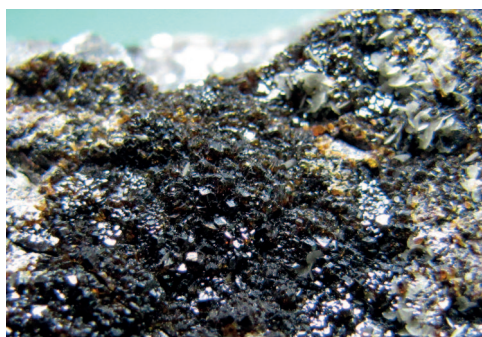
A cink-szulfid két kristályos módosulata is megjelenik a természetben. A gyakoribb a köbös szfalerit, a ritkább a hexagonális szerkezetű wurtzit.



A wurtzit szerkezetének vázlata

Charles Friedel (1832–1899), egy párizsi kémikus-mineralógus figyelte meg a kristályos cink-szulfid hexagonális változatát egy bolíviai ezüstbányából származó mintában. Ő javasolta 1861-ben, hogy a hexagonális kristályt „Wurtz úrról” nevezzék el. Ezzel akart emléket állítani annak a tudósnak, aki „oly nagy mértékben járult hozzá a szerves kémia fejlődéséhez”, és talán azt gondolta, hogy Wurtz eredményei idővel hasznossá válnak az ásványkémia számára

is. Így lett az alig több mint negyvenéves Charles-Adolphe Wurtz (1817–1884) neve eponima.



Příbramból (Csehország) származó wurtzit

(fotó: Bergminerale, CC BY-SA 3.0)

Néhány eponima az ásványok világában

Braun Tibor több alkalommal írt az eponimáról (legutoljára ebben a számunkban¹). Ilyen elnevezés ritkán fordul elő a természetes elemek között, bár például a gadolínium a finn Gadolinról kapta a nevét. A mesterséges elemek körében viszont gyakoriak ezek a névalkotások. Utcákat is elneveznek tudósokról, Párizsban például Lavoisier-ről, Huygensről (aki holland létére a Francia Tudományos Akadémia első elnöke volt), Berthollet-ről és persze Wurtzról (a sort még sokáig folytathatnánk). Magyarországon említhetjük például Szent-Györgyi Albert, Oláh György, Hevesy György, Kabay János, Gerecs Árpád utcáját. Az már jóval ritkább, hogy valakinek még életében eponima lesz a nevéből. Úgy lát-

¹Az írás alapja: Pierre Avenas: „Clin d’oeil étymologique”, L’Actualité Chimique, 2021. június.

²Braun T., MKL (2022) 7–8, 224.

³„Tekintettel arra a nagy fejlődésre – írták az összes európai vegyésznek eljuttatott körlevélben –, amely az utóbbi időben zajlott le a kémia terén és tekintettel a teoretikus nézetek között felmerült különbségekre, időszerű és hasznos lehet egy olyan konferencia szervezése, amelynek célja a tudományág jövőbeli fejlődése szempontjából fontosnak tűnő néhány kérdés megvitatása.” (<http://chemonet.hu/hun/olvaso/histchem/mol/karlsruhe.html>)

szik, Friedel ragaszkodott a módszeréhez, mert az „adamit”-tal [(Zn,Cu)₂(AsO₄)(OH)], Gilbert Joseph Adam nevű kollégája előtt tiszteltgett (tőle kapta azt az ásványt, amelyben felfedezte). A következő században Glenn T. Seaborg is megélhetette, hogy a 106-os rendszámú elemet róla nevezzék el (seaborgium), a huszenegyedikben pedig a 118-as rendszámú oganesson kapta a nevét a ma is élő Jurij Oganjeszjanról.

Friedel fiatalkora óta vonzódott az ásványokhoz, ezért lett mineralógus, de a szerves kémiát is szerette, és Wurtz-nél dolgozott az orvosi fakultáson. Kettős pályafutását később sem adta fel: ő lett Wurtz utódja. Wurtz jelentős közéleti személyiség volt, jól ismerték tudományos berkekben, különböző tanácsko生ó szervezetekben, végül a Szenátus (törvényhozó testület) örökös tagja lett. Az ő nevéhez fűződik *Az alap- és alkalmazott kémia lexikona* (5 kötet + 2 pótkötet), „a Wurtz” (újabb eponima). Aztán Friedel neve is eponimaként vált közismertté: James Craftsszal ő dolgozta ki a Friedel–Crafts-reakciót.

Valószínűleg a szerves kémia, a kristályok sem lehetettek idegenek Wurtz-tól, aki az atomok létezése mellett állt ki. 1879-ben jelent meg *Atomelmélet* című munkája – amelyhez Friedel írt előszót. Ne felejtjük el, hogy az első modern nemzetközi vegyészkonferenciát August Kekulé, Carl Weltzien és Charles Wurtz szervezte 1860-ban Karlsruhe-ban a kémiai alapfogalmak tisztázása érdekében,² és például a híres kémikus, Wilhelm Ostwald csak 1909-ben fogadta el az atomok hipotézisét, miután hosszas vitákat folytatott tudóstársaival, köztük Ludwig Boltzmann-nal.

Egy irodalmi eponímia

Louis Jacques Thenard-tól (1777–1857), egy másik francia kémikustól sem volt idegen a közéleti szereplés. 1810-ben a tudományos akadémia tagja lett, aztán báró, parlamenti képviselő, aztán a főrendiház tagja. Victor Hugo regénye, *A nyomorultak* legvégén a gazember vendéglős, Thénardier Thénard-ként mutatkozik be, majd megjegyzi, hogy báró és akadémikus szeretne lenni. Bár semmilyen utalást nem találtak a regénybeli név eredetére, annyi biztosra vehető, hogy a főrendiházban Hugo találkozott az igazi Thenard-ral (é helyett e-vel), még gyakrabban a sógorával. Hugo a haladó politikusokat támogatta, többek között a gyermekmunka terén, és nem igazán kedvelte a konzervatívokat, különösen Thenard sógorát. Könnyen lehet, hogy ellenszenves szereplője innen kapta a nevét.



Kaliforniában talált thénardit. A viszonylag ritka kristály sivatagos vidékek tavainál, kiszáradt tómedencékben fordul elő (fotó: Robert M. Lavinsky, CC BY-SA 3.0)

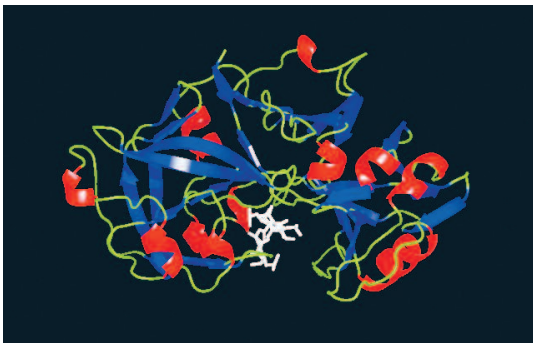
Szerencsére Thenard jóval az akadémiai tagsága előtt felfedezte a „Thénard-kék” (kobaltkék) pigmentet, majd akadémikusként a hidrogén-peroxidot – és ezekről híresebb, mint politikai pályafutásáról. Még pályája csúcán járt, amikor egyik tanítványa, José Casaseca felfedezte a vízmentes, ortorombos szerkezetű nátrium-szulfát ásványt, és thénarditnak nevezte el a tiszteletére. Thenard szintén kapott utcát Párizsban, a Collège de France közelében, ahol tanított, szülőfaluja pedig felvette a La Louptière-Thénard nevet (még egy eponima).



Pepszin és protein

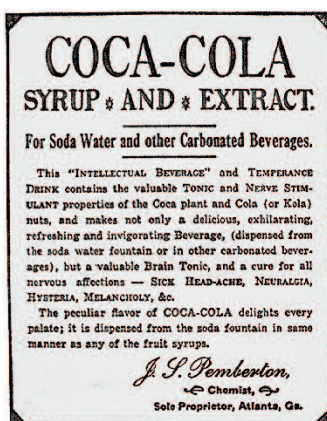
Mindkét elnevezés az 1800-as években született, de a gyökerek, szokás szerint, az ókorba is elvezetnek. [1]

Theodor Schwann, aki a sejtelméletet kiterjesztette az állatokra, és a sejttan megalapítójának nevezik, az emésztést is tanulmányozta. 1836-ban kivont a gyomorból egy emésztést segítő anyagot. *Pepsinnek* (pepszinnek) nevezte el – ez volt az első, állati szövetből előállított enzim. A név görög eredetű; a *pepszisz* jelentése: érlelés, érés, főzés, emésztés, kiválasztás. [2] Ez a sokféleség nem véletlen, hiszen Arisztotelész felfogása szerint „az emésztés a hő munkája. A természetes belső hő érleli, főzi (forralja) és süti a felvett anyagokat, megfelelővé és tökéletessé teszi azok passzív tulajdonságait.” [3] A *peptikosz* („emésztésre képes”) szóból származik az angol *peptic* és a francia *peptique* (emésztéssel kapcsolatos, emésztést elősegítő) kifejezés, amely *pepticus* (rosszabb esetben: peptikus gyomorfekély) formában az orvosi nyelvben is megjelenik. A diszpepszia sem jelent jót: ez az emésztőrendszer működésének zavara.



A pepszin (és egy kis molekulatömegű pepszingatól, a pepsztatin) modellje

Az 1800-as évek végén egy amerikai patikus kikísérletezett egy szörpöt, amelyet szódával hígítva jótékony hatású üdítőként kezdtek árulni. Az első évben naponta általában kilenc pohár fogyott. A szörphöz a dél-amerikai kokacserje leveleiből és az afrikai kóladióból készített kivonatot; az előbbi, többek között, kokaint, az utóbbi például koffeint és teobromint tartalmazott. A feltaláló a könnyelőljével együtt ötölte ki a Coca-Cola nevet, de nem ők vagyonosodtak meg a találmányból. Az eredeti receptben kevesebb kokain volt a „szokásos” adagnál, de később ez is teljesen eltűnt a kólából. A Coca-Cola koffeintartalma 13,5 mg/100 g; összehasonításként: a teáé 15–20, a presszókávée 50–175 mg/100 g. [4] A teobromin a kakaó és a csoki „drogja”.

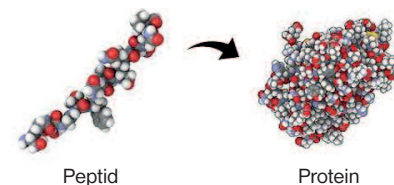


1886-os Coca-Cola-reklám.

A gyümölcsszörp módjára fogyasztható, akkor még enyhén kokainos élelénkítőszer fejfájás, hisztéria, melankólia ellen is javallt...



A kólafa levele és termése, a kóladió



A „fehérje” szóalak Szily Kálmántól ered, aki ezt írja 1902-es nyelvújítási szótárában: „*Fehérje*, Bugát 1833 (Orv. Szókönyv). – Nála a kocsonya mintájára fehérnye: mai alakja tőlem.” A fehérnye pedig, ahogy az 1862-es Czuczor–Fogarasi-szótár fogalmaz: „A tojás fehérje, mely közvetlenül a tojás héját éri, s a sárga részt körülveszi.” A „fehérnye” alapja a latin *albumen* (tojásfehérje) lehet, ami az *albus*ból (fehér) származik. A „fehér” – az etimológiai szótár szerint – bizonytalan eredetű; az első része talán finnugor örökség. sv

IRODALOM

- [1] Pierre Avenas: „Clin d’oeil étymologique”, L’Actualité Chimique, 2020. július–augusztus.
- [2] Szabó Márta: Magyar Orvosi Nyelv (2012) 12, 2.
- [3] Mészáros Ernő: Magyar Tudomány (2006) 2, 197.
- [4] Tudatos vásárló (<https://tudatosvasarlo.hu/kerdesek-valaszok/kulonbozo-elelmiszerek-koffeintartalma/>)
- [5] Why does Pepsi outsell Coke in Quebec? (<https://cubetoronto.com/quebec/why-does-pepsi-outsell-coke-in-quebec/>)
- [6] Ladas S. D. et al.: Aliment. Pharmacol. Ther. (2013) 37, 169.
- [7] Hartley, H.: Nature (1951) 168, 244.



TÚL A KÉMIAÁN

Ikersztori



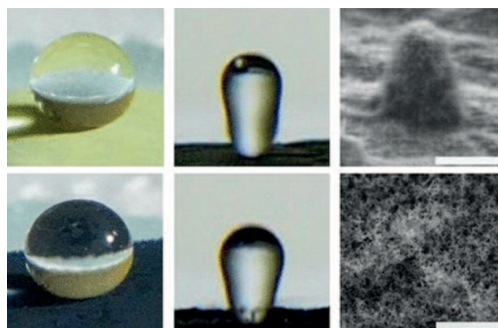
Az ikrek vizsgálata régóta fontos annak a kérdésnek az eldöntésében, hogy egy ember személyes tulajdonságait a genetikai háttér vagy az életkörnyezet határozza-e meg jobban. Ehhez ad nagyon érdekes új adalékokat egy 1974-ben született koreai ikerpár esete, akiknek a nevelése két éves korban vált szét: egyikőjük elveszett egy piacon, s véletlenül folytán nem került vissza a családjához, ha-

nem az Amerikai Egyesült Államokban fogadták örökbe. A testvérek 2020-ban, egy dél-koreai családok egyesítését célzó, DNS-vizsgálatokon alapuló program segítségével találtak újra egymásra. Részletes orvosi és pszichológiai vizsgálat után kiderült róluk, hogy a várakozásoknak megfelelően a személyiségjegyeik igen hasonlóak annak ellenére is, hogy a dél-koreai nő szeretős és harmonikus családban nőtt fel, míg az amerikai rendszeresen tapasztalt családi vitákat és nevelőszülei is elváltak. Nagy meglepetést okozott azonban az a tény, hogy az ikerpár dél-koreai tagjának IQ-ját 16 ponttal magasabbnak mérték. Ez a megfigyelés komolyan kétségbe vonhatja az intelligenciatesztek módszertanát.

Pers. Individ. Dif. 194, 111643. (2022)

Lótuszgrafén

A grafén elég változatos anyag: nemrég sikerült egyszerű, gázfázisú módszerrel olyan formában is előállítani, amely lóbuszvirággal vetekedő mértékben taszítja a vizet. Az ötlet lényege, hogy egy kereskedelembe is kapható plazmareaktorba etanol-argon aeroszolt injektálnak, így a szuperhidrofób sajátosságú grafén képződik. Mikroszkópos felvételek azt igazolták, hogy az előállított anyag rendezetlen orientációjú grafén-síkok együttesét tartalmazza, s az így létrejövő felületen a vízcseppek ugyanúgy viselkednek, mint egy lóbuszvirágon. Az új technikával akár nagy mennyiségben is elő lehet majd állítani öntisztuló bevonatokat. *ACS Mater. Lett.* 4, 995. (2022)



Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt

Lente Gábor rovatszerkesztőnek: lenteg1206@gmail.com.

A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő internet-oldalon: http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index_magyar.html

CENTENÁRIUM



Schulek Elemér: Kis mennyiségű hydrogencyánid és hydrogenbiocyanát jodometriás meghatározása *Magyar Kémiai Folyóirat* Vol. 28, pp. 48–51. (1922. július–december)

Schulek Elemér (1893–1964) Kossuth-díjas magyar vegyész, gyógyszerész, egyetemi tanár, a Magyar Tudományos Akadémia tagja. Gyógyszerészként végzett, az első világháborúban előbb katonaként harcolt, majd táborigorban szolgált. 1919-től 1927-ig Winkler Lajos mellett dolgozott, majd az Országos Közegészségügyi Intézet osztályvezetője lett. 1944-ben nevezték ki egyetemi tanárnak, az V. Magyar Gyógyszerkönyv szerkesztőbizottságának elnöke volt.

APRÓSÁG



Lefényképezték a Tejútrendszer közepén lévő fekete lyukat.

A méz mint környezeti indikátor



A méz összetételének vizsgálata a környezet állapotának követésére is alkalmas lehet egy nemrégiben megjelent tanulmány szerint. Egy magyar kutatócsoport az utóbbi közel 40 évből származó repce-, napraforgó- és erdei mézmintákat vizsgált, amelyek mind egy szűk földrajzi területről származtak. Az elemzés eredményeiben nagyon jól tükröződött néhány környezeti változás, például a levegőbe kibocsátott ólom mennyiségének csökkenése. A rövid távú radiokarbon kormeghatározás ugyanakkor azt mutatta, hogy az akácméz kivételével a minták félvezető eredményeket adhatnak, ami arra utal, hogy a méz széntartalmának jelentős része nem fotoszintézisben megkötött szén-dioxidból származik.

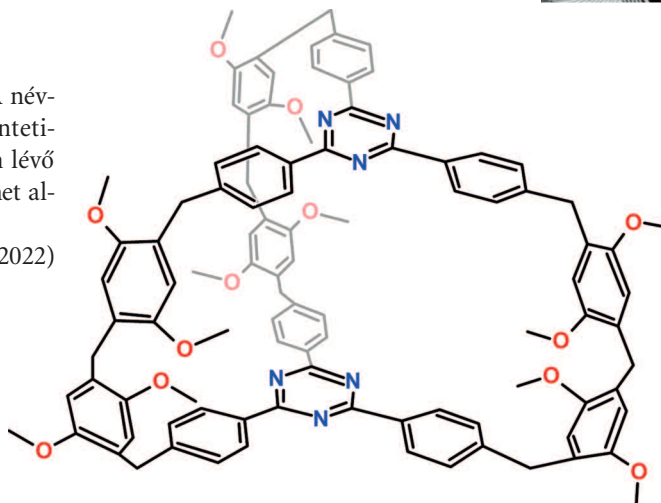
Sci. Total Environ. 808, 152044. (2022)



A HÓNAP MOLEKULÁJA

Az ábrán látható molekula angol neve cagearene-2 (C₉₉H₉₀N₆O₁₂). A névben a kettes szám arra utal, hogy a molekula egy nemrégiben szintetizált, szerves vegyületcsoport második tagja. A szerkezet közepén lévő üreg mérete révén bizonyos anyagok igen szelektív megkötésére lehet alkalmas, ennek néhány példáját be is mutatták a cikk szerzői.

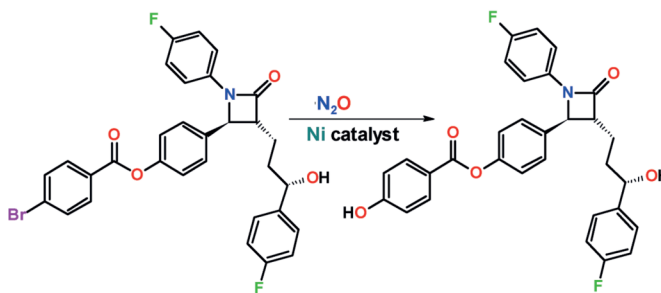
Chem. Sci. 13, 6254. (2022)



Dinitrogén-oxid a szerves szintézisben

A dinitrogén-oxid erős üvegházhatású gáz, globális kibocsátásának mintegy 15%-ért a vegyipar felelős. Ezért is számít nagyon érdekesnek az a munka, amelyben ezt az anyagot használják oxigénatom-forrásként aromás halogenidek fenolokká alakításához. A folyamatban a katalizátor nikkeltartalmú komplex, a hőmérséklet 25 °C, a szükséges gáznomás pedig nem éri el a légköri nyomás kétszeresét, így a körülmények elég enyhének mondhatók. A módszer kidolgozói aril-halogenidek tucatjaival bizonyították az eredmények szintetikus hasznát.

Nature 604, 677. (2022)



Tutanhamon tőre

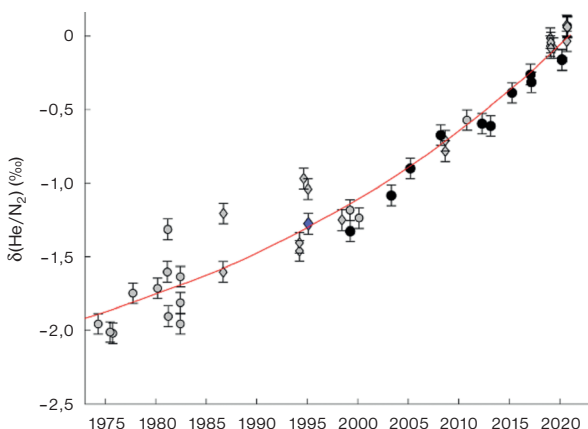
Az emberiség már a vaskor előtt is használt vastárgyakat. Jól ismert példa erre a Tutanhamon fáraó síremlékében talált tőr, amelyet jelenleg egy kairói múzeumban őriznek. Ennek anyagáról már korábban is tudták, hogy egy meteorból származik, de a részletes analízist csak a közelmúltban végezték el. A nagyjából 12 tömegszázalékos nikkeltartalom tanúsága szerint a tőr egy oktahedrit típusú vasmeteoritból készült. Egyéb vizsgálatok alapján az valószínűsíthető, hogy az élet viszonylag alacsony hőmérsékleten, 1000 °C alatt alakították olyan technológiával, amely Egyiptomban akkor még ismeretlen volt, ezért a származási hely valószínűleg Anatólia lehetett.

Meteorit. Planet. Sci. 57, 747. (2022)

Héliumrejtély

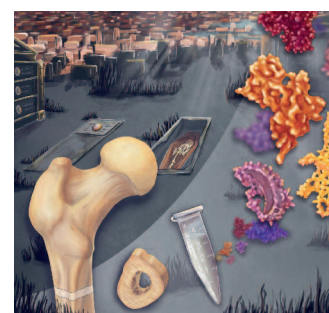
A hélium a földi légkör kevésbé markáns összetevője tengerszinten, 400 kilométernél nagyobb magasságokban azonban már a leggyakoribb gáznak számít. Egy nemrég publikált tanulmányban tömegspektrometriás mérésekkel kimutatták, hogy az elmúlt ötven évben a légkörben a ⁴He/N₂ arány igen jelentősen megnövekedett, vagyis több lett benne a hélium. Ennek a forrása minden bizonnyal emberi tevékenységekkel kapcsolatos: a radioaktív alfa-bomlások során keletkező hélium-4 leginkább a földgázokban gyűlik össze, s ezek gazdasági felhasználása egyre nagyobb mértékűvé válik. A tanulmányozott időszakban meglepő módon a légkörben mérhető ³He/⁴He arány nem változott: ezek szerint a hélium-3-nak eddig ismeretlen forrása van a Földön.

Nat. Geosci. 15, 346. (2022)



Beszédes csontmaradványok

Az igazságügyi orvostanban egyre fontosabb kérdéssé válik, hogy emberi csontmaradványok vizsgálatával minél több információt szerezzenek az elhunytól. Ennek lényeges része a csontban megtalálható fehérjék tanulmányozása. Egy új cikkben arra kerestek választ, hogy ezek vizsgálhatóságára hogyan hat a holttestek eltemetésének módja. A dél-olaszországi kísérletsorozatban 14 exhumált testben összesen húszféle fehérjét vizsgáltak meg folyadékkromatográfiával csatolt tömegspektrometriás módszerrel. Azt tapasztalták, hogy a proteinek nagy része a sírboltokban lévő testeknél őrződik meg jobban, néhány esetben viszont a fakoporsóban földbe temetett maradványok voltak alkalmasabbak az analízisre. Sikerült több olyan fehérjemarkert is azonosítani, amelyek a tárolási körülményektől függetlenül megfeleltek arra, hogy az elhunyt életkorát, illetve a halálestétől eltelt időt meghatározzák.



J. Proteome Res. 21, 1285. (2022)

KÖSZÖNTÉSEK, KITÜNTETÉSEK

Pavláth Attila köszöntése

Az Amerikai Kémiai Társaság Magyar Szekciója, a Tudományos Akadémia Kémiai Tudományok Osztálya, a Magyar Kémikusok Egyesülete, a svájci Flow Chemistry Society és az InnoStudio Zrt. Pavláth Attila 92. születésnapja alkalmából tudományos szimpóziumot rendezett az MTA Székház Kistermében 2022. május 27-én. Az ülésen magyar és amerikai barátok, munkatársak és tisztelők körében együtt ünnepeltük Attila sokszínű, izgalmas és sikerekben bővelkedő életútját. Az ülés tudományos témája az űrkémia volt. A hallgatóságban megjelent Farkas Bertalan nyugalmazott dandártábornok, Magyarország űrhajósa is.



FOTÓK: MTA-HU / SZIGETI TAMÁS

Az ülésen Keserű György (MTA TTK) és Kiss Tamás (SZTE, MKE) köszöntötte az ünnepeltet és méltatta tudományos és tudományos közéleti tevékenységét.

Ezt követően Pavláth Attila „Mivel hosszabbítja meg a kémia a tartalmasan eltöltött életet?” előadásában válaszolt a hosszú, aktív élet titkára.

A szakmai program keretében elhangzott előadások a következők voltak:

Űrkémia: Koncepció és eredmények. Pavláth Attila és a kezdetek (Darvas Ferenc – InnoStudio Zrt., ACS-HU)

Erőfeszítések és eredmények az ACS űrkémiai tevékenységének megteremtésére, 2017–2022 (Pavláth Attila, Darvas Ferenc és Janáky Csaba)

Szén-dioxid-átalakítás a világűrben: az oxigén visszanyerésétől a 3D nyomtatásig (Janáky Csaba, ACS-HU)



Keserű György zárszavát követően a résztvevők az MTA Tudós Kávézójában tartott fogadáson köszönthették az ünnepeltet és cserélhettek eszmét a kölcsönösen érdeklődésre számot tartó témákról.

Megjegyezzük, hogy Pavláth Attila több hivatalos programon is részt vett rövid látogatása során. Május 25-én délelőtt látogatást tett a Magyar Kémikusok Egyesületében, ahol beszélgetett Simonné Sarkadi Liviával, az MKE elnökével és az egyesület más vezetőivel az ACS és az MKE kapcsolatainak bővítési lehetőségeiről. Május 26-án az Alma Mater falai között, a BME-n, ünnepi tanácsülés keretében köszöntötték Pavláth Attilát és adták át számára a vegyész-mérnöki diploma megszerzésének 70. évfordulóját jelentő rubindiplomát. Gazdag hazai programját több baráti látogatás színesítette.

Pavláth Attila itt-tartózkodása alatt rövid interjút is adott lapunknak, melyet szeptemberi számunkban olvashatnak.

Reméljük, Pavláth Attila kellemes emlékekkel tért haza, és hamarosan újra köszönthetjük itthon. **KT**

A 2020. és 2021. évi Gábor Dénes-díjak

A 2020. és 2021. évi Gábor Dénes-díjak ünnepélyes átadására a koronavírus-járvány miatt időben nem kerülhetett sor. Ezt pótolta a Novofer Alapítvány 2022. május 12-én az MTA dísztermében. Az rendezvény házigazdája Freund Tamás, az MTA elnöke volt.

2020. évi Gábor Dénes-díjban részesült, többek között,

Keserű György Miklós vegyész-mérnök, akadémikus az MTA Természettudományi Kutatóközpont kutatócsoport-vezetője a



KESERŰ GYÖRGY MIKLÓS

magyarországi számítógépes gyógyszertervezési folyamatok bevezetésében végzett úttörő tevékenységéért, számos, ma már világsikerként jegyzett vegyület felfedezéséért, eredményes feltalálói munkásságáért, az antivirális Favipiravir hatóanyag magyarországi laboratóriumi vizsgálatáért, majd a felülemi gyártás gyorsított engedélyezési eljárásának megszervezéséért, amellyel jelentős mértékben hozzájárult a pandémia kezelésének eredményesebbé tételéhez.

A kitüntetettnek gratulálunk és munkájában további sikereket kívánunk!

Kitüntetéseket adtak át a Műegyetemen

Ünnepi szenátusi ülésen került sor május 30-án a BME Díszolgára, a PhD, a DLA és a tiszteletbeli doktorok avatására, valamint a József Nádor Emlékérem és más rangos egyetemi kitüntetések átadására.

A BME Díszpolgára címet **Bogsch Erik**, a Richter Gedeon részvénytársaság elnöke kapta. Bogsch Erik okleveles vegyész-mérnök-közgazdász a Richter Gedeon Részvénytársaság vezérigazgatójaként, illetve elnökeként több évtizede folyamatosan segíti az egyetemen folyó oktató- és kutatómunkát. Az együttműködések keretében évente több tucat vegyész-mérnök, gépészmérnök, illetve más szakokon tanuló műegyetemi hallgatók nyári gyakor-



Bogsch Erik

latának, valamint gyógyszervegyész-mérnök hallgatók kihelyezett laborgyakorlatának biztosításával jelentősen hozzájárult a mérnöki, ipari szemléletmód el-sajátításához, fejlesztéséhez. A tehetség gondozást tudományos diákköri és PhD-ösztöndíjak adományozásával, közös kutatási projektek kimagasló támogatásával, új képzési szakok indításának inicializálásával, a meglévő szakok folyamatos nyomon követésével, az ipari igények visszajelzésével, közös működtetésű laboratóriumok alapításával, kutatási és oktatási eszközök rendszeres adományozásával támogatja.

„Óriási megtiszteltetés, hogy egykori diákként az Alma Mater ilyen megbecsülésben részesített” – köszönte meg az elismerést Bogsch Erik.

A Műegyetem legrangosabb kitüntetését, a József Nádor Emlékéremet hatan kapták meg, közöttük **Keglevich György Tibor**,



Habsburg Eilika főhercegné, Keglevich György professzor és Czigány Tibor, a BME rektora

a VBK Szerves Kémia és Technológia tanszékének egyetemi tanára. Az Emlékéremmel azokat a személyeket díjazza a Szenátus, akiket kimagasló oktató-nevelő és tudományos munkájuk, az egyetem jó hírének növelése érdekében kifejtett tevékenységük erre érdemessé tett, illetve az igazgatásban, a gazdálkodásban, az üzemeltetésben vagy más egyetemi munkaterületen nyújtott kimagasló teljesítményükkel elősegítették a BME fejlődését.

A Szenátus ünnepi ülésén került sor a Sztoczek József Emlékérmek átadására, melyet kilencen vehettek át, közöttük **Frank**

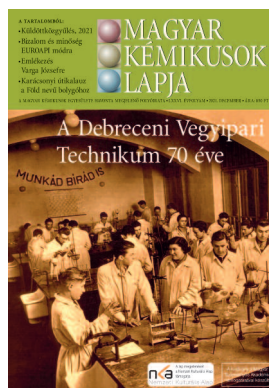


Frank Zsuzsanna

Zsuzsanna a VBK Szerves Kémia és Technológia Tanszék vegyésztechnikus. Ezt a díjat azon egyetemi munkatársak méltó elismerésére alapította a Szenátus, akik több éven át az igazgatásban, a gazdálkodásban, az üzemeltetésben, a fejlesztésben vagy más, az egyetemmel kapcsolatos területen nyújtott teljesítményükkel kiemelkedően szolgálták a Műegyetem érdekeit.

A kitüntetetteknek olvasóink nevében is gratulálunk! **KT**

2021 legjobb cikke a Magyar Kémikusok Lapjában



A szokásoknak megfelelően tartottuk meg a 2021. évben megjelent legjobb cikkekről az internetes szavazást. A rendelkezésre álló 3 hetes idő alatt összesen 232-en vettek részt a szavazáson. Ez tovább csökkenő részvételt jelent, mert tavaly 254-en szavaztak, a megelőző években pedig a résztvevők száma mindig meghaladta a 350-et, sőt a legjobb évben a 450-et is.

Az 5% fölötti szavazatot kapott cikkek listája az alábbi:

- 51 szavazat (21,98%) – Lente Gábor: Vegyészletek
- 42 szavazat (18,10%) – Lente Gábor: Feljegyzések az egérlukból: hogyan jutott ide a magyar kémiaoktatás?
- 34 szavazat (14,66%) – Csupor Dezső: Egy orrspray, amely (még) nem véd meg a koronavírustól, Védooltás, nem fagyálló, Lúgosításért börtön? Feketelistán a titán-dioxid (Ködpiszkáló szorozat)
- 27 szavazat (11,64%) – Keserű György Miklós: Vírusellenes kezelési lehetőségek Covid-19 fertőzésben
- 26 szavazat (11,21%) – ifj. Szántay Csaba: Teremtünk természet-tudományos tehetségeket!
- 19 szavazat (8,19%) – Lente Gábor: Karácsonyi útikalauz a Föld nevű bolygóhoz
- 16 szavazat (6,90%) – Kiss Tamás: Nemcsak kell, hanem lehetséges is a kémiát érdeklődést felkeltő módon tanítani. Beszélgetés Keglevich Kristóffal, a Magyar Kémiaoktatásért-díj egyik kitüntetettjével
- 16 szavazat (6,90%) – Szalay Luca: Új tanárképzés: lebutítás vagy észszerűsítés?
- 15 szavazat (6,47%) – Holtzer Péter, Szakmány Csaba, Szalay Luca: Mi a kémiaoktatás valódi problémája – avagy hová lettek a tanárok?
- 15 szavazat (6,47%) – Lente Gábor: Szomorú 2020-as IgNobel-díjak bogarasoknak
- 15 szavazat (6,47%) – Silberer Vera: Leonardo színeinek spektruma
- 14 szavazat (6,03%) – Cs. Nagy Gábor összeállítása: A Debreceni Vegyipari Technikum 70 éve
- 14 szavazat (6,03%) – Wölfling János: Egy „újonc” idegméreg
- 12 szavazat (5,17%) – Dormán György: A kombinatorikus kémia tündöklése, hanyatlása és újjászületése. Hatása a modern gyógyszerkutatásra. I–IV. rész

Gratulálunk a legjobb cikket író szerzőinknek, és várjuk továbbra is olvasóink közérdeklődésre számot tartó írásait. Szokásunknak megfelelően az 1–3. helyezetteket Nívódíjjal jutalmaztuk, melyeket küldöttközgyűlésünkön adtunk át.

A szavazási érdeklődés csökkenése miatt gondolkodnunk kell azon, hogy újítsunk a legjobb cikk kiválasztásának módszerén. Ebben szeretnénk olvasóink véleményét is kikérni. Sajnos ezzel kapcsolatban ötlet nem érkezett. Többen javasolták ugyanakkor, hogy a szavazás ne az év legjobb cikkére, hanem az év legjobb szerzőjére történjen. A javaslatot eddig a lap és az egyesület több vezetőjével/tagjával megosztottam, mind örömmel üdvözölték. A valóra váltáshoz még a szerkesztőbizottság testületi állásfoglalása is szükséges. A 2022. évről elképzelhető ez a változás. **KT**



TUDOMÁNYOS ÉLET

Támogatott kutatások a Debreceni Egyetem munkatársainak részvételével

COVID-19 betegség és poszt-COVID szindrómával kapcsolatos kutatások

A Debreceni Egyetem Klinikai Központjának 5 kutatócsoportja, szoros együttműködésben, a COVID-19 fertőzés teljes betegség-spektrumát tervezi vizsgálni, a prevenciótól az akut betegségen át a hosszú távú szövődmények kialakulásig (poszt-COVID szindróma). A kutatás első lépéseként az orvosinformatikai rendszerben meglévő 7000 akut COVID-19 fertőzéken átesett, 700 poszt-COVID szindrómás beteg és 150 000 COVID-19 elleni védőoltásban részesült egyén demográfiai, klinikai, laboratóriumi és képpalkotó, valamint a kezelésre és betegségekmenetelre vonatkozó adataiból .xlsx formátumú ún. „master templát” segítségével epidemiológiai adatbázist építenek. A kutatás kiindulási alapját a retrospektív adatbázis-elemzés és -modellezés fogja képezni, és erre longitudinális prospektív klinikai, immunológiai, szocioökonómiai és életminőség-vizsgálatok fognak épülni.



A retrospektív adatbázis-elemzéssel és a prospektív klinikai vizsgálatokkal olyan, eddig ismeretlen tényezők feltárását tűzték ki célul, melyek megteremtik a lehetőséget a fertőzésen még át nem esett egyének között a súlyos betegség kialakulása szempontjából leginkább veszélyeztetett személyek azonosításához, az akut és poszt-COVID-19 betegségben szenvedő egyének kockázatbecsléséhez, valamint a rendelkezésre álló gyógyszeres kezelés eddigieknél hatékonyabb megválasztásához. A kutatás révén meghatározhatóvá válnak a poszt-COVID szindróma kialakulásának és súlyosságának klinikai és laboratóriumi előre jelző faktorai, melyek elő fogják segíteni a poszt-COVID ellátás jelenlegi protokolljának továbbfejlesztését.

Fontos a COVID-19 betegség életminőségre gyakorolt hatásának pontos megismerése is. A COVID-19 elleni posztvakcinációs védettség vizsgálatának eredményei betekintést engednek a hazai populációban a COVID-19 fertőzés elleni védekezésben használt oltások különféle aspektusaiba, ilyen a korábbi fertőzés és az alkalmazott vakcinák hatása az ellenanyagszintekre, a sejtes immunitásra, illetve a későbbi fertőzések bekövetkezésének valószínűségére, súlyosságára. Ezek az információk segítséget nyújthatnak a különböző típusú oltások esetleges eltérő hatékonyságának felismerésében az egyes szubpopulációkban, valamint a COVID-19 fertőzés kialakulása szempontjából az oltás után is veszélyeztetett populáció azonosításában. Ezek együttesen hozzájárulhatnak az oltási stratégia hatékonyabbá tételéhez.

Terápiás célú fejlesztések

A cél multidiszciplináris kutatócsoportok és nemzetközi kutatócsoportok, valamint hazai és nemzetközi ipari partnerek együttműködésével innovatív gyógyszerek és speciális élelmiszerek, orvostechnikai eszközök fejlesztése olyan népbetegségek kezelésé-



re, mint a diabétesz, a kardiovaszkuláris megbetegedések, daganatos, valamint az öregedéssel kapcsolatos betegségek. A programban részt vevő debreceni kutatók törekednek arra, hogy együttműködjenek a gyógyszeripari szereplőkkel, kialakítsák azt a jó gyakorlatot, hogy az egyetemek multidiszciplináris kutatócsoportjai, mint innovatív központok, laboratóriumi méretben minőségbiztosítással és jól dokumentáltan innovatív gyógyszer/készítményfejlesztéseket végezzenek, amelyek alkalmasak arra, hogy technológiatranszferrel megvalósulhasson a nagyüzemi gyártás.

A gyógyszerkészítmények fejlesztése mellett a projekt kiemelten kezeli a nem gyógyszeres terápiák kifejlesztését, amellyel a magyar betegek előnyösebb gyógykezelése is megvalósulhat. A kutatásban hat kutatócsoport (Terápiás célú fejlesztések, BGP-15 kutatócsoport, Növényi hatóanyag fejlesztési, Orális peptid kutatócsoport, Vázizom és Nem-gyógyszeres terápiák kutatócsoportok) vesz részt.

A gyógyszeres programban innovatív, nanoméretű, liposzomális és ciklodextrinalapú gyógyszerhordozó rendszereket fejlesztenek és vizsgálnak kismolekulák, peptidhatóanyagok, növényi hatóanyag-komponensek és nukleinsav formulálására.

Növényi kutatásaik során elvégzik a CBD-olaj és egyéb természetes eredetű antocianint tartalmazó növényi kivonatok preklinikai vizsgálatát különböző beteg állatmodelleken (diabétesz, kardiovaszkuláris, Alzheimer, stressz indukálta viselkedés, öregedés), valamint készítményt fejlesztenek a jól karakterizált kivonatokból. Az alkalmazhatóságot és biztonságosságot humán pilot eredményekkel támasztják alá.

A kutatócsoportok célja a kutatói utánpótlás nevelése is: minél több tudományos diákköri és PhD-hallgató, fiatal kutató bevonása a projektbe.

A Debreceni Egyetemen javul az idegrendszeri kóros betegségek kezelése

A Debreceni Egyetem és az Ungvári Nemzeti Egyetem közös projektet valósít meg az idegsebészeti ellátás fejlesztésére vonatkozóan a Magyarország-Szlovákia-Románia-Ukrajna ENI Határon Átnyúló Együttműködési Program 2014-2020 keretében, amely európai uniós forrást biztosít Ukrajna Magyarországgal, Szlovákiával és Romániával közös határa mentén a területek fenntartható fejlődése, az életszínvonalbeli különbségek csökkentése, valamint közös, határokon átvívelő célok megvalósítása érdekében.



A projekt átfogó célja az egészségügyi ellátás minőségének javítása az idegrendszeri krónikus betegségek kezelésének területén, a jelenleg elérhető legmodernebb technológiák felhasználásával. A pályázatnak köszönhetően a Debreceni Egyetem Klinikai Központjában egy modern neuronavigációs rendszert vásárolnak. A rendszer az agydaganatok és agyi érrendellenességek operációja során a sebészek folyamatos tájékozódását segíti, amellyel a koponyaműtétek az eddigieknél is pontosabban megtervezhetők és elvégezhetőek.

A projekt megvalósítása során az egyetem munkatársai az innovatív módszerek alkalmazásával, az agy és a gerinc idegsebzésének területén szerzett tapasztalatainak megosztásával hozzájárulnak a projekt keretében megvalósuló, országhatárokon átívelő tapasztalatcseréhez.

Biotechnológia

A Debreceni Egyetem Biotechnológiai Kiválósági Tématerületi Programjának fő célja a 2018-tól intézményi kiválósági programként is támogatott, integrált karközi biotechnológia-képzésekben is továbbfejlesztett elméleti és alkalmazott biotechnológiai vonzáscentrum nemzetközivé tétele, egyetemekkel, kutatóintézetekkel, vállalkozásokkal, kutatással és innovációval foglalkozó ipari szereplőkkel együttműködésben megvalósított fejlesztése. A DE

Intézményfejlesztési Tervével összhangban hat karának intézetei egyedülálló hálózatossodott integrációban tudásintenzív, fókuszált K+F+I programokat valósítanak meg a biotechnológia piros, fehér és zöld részterületén. A program ösztönzőleg hat a régió technológiai és gazdasági fejlődésére, új ipari szereplők és tőke vonzására, munkahelyek teremtésére, a technológia- és tudástranszferre, az egyetemi oktatók, kutatók és hallgatók versenyképes innovatív biotechnológiai szemléletének formálására. A kutatások alapvetően kutatócsoporti struktúrában valósulnak meg, közösen fejlesztett és fenntartott infrastrukturális és szolgáltatási háttérre építve.

A mikroszkopikus gombák sokféle jelentős szekunder metabolitot termelnek (pl. antibiotikumokat), melyek termelése gyakran függ a környezeti hatásoktól. A humán- és növénypatogén gombák génjeit genomszerkesztési eszközökkel kívánják eltávolítani, és oxidatívstressz-érzékeny mutánsokban vizsgálni fogják a szekunder metabolittermelés indukció okozta változásait. Az *in vitro* növényi mikroszaporítás, a különböző klimatikus stressz-faktorok epigenetikai és génexpressziós hatásainak, a külső fizikai faktorok fejlődést befolyásoló hatásának leírása a technológiák további optimalizálását és újak kifejlesztését teszi lehetővé. A molekuláris stresszválaszok felderítése és a lencse géntérképének létrehozása a klímaváltozáshoz jobban alkalmazkodó fajták előállítását segíti elő.

A mikroszaporítás eredményessége jelentősen növelhető az előállított növények sikeres akklimatizációjával. A hazai fehérje-stratégia fontos feladata az alternatív fehérjeforrások kutatásának felgyorsítása a körforgásos bioökonómia és a zöld biofinomító ipar biotechnológiai alapjainak megteremtése által. Ezt szolgálja a növényi és mikrobiális eredetű bioaktív anyagok felterképezése, a fehérjehordozók előállítása során keletkező mel-

léktermékek érték-növelő hasznosítása, új és költséghatékony zöld biofinomítást kiszolgáló okos eszközök, innovatív módszerek és technológiák és az ezekhez szükséges biomérnök-kutatófelület létrehozása.

A biológiai terápia alapjait képező biotechnológiai készítmények, antitestek számos ráktípus esetében hatékonyan megtalálják a daganatos sejteket, ám önmagukban ritkán vezetnek azok pusztulásához. A megfelelő receptort kifejező daganatsejtek hatékonyan és szelektíven megcélozhatók peptid/fehérje ligandumokkal, melyek termelése szintén biotechnológiai módszereket igényel. A kutatás céljai közé tartozik új daganatterápiás molekuláris célpontok azonosítása és karakterizálása.

A biopolimer-kutatások célja különböző töltőanyagokat tartalmazó szövetek, vázanyagok előállítása, majd fizikai és kémiai tulajdonságaik fogászati célú felhasználásra való optimalizálása. Cél a fogászatban és ortopédiai csontpótlás során a sebgyógyulást és csontosodást elősegítő adalékot tartalmazó vázanyagok és új típusú, biológiailag lebontható és biokompatibilis polimerek előállítása is.

Iparági (különösen GMP) szinten hiányterület az ipari automatizálás fejlesztése és az adatgyűjtés, a pilot laborok kialakítása, az adat alapú modern technológiák bevezetése, melyek ipari szimulációs rendszerekkel ötvözhetőek. Ezért a mostani kutatások új, ipari automatizálási rendszerekkel szinergikus, elsősorban fermentációs folyamatokat, azok léptéknövelhetőségét és számítógépes jóslást elősegítő öntanító rendszerek és elemeik kifejlesztésére is irányulnak.

Vízzel kapcsolatos kutatások

A kutatási program megvalósításánál fontos szempont a kutatásfejlesztés és az innováció erősítése, valamint a kutatási eredmények gyakorlati hasznosíthatósága. A korábbi, kukoricaágazatra szűkített vizsgálatokat ki fogják terjeszteni egyéb szántóföldi növényekre, valamint a kertészeti kultúrákra is. Nemcsak gazdasági, hanem fenntarthatósági szempontból is vizsgálják a precíziós gazdálkodásban rejlő lehetőségeket.

Az öntözővizek témakörben a rakamaz-tiszanyagfalui Nagymorotva területén már elemezték a Tiszából származó, a morotvában tárolt és az öntözésre kijuttatott víz minőségét, öntözésre való alkalmasságát. A következő kutatási periódusban ezt a tevékenységet további vizsgálatok után átültetik a mezőgazdasági gyakorlatba, alkalmazva az online adatelemző és távkapcsolati rendszerrel bővített EXO vízminőség-monitorozó rendszert.

Az agrár- és élelmiszer-tudományok területén végzett tudományos kutatások értékelésének alapját a különböző klasszikus és műszeres analitikai mintaelőkészítő és mérési módszerek képezik. Ehhez a kutatás résztvevői rendelkeznek lánggerjesztéses atomabszorpciós spektrométerrel (FAAS), induktív csatolású plazma optikai emissziós spektrométerrel (ICP-OES), valamint a legkedvezőbb (legkisebb) kimutatási határokkal rendelkező induktív csatolású plazma-tömegspektrométerrel (ICP-MS), képesek elemformák meghatározására is a nagy hatékonyságú folyadékkromatográf – induktív csatolású plazma-tömegspektrométer (HPLC-ICP-MS) kapcsolt rendszerrel.

A következő kutatási időszakban olyan mintaelőkészítési és mérési módszereket is kidolgoznak, melynek során figyelembe veszik a zöld kémia elveit.

A „Vízzel kapcsolatos kutatások” kutatói eddig 112 publikációban jelentették meg a tudományos eredményeket. Ennek felét (56) a legszínvonalasabb nemzetközi Q1, Q2, Q3 folyóiratok fogadták be. A tématerületen végzett kutatások nagyban hozzájá-





rultak a kutatói állomány növeléséhez. A kutatómunka sikeressége érdekében a négy interdiszciplináris doktori iskola (Kerpely Kálmán doktori iskola; Földtudományok doktori iskola; Ihrig Károly gazdálkodás- és szervezéstudományok doktori iskola, Juhász-Nagy Pál doktori iskola) együttműködése folyamatosan fejlődik. A kutatóműhelyek 19 PhD-hallgatót vontak és vonnak is be a kutatásokba. A kutatás alkalmas arra, hogy szakdolgozati és diplomamunka-témákat is hirdessenek.



A tématerületi kutatások lehetővé tették, hogy a szakemberek szoros együttműködést alakítsanak ki Magyarország piacvezető integrátorával (KITE Zrt.), a Magyar Tudományos Akadémia kutatóhálózataival, az innovatív tevékenységet folytató vállalatokkal, a biotechnológiai kutatóközpontokkal. A kutatás a kölcsönös érdeklődés talaján lehetőséget teremtett az eddigi intézményi együttműködések megerősítéséhez.



...hogyan ne csak a világhírű tudósok,
hanem a tanáraik nevét is ismerjük...

**RÁTZ TANÁR ÚR
ÉLETMŰDÍJ**

Pályázati felhívás

**BIOLÓGIA-, MATEMATIKA-, FIZIKA-, KÉMIA-TANÁROK
ELISMERÉSÉRE**

Bérelkezési határidő: 2022. október 6. (éjfél)

Az Alapítvány a Magyar Természettudományos Oktatásért Kuratóriuma idén 22. alkalommal írta ki a RÁTZ TANÁR ÚR ÉLETMŰDÍJ pályázatát, olyan magyarországi tanárok számára, akik pályájuk során különösen sokat tettek a hazai reálokutatásért és a reálértelmségiük következő generációiért.

Az Ericsson Magyarország, a Graphisoft és a Richter Gedeon Nyrt. által létrehozott Alapítvány a Magyar Természettudományos Oktatásért díjazottakként 1 500 000 forinttal járó elismerést két-két matematika-, fizika-, kémia-, és biológiatanárnak ítél oda.

A díjra a közoktatás 5–12. évfolyamain biológiát, matematikát, fizikát vagy kémiát tanító (vagy egykor tanító) tanárok terjeszthetők fel *kizárólag online*, szakmai és társadalmi szervezetek, az ajánlott tanár tevékenységét jól ismerő kollektívák, magánszemélyek által.

A felterjesztés feltétele, hogy a jelölt a magyarországi közoktatás területén – nem szervezői munkakörben – dolgozó, az 5–12. évfolyamokon kimagasló oktató-nevelő tevékenységet végző/végzett, olyan életművel rendelkező tanár legyen,

- aki legalább 10 éves közoktatási tanári gyakorlattal rendelkezik,
- akinek tanítványai az országos hazai és/vagy nemzetközi versenyeken a fenti tantárgyak valamelyikében az elsők között szerepeltek vagy többször a döntőbe jutottak,
- aki tevékenységében gondot fordít a hátrányos helyzetű, tehetséges diákok felfedezésére, tudásuk gyarapítására,
- aki jelentős szerepet vállal a fenti négy tantárgy valamelyikéhez kapcsolódó országos, regionális vagy iskolai szakmai programok (pl. versenyek, továbbképzések, tanácskozások) megszervezésében, a program tartalmának felépítésében és kivitelezésében (pl. előadások tartása, szakanyagok készítése, friss információ továbbítása),
- aki rendszeresen továbbképzzi magát, tájékozott az adott tudomány területén elért eredményekről, a tantárgy tanításával kapcsolatos aktualitásokról, tapasztalatait megosztja kollegáival,
- aki szaktárgyi felkészítés mellett hivatásának tekinti tanítványai nevelését, személyiségük fejlesztését, problémáik megoldásához segítséget nyújt,
- aki szakmai lapokban publikál, könyveket, tankönyveket, tanítási segédleteket írt vagy ír (ez előnyként értékelendő),
- akinek személyisége, szakértelme, egész életvitele példamutató.

A díjakat a Bolyai János Matematikai Társulat és az Eötvös Loránd Fizikai Társulat díjbizottságai, a Magyar Kémikusok Egyesülete, valamint a Magyar Biológia Társaság, a Magyar Biokémiai Egyesület, Magyar Immunológiai Társaság és a Magyar Genetikusok Egyesülete ajánlásai alapján a három cég által felkért Alapítvány a Magyar Természettudományos Oktatásért Kuratóriuma ítéli oda az adott év kitüntetettjeinek.

A Kuratórium elnöke: Dr. Kroó Norbert

A Kuratórium tagjai: Lajos Józsefné

Dr. Falus András

Dr. Szántay Csaba

A hét tudományos társaság a beérkezett ajánlásokat a fenti feltételek szellemében értékeli, s ennek alapján teszi meg javaslatait a díjazottakra 2022. október 21-ig. Ezen javaslatok alapján hozza meg döntését az Alapítvány a Magyar Természettudományos Oktatásért Kuratóriuma 2022. október 27-ig. A díj átadására várhatóan 2022 november végén kerül sor.

A pályázati adatlapok 2022. október 6-án éjfélig (23:59) lesznek elérhetőek a <https://www.ratztanarurdij.hu/palyazat-2022/> weboldalon. A felterjesztéseket kizárólag online lehet benyújtani. Kérdés esetén a következő e-mail címre írhatnak: info@ratztanarurdij.hu.

Egy személynek három éven belül az Alapítók által létrehozott díjak közül csak egy adható.

A pályázattal vagy a felterjesztéssel kapcsolatos kérdések feltehető a következő telefonszámon: **06-20-203-5507**.

Alapítvány a Magyar Természettudományos Oktatásért Kuratóriuma

ERICSSON

RICHTER GEDEON

GRAPHISOFT

Rátz Tanár Úr Életműdíj – 2022



Vegyipari mozaik

Az ukrán energetikai hálózat folyamatos működését eszköztámogatással segíti a MOL. A Nemzetközi Olaj- és Gáztermelők Szövetsége (IOGP) kezdeményezést hozott létre, melyhez csatlakozott a MOL-csoport, így részt vesz az Ukrajnának nyújtott eszköztámogatási programban. A programot az Európai Bizottság Energiaügyi Főigazgatósága és az Energiaközösség koordinálja, célja, hogy segítse a háború során keletkezett károk enyhítését, az ukrán energetikai hálózat működését.

A MOL-csoport eszköszállításkor mellett anyagi támogatást is nyújt Ukrajnának. A MOL maga szállítja a határhoz a kőolaj- és földgáztermelés folytonosságát, valamint az energiahálózat folyamatos működtetését elősegítő szerelvényt, csőanyagot és alkatrészeket.



Homonnay Ádám, a MOL Magyarország Kutatás-Termelési Igazgatója elmondta, hogy „*Szolidaritást vállalunk Ukrajnával, és elkötelezett támogatói vagyunk annak az iparági összefogásnak, amely az ukrán energetikai hálózat folyamatos működését segíti. A MOL-csoport is csatlakozott az IOGP eszköztámogatási programjához, és mindenben együttműködik a programot koordináló európai intézményekkel. Közös erővel dolgozunk azon, hogy minél hatékonyabbá tudjuk tenni az eszköztámogatást, és bízunk abban, hogy felajánlásainkkal érdemben hozzájárulhatnak az ukrán kőolaj- és földgáztermelés, és ezzel együtt a teljes energetikai rendszer zavartalan működéséhez.*” (www.mol.hu)



A MOL-csoport első negyedéves eredménye: erős EBITDA, elsősorban a Kutatás-Termelés nagyon jó teljesítményének köszönhetően.

A 2022. évi I. negyedéves eredményét közzétette a MOL-csoport. Az újrabeszerzési árakkal becsült „tisztá” EBITDA (earnings before interest, taxes, depreciation and amortization = kamatok, adózás és értékcsökkenési leírás előtti eredmény) a nagyon magas olaj- és gázárak hatására 6%-kal csökkent az előző negyedévihez képest. A Kutatás-Termelés erősítette leginkább az eredményt, míg a Feldolgozás és Kereskedelem teljesítményét a változékony makrokörnyezet és a nagykereskedelmi árszabályozás befolyásolta, ezért az előző évi szinten maradt. A Fogyasztói Szolgáltatásokat több kelet-közép-európai országban az üzemanyag-árszabályozások sújtották. Az egyszerűsített szabad pénzáram 510 millió dollár (166,4 Mrd Ft) volt, több mint fele a 2022-es iránymutatásnak, amelyhez minden szegmens hozzájárult.

Hernádi Zsolt elnök-vezérigazgató elmondta: „... az elkövetkező időszakban nem kisebb kihívással nézünk szembe, minthogy megőrizzük az ellátásbiztonságot és fenntartsuk a vállalat pro-

fitabilitását. Jelentős erőfeszítéseket teszünk annak érdekében, hogy alkalmazkodjunk az új környezethez, tovább diverzifikáljuk portfóliónkat, és biztosítsuk a kelet-közép-európai régió energiaellátását. Emellett a MOL komoly befektetéseket igénylő transzformációs folyamata már elkezdődött, és teljes mértékben elkötelezettek vagyunk abban, hogy folytassuk ezt az utat, a mostani változékony környezetben is.

A MOL-csoport a múltban már számos krízis során bizonyította ellenálló képességét, és biztos vagyok benne, hogy megtartjuk kulcsfontosságú szerepünket a kiszámítható energiaellátás biztosításában, és továbbra is ügyfeleink és a szélesebb társadalom megbízható partnerei maradunk.”

A Kutatás-Termelés szegmens 104%-kal haladja meg az előző év első negyedévi eredményét, mely kimagasló teljesítmény az emelkedő olaj- és gázáraknak köszönhető. A Feldolgozás és Kereskedelem pontosan a 2021 hasonló időszakának szintjén maradt. Az értékesítési mennyiség 11%-kal növekedett, részben a megemelkedett magyarországi fogyasztás miatt. (www.mol.hu)



A hazai naperőművi termelés csúcsot döntött. A Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal áprilisi villamosenergia-piaci jelentéséből megtudhatjuk, hogy a márciusi extrém értékekhez képest áprilisban még kedvezőbben alakultak a villamosenergia-árak, mely a gázárak korrekciójának, és a magasabb megújuló termelésnek volt köszönhető. Fontos tényező azonban az, hogy az éves árak tovább emelkedtek, mivel a kereskedők tartós európai gázpiaci szűkösögre és magasabb gázárakra számítanak. Magyarországon a rögzített lakossági tarifa miatt a magas árkörnyezet ellenére nem változott a fogyasztás nagysága.



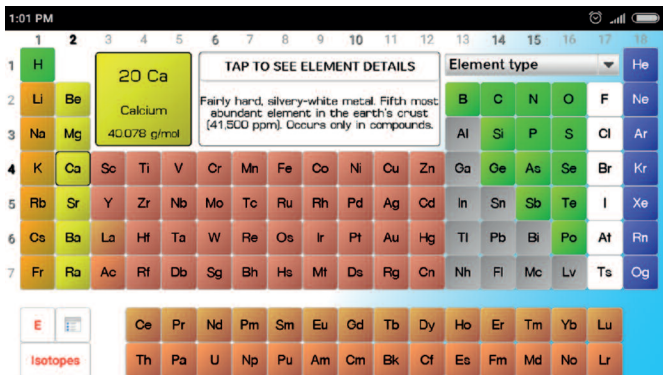
A megújuló termelés dinamikus bővülésének köszönhetően a naperőművi termelés napi maximális értéke április közepén 1806 MW volt, ami nagy emelkedést mutat az elmúlt évi, 1407 MW értékhez képest ugyanebben az időszakban. A magyar importszaldó áprilisban az előző hónapi 23%-ról 26%-ra emelkedett.

(<https://www.tisztajovo.hu/rovatok/megujulo-energiaforrasok>)



Free Chemical Suite és Kémia néven jelentek meg hasznos mobilalkalmazások.

Androidos mobiltelefonokra letölthető applikáció jelent meg, mely a tanárok és a diákok munkáját, tanulását egyaránt segíti. A Free Chemical Suite nevű applikáció elérhető a Play áruházban. Segítségével egyszerűen áttekinthető a periódusos rendszer, egyenleteket lehet rendezni, valamint oldatok koncentrációját lehet kiszámítani.



Az iOS alkalmazás Kémia néven jelent meg, letölthető az App Store-ból. Az applikáció segítségével a vegyületek moláris tömegei kiszámíthatók, illetve meghatározhatók a reakcióegyenletek

Anionok \ Kationok	H ⁺	NH ₄ ⁺	Li ⁺	Rb ⁺	K ⁺	Ba ²⁺	Sr ²⁺	Ca ²⁺	Na ⁺
OH ⁻ Hidroxid	18	35	24	102	56	171	122	74	40
F ⁻ Fluorid	20	37	26	104	58	175	126	78	42
Cl ⁻ Klorid	36.5	53.5	42.5	121	74.5	208	159	111	58.5
Br ⁻ Bromid	81	98	87	165	119	297	247	200	103
I ⁻ Jodid	128	145	134	212	166	391	341	294	150
S ²⁻ Szulfid	34	68	46	203	110	169	120	72	78
SO ₄ ²⁻ Szulfát	98	132	110	267	174	233	184	136	142

együtthatói, valamint számos vegyület oldhatósági adatát is tartalmazza.. Ezekon kívül a periódusos rendszer részletes információkat ad az elemek elektronszerkezetéről, fizikai tulajdonságairól.

(<https://mailchi.mp/2226fd64aa81/kmia-hrlevl-9-szm-az-sz2a-kivitelezsben-az-egis-gygszergy-rzt-tmogatsval?e=b1lfcc0209>)



A bioműanyagok világában áttörést hozhat egy magyar cég fejlesztése. A Dunakeszin működő, Cleaneco öko-bio háztartási és ipari tisztítószerket gyártó iPLA.Tech Kft.-ben a PET-palackok helyett fejlesztett csomagolóanyag teljes mértékben természetes anyagokból készült bioműanyag, mely 15 év alatt lebomlik, karbonsemleges, komposztálható és akár emészthető is. A cég arra törekszik, hogy az új bioműanyagok a bevett műanyagipari technológiák, gépek alkalmazásával feldolgozhatók legyenek, logisztikai szempontból rugalmas, ütésálló, a párologást megfelelő mértékben akadályozó, sokféle területen felhasználható csomagolást használjanak. A kutatásokat nemcsak labor-szintű eredményekkel mutatták be, hanem nagyipari, több száz-ezer darabos gyártást végeztek.

A fröccsöntésben és fúvásban egyaránt tudják használni a PLA-keverék-alapú bioműanyagot, ahol a fő komponens mellett

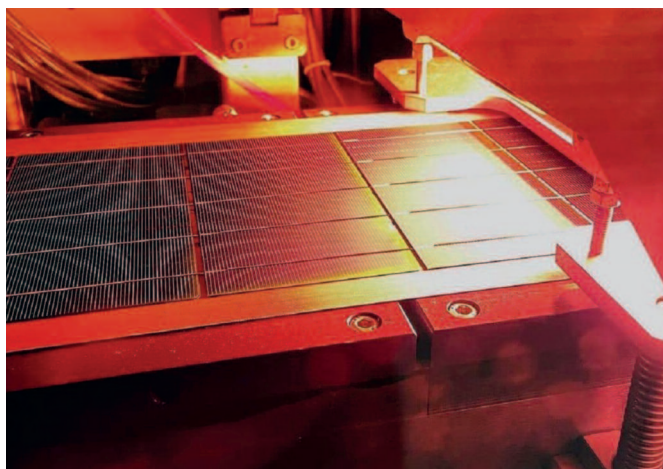


adalékként különféle természetes ásványi anyagokat használnak. A cég célja, hogy újratölthető bioműanyagokat állítsanak elő, de ahol megmarad az egyszer használatos csomagolási funkció, ott a lebomlást gyorsítsák mezőgazdasági hulladékként máskülönben nem hasznosuló anyagokkal (például fűrészpor, kenderfeldolgozási hulladék), ugyanis a növényi rostok elősegítik a termékek lebomlását, a termékköltséget pedig csökkentik.

(https://www.elobolygonk.hu/Klimahirek/Hulladek/2022_05_04/magyar_ceg_fejlesztese_hozhat_attorest_a_biomuanyagok_vilagaban)



Magyar napelempaneleket gyártó épít üzemet Romániában. A magyarországi székhelyű Astrasun cég bejelentette, hogy integrált lapka-, cella- és modulgyártó létesítmények felállítását tervezi Romániában, az európai helyreállítási és rezilienciaépítési alap (European The Recovery and Resilience Facility, RRF) forrásainak felhasználásával. A három létesítmény új munkahelyeket teremt, a tervek szerint több mint 800 embert fognak majd foglalkoztatni Kisnikápoly (Turnu Măgurele) térségében, ahová a létesítményt tervezik.



„Az RPIA és az RWEA (a román szélenergia társaság) készítette elő azt a RESinvest kezdeményezést, amelynek célja az erőteljes hazai megújulóenergia-beszállítói lánc kifejlesztése, amelyhez Románia már kapott rendelkezésre álló forrásokat a Nemzeti Helyreállítási és Reziliencia Terven [National Recovery and Resilience Plan, NRRP] és a Modernizációs Alapon keresztül” – mondta a Román Fotovoltaikus Iparági Szövetség (Romanian Photovoltaic Industry Association, RPIA) ügyvezető igazgatója, Mihai Balan.

(<https://www.tisztajovo.hu/megujulo-energiaforrasok/2022/05/26/magyar-napelem-gyarto-epit-uzemet-romaniaban-panelek-gyartasahoz>)



Folyamatosan nő az elektromos autók akkumulátorának élettartama. Az elektromos autók esetében a hatótávolság után az akkumulátorok élettartama igen fontos tényező a felhasználók számára. A Jövő Mobilitása Szövetség szakértői szerint megfelelően töltve egy akkumulátor 2–3000 ciklust bír a teljesítmény csökkenése nélkül, 10–15 éves folyamatos használattal. A hatótávolság és az akkumulátorok élettartamának folyamatos növelése hozzájárul ahhoz, hogy 2022 első negyedévében 15%-kal



megnőtt a hazai utakon az elektromos autók száma. Az első tisztán elektromos autók téli viszonylatban 100 km körüli hatótávolsága ma már 200–300 km-re növekedett átlagosan, mely később, 1–2 éven belül akár 300 km feletti hatótáv lesz átlagosan.

A szövetség szakértői elmondták, hogy a használat következtében minden akkumulátor hatékonysága romlik, de ma már az autógyártók kb. 20 éves garanciát vállalnak azokra, míg a „hagyományos” autók esetében 7–10 évet szoktak. Elmondták, hogy a felhasználók nagy része tévesen hiszi, hogy ha többet használják az elektromos autót, akkor az akkumulátor veszít teljesítményéből. Fontos, hogy az elektromos autó akkumulátorának élettartamát lerövidíti, ha a cellákat gyakran lemerítik, majd teljesen feltöltik, vagy gyakran alkalmaznak gyorsöltést. Célszerű 80%-ig feltölteni, majd nem teljesen lemeríteni az autók akkumulátorát.

(<https://www.tisztajovo.hu/oko-drive/2022/05/20/mobilitas-szovetseg-folyamatosan-no-az-elektromos-autok-akkumulatoranak-elettartama>)



Italos kartonból készült építőanyag az újabb magyar fejlesztésnek köszönhetően. A Stavmat Építőanyag Kereskedelmi Zrt. Kaposváron Tetra Pak italos kartonok felhasználásával gipszkarton-helyettesítő lapok gyártásába kezdett. A szlovák érdekeltségű cég vezérigazgatója, Ivan Frantisek elmondta, hogy a beruházás 3,9 milliárd forint értékű, jelenleg az építőanyagot egy kísérleti gépsor állítja elő, de a gépsorok számát a közeljövőben tovább fogják növelni.



A gyártási technológiát biztosító GreenCon cég ügyvezetője, Milan Knezo elmondta, hogy az Európai Unió elvárásnak megfelelően fontos a szelektív hulladékgyűjtés és újrahasznosítás, ezért is olyan gyártási folyamatokat alakítottak ki, melynek során több tonna Tetra Pak-kartont hasznosítanak újra. A szelektív hulladékgyűjtés és újrahasznosítás mellett a cég új munkahelyeket teremtett, illetve a Stavmat Építőanyag Kereskedelmi Zrt. értékesítésének nettó árbevétele megemelkedett.

(<https://www.tisztajovo.hu/kornyezetvedelem/2022/05/20/magyar-fejlesztes-az-italos-kartonbol-keszult-epitoanyag>)

Dobó Dorina összeállítása

MKE-HÍREK

Rendezvénynaptár (2022)

	Varázslatos Kémia nyári tábor	
szeptember	Biztonságtechnika Szeminárium 2022	
szeptember 7–10.	18 th Central European Symposium on Theoretical Chemistry	Balatonszárszó
szeptember 23–24.	XIX. Országos Diákvegyész Napok	Sárospatak
október	Őszi Radiokémiai Napok	
november 24.	Kozmetikai Szimpózium	Budapest

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXVII. No. 7–8. July–August

CONTENTS

MKE's General Meeting 2022	198
<i>Illuminating molecules. An interview with Péter Kele</i>	208
PÉTER SZALAY	
<i>The history of chemistry teaching in Hungarian primary and secondary schools between 1868 and 2020</i>	210
KRISTÓF KEGLEVICH	
<i>Relationship between the parts and the whole. Electro-biochemistry of mitochondrion. Part I</i>	219
ANDRÁS RÓKA	
<i>Cloud Poking. Lemon juice instead of chemotherapy?</i>	223
DEZSÓ CSUPOR	
<i>From eponyms to Stigler's law</i>	224
TIBOR BRAUN	
<i>Whom was it named after? Boyle's law</i>	226
GYÖRGY INZELT	
<i>YInMn Blue: a new blue pigment on the market</i>	230
CSABA KUTASI	
<i>Irradiated stained glass windows</i>	234
VERA SILBERER	
<i>The water supply of ancient Rome</i>	236
MIKLÓS KRUTSAY	
<i>Etymological nod. Wurtzite. Pepsin and protein</i>	238
<i>Chembits</i>	240
GÁBOR LENTE	
<i>News of the Month</i>	242

Raman mikroszkópia gyorsan, vizuálisan

A Raman képalkotás korábban specialisták működési területe volt. Mára azonban számos olyan alkalmazási területen is fontos eszközzé vált, ahol a felhasználók nem spektroszkópai szakértők. A **Thermo Scientific DXR™xi képalkotó Raman mikroszkópokban** alkalmazott új műszaki és szoftveres képalkotó megoldások teljesen vizuálissá tették a készülékek használatát, így a technika helyett elsősorban a kérdésekre és a kapott válaszokra lehet fókuszálni.

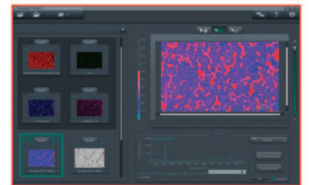
... **kompromisszumok nélkül.**

thermoscientific.com/DXRxi



**DXR™xi Raman képalkotó
mikroszkóp**

Nagyteljesítményű, integrált
Raman képalkotó rendszer



**Thermo Scientific
OMNIC™xi Raman
képfeldolgozó szoftver**

Teljesen vizuálisan kezelhető,
gyors, Raman spektroszkópián
alapuló képalkotás

Kizárólagos képviselő:

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

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

E-mail: unicam@unicam.hu • Web: www.unicam.hu

UNICAM

Magyarország Kft.