

A TARTALOMBÓL:

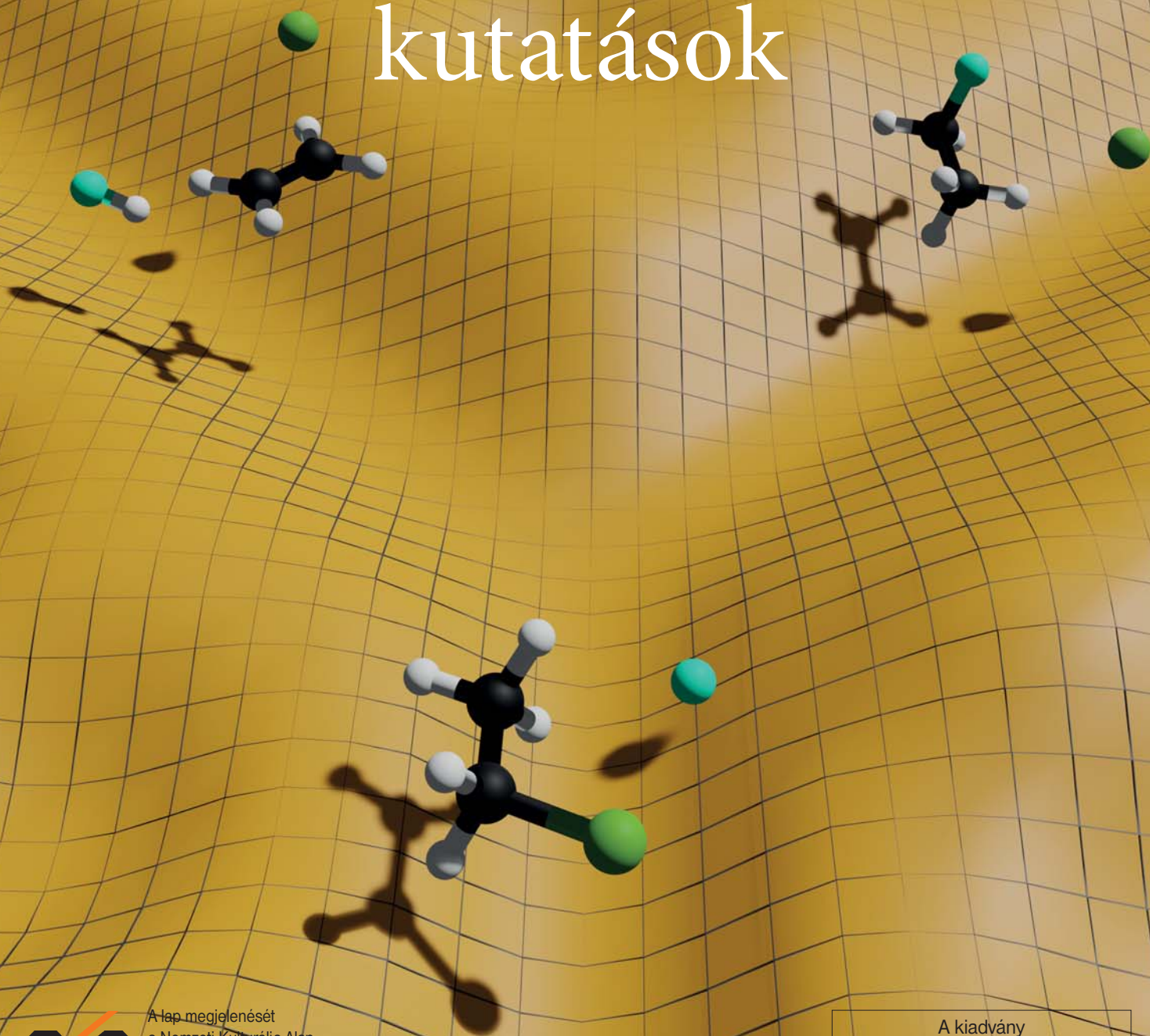
- A vegyipar élen jár az innovatív termékek bevezetésében
- Tanárképzés: Z-szak
- A rozsdásodás esete a kémiaoktatással
- A favipiravir-ügyirat



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

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

Elméleti reakciódinamika- kutatások



A lap megjelenését
a Nemzeti Kulturális Alap
támogatja

Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány
a Magyar Tudományos Akadémia
támogatásával készült

PRÉMIUM MODELL AZ ELEMENALÍZISBEN



automata
elemenanalizátor
PC vezérléssel,
moduláris
kialakítással,
szilárd és
folyadék
mintákhoz

univerzális
alkalmazás,
24 órás üzem,
egyszerű
kezelhetőség,
egyetlen
univerzális
kalibráció

Mérhető paraméterek: C, H, N, S, O, Cl, TIC

Mintabemérés: néhány µg-tól 1500 mg-ig.

12000:1 C:N aránynál is biztos eredmények

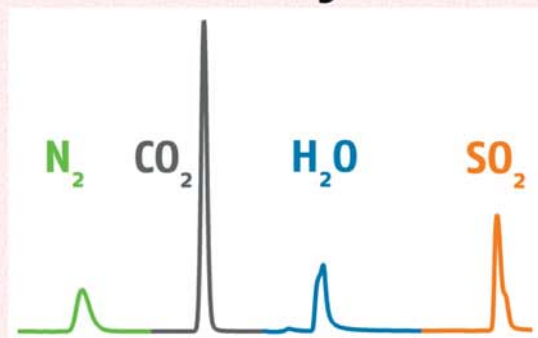
analízis idő: 6-10 perc/minta

zéro-blank autosampler

10 év garancia a főegységekre

hélium vagy argon vivőgáz

méretek: 42 x 55 x 55 cm





MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXVII. évf., 4. szám, 2022. április



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

Szerkesztőség:

Felölös szerkesztő: KISS TAMÁS
[SEKERES 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,
MÜLLER TIBOR, NEMES ANDRÁS,
ifj. SZÁNTAY CSABA, SZABÓ ILONA,
TÖMPE PÉTER, ZÉKÁNY ANDRÁS

Kapják az Egyesület tagjai és a megrendelő
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
Felölös kiadó: ANDROSITS BEÁTA
Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.
Nyomás: Europrinting Kft.
Felelős vezető: ENDZSEL ERNŐ
ügyvezető igazgató

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete
Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank
10700024-24764207-51100005 sz.
számlájára „MKL” megjelöléssel
Előfizetési díj egy évre 10200 Ft
Egy szám ára: 850 Ft. Külföldön terjeszti
a Batthyány Kultur-Press Kft.,
H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6.
1251 Budapest, Postafiók 30.
Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:
SÜLI ERIKA

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

Aktuális és archivált számaink honlapunkon
(mkl.mke.org.hu) olvashatók

Index: 25 541
HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)
HU ISSN 1588-1199 (online)
DOI: 10.24364/MKL.2022.04

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



Amikor ezeket a sorokat írom, hetek óta zajlanak az iskolákban a polgári engedtelenségi mozgalmak, melyekhez egyre több iskola, egyre több tanár csatlakozik. Sokakban felmerül a kérdés, hogy hogyan nevelik ezek a tanárok a diákokat, ha ők maguk sem tartják be a törvényeket.

Szerencsére ez inkább az iskolától távol álló, arról szinte semmit sem tudó emberek véleménye, akik szerint a tanároknak nagyon jó, hiszen három hónap szabadságuk van, már délben hazamennek és lógatják a lábukat. Talán e sorok olvasóinak nem kell elmagyaráznom, hogy ez nagyon messze áll a valóságtól, hiszen az a három hónap valójában hat hét és, ha haza is megyek az iskolából (persze nem délben), akkor bizony még van otthon is feladatom az iskolával kapcsolatban: készülés, javítás, szülőkkel levelezés stb. Amikor elkezdtem tanítani, még az elmúlt évezredben (1993-ban), akkor 18 óra volt a heti kötelezően megtartandó óraszám, és az ezen felüli órákat kifizették. Ma a kötelező óraszám 22–26 (igazgatótól, tankerülettől függően, ami szintén nagyon igazságtalan). Mindezért egy kezdő pedagógus kb. nettó 170 000 Ft-ot kap havonta. És még nem beszéltem a rengeteg adminisztrációról, a szabad tankönyvválasztás eltörléséről és a természettudományok órászámainak drasztikus csökkentéséről. Így talán nem meglepő, ha a pedagógusok mélysegesen el vannak keseredve, és most már olyan eszközökhöz kell folyamodnunk, amelyekről mi is tudjuk, hogy törvénytelenek. A január 31-i sztrájkhoz kapcsolódó elégséges szolgáltatásokat az elsőfokú bíróság jóváhagyta, de a másodfokú döntés még nem született meg, így bár bizonyos körök ezt törvénytelennek minősítették, 27 000 pedagógus csatlakozott. Ezután egy péntek esti kormányrendelet gyakorlatilag ellehetetlenítette a sztrájkot, hiszen az milyen sztrájk, ami közben órákat kell tartani? Itt már csak egyetlen lehetőség maradt: a polgári engedtelenség! Először sokan megijedtek ettől a kifejezéstől, hiszen ez mégiscsak törvénytelen, és akkor mi lesz majd velünk? Egyik kollégám úgy fogalmazott, hogy mi már csak láncainkat veszíthetjük! Persze megvonhatják a jutalmat – tényleg, karácsonykor kaptunk két bejglit, azt most elbukjuk – vagy kapunk szóbeli, írásbeli figyelmeztetést vagy kirúgnak. Ez utóbbit kevésbé tartjuk valószínűnek, mert lehet ugyan tagadni, de a tények önmagukért beszélnek: tanárhiány van! Nem egy tanítványomnak – pedig azért jó gimnáziumban tanítok – általános iskolában például egy darab kémiaórája sem volt! Hivatalosan minden órát megtartott valaki, a naplóba beírták, de annak a tanárnak túl sok köze nem volt a kémia tanításához. Szóval, amikor az embernek nem marad más lehetősége, akkor végső elkeseredésében kénytelen törvénytelen eszközökhöz folyamodni. Tudom, hogy most sok olvasó arra gondol: az ellenzék szekeztét tolja, nyilván tőlük kap ezért valamit. Szeretnék mindenkit megnyugtatni: ezért az írásért senkitől nem kapok semmit (na jó, egy tiszteletpéldányt a lapból), és azt is szeretném leszögezni, hogy mióta az eszemet tudom, nem volt olyan oktatáspolitikai, amivel én teljesen egyetértettem volna. Tehát bármelyik párt kormányzott, bárki volt is az oktatási miniszter vagy államtitkár, mindig elégedetlen voltam. Azt tapasztalom, néha úgy érzi az aktuális kormány, hogy ideje már emelni a tanárok fizetésén (2002; 2013), de azt gondolják, hogy ezzel minden meg van oldva. Sajnos nincs. Itt nemcsak a megalázó bérekkel van a baj, de most az verte ki leginkább a biztosítékot.

Visszatérve az alapkérdéshez: milyen példát mutat az a tanár, aki részt vesz egy polgári engedtelenségi akcióban? A diákok, szülők, régi tanítványok visszajelzése alapján jó példát! Mert vannak olyan alapvető jogok – például a sztrájkhoz való jog –, amelyeket nem lehet elvenni, amelyekért harcolni kell, bárki kormányoz, bárhogyan hívják is az oktatásért felelős vezetőket.

Palya Tamás

Palya Tamás
Budapest VI. Kerületi Kölcsey Ferenc Gimnázium

TARTALOM

IGÉRETES FIATAL KÉMIKUSAINK

- Szalay Péter:** Igéretes fiatal kémikusaink (a sorozat bevezetője) 102
Czakó Gábor: Elméleti reakciódinamika-kutatások a Szegedi Tudományegyetemen 103

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

- Az európai s benne a magyar vegyipar élenjáró az innovatív termékek bevezetésében és gyártásában. Beszélgetés **Szabó Csabával**, a MAVESZ igazgatójával 106
Zádori Antal: Filmbepárló készülék csökktéges fűtőtesttel 109

KÖZOKTATÁS – TANÁRI FÓRUM

- Dobóné Tarai Éva:** Egy hétköznapi jelenség esete a kémiaoktatással – a rozsdásodás 110

OKTATÁS

- „Nem kívánjuk tovább tétlenül nézni, ahogy eltűnnek a kémia- és fizikatanárok”
Beszélgetés **Weiszbürg Tamással** 115

KITEKINTÉS

- Csupor Dezső:** Ködpiszkaló. A favipiravir-ügyirat 118

VEGYIPAR- ÉS KÉMIATÖRTÉNET

- Sohár Pál:** Vízi Bélára emlékezve 120
Kutasi Csaba: A 80 éve alapított Magyar Vegyiművek Rt.–Egyesült Vegyiművek textilipari segédanyagai 122

VEGYÉSZLELETEK

- Lente Gábor** rovata 126

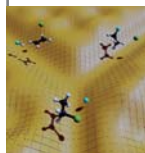
EGYESÜLETI ÉLET

- MEGEMLEKEZÉS** 128

- Jekő József, Kónya József:** Hargitané Tóth Ágnes emlékére 129

A HÓNAP HÍREI

129



Címlapunkon:
Az $F^- + CH_3CH_2Cl$
reakció
két termékcsatornája
(Czakó Gábor)

Ígéretes fiatal kémikusaink



Új sorozat indul útjára a mostani számban, amely a fiatalabb korosztályhoz tartozó, nemzetközi viszonylatban is sikeres kémikusokat mutatja be. Célunk, hogy példájukon keresztül ösztönözzük a még fiatalabbakat, megmutassuk, hogy itthon is lehet kiváló kutatócsoportot építeni, jelentős tudományos eredményeket elérni. Szándékunk szerint a cikkek, interjúk bemutatják majd, mitől lesz valaki sikeres a jelen tudományos világban, és azt, hogy mennyire különböző hozzáállás kell ehhez, mint például az én generációm indulása idejében.

Mert bizony sokat változott a tudományos világ! Ma már nem elég egy alaposan kidolgozott, jó ötlet, az új tudományos ismeret önmagában nem hoz elismerést. Ma már nem elég a kedvenc folyóiratunkban publikálni, biztosnak kell lenni abban, hogy eredményeinkre felfigyelnek. Ezért aztán jól kell mozogni a nemzetközi tudományos térben és használni kell az új kommunikációs eszközöket is. Meg kell tudni mutatni a kutatásunk hasznosságát, és biztosnak kell lenni, hogy másokat is érdekel, amit csinálunk. Elvárás továbbá a közvélemény tájékoztatása, még akkor is, ha elvont kutatást művelünk.

A finanszírozás is újszerű: amíg a kutatási intézmények alaptevékenysége hosszú ideje alulfinanszírozott, pályázati formában a korábbinál sokkal jelentősebb, akár nemzetközileg is versenyképes összegek nyerhetők el. Meg kell tehát ismerni az ilyen pályázatok elnyerésének titkait is, hiszen ezek mellé a támogatások mellé elvárások is párosulnak. Nem ritka, hogy a kiírások szűk területekre korlátozódnak: követni kell az országot, az EU vagy az ENSZ stratégiai céljait. A kutatási szabadság feladása-e, ha alkalmazkodunk ezekhez az elvárásokhoz? Jó-e, ha a társadalom szabja meg a kutatások témáját?

A megvalósítás lehetőségei is változtak. Míg korábban egy professzor a tanársegédjével is elérhetett világraszóló eredményeket, ma már sokrétű tudást felmutató csapat szükséges a kutatáshoz. A siker egyik titka bizonyosan a jó csapat. Talán azt is elmondják interjúalanyaink, szerzőink, nekik hogyan sikerült megtalálni és megnyerni a megfelelő munkatársakat. A kiváló munkatársakért folytatott verseny nemzetközi, ebben sikeresnek lenni megint csak nem könnyű.

Gyakran még egy csapat sem elég, több csoport együttműködése szükséges a kutatás minden apró és szerteágazó szeletének kidolgozásához. Hogyan lehet itthonról ilyen konzorciumokba bekapcsolódni, vagy éppen összehozni ezeket? Lehet-e egy fiatal magyar kutató nyugati kollégáival egyenrangú partner? Mennyire szükséges a nemzetközi kapcsolati háló a csoport sikereihez?

Kíváncsian várom, kiderül-e az írásokból, mekkora része van a befogadó intézménynek a sikerekben. Versenyképes kutatóhelyek-e egyetemeink, kutatóintézetek, illetve mitől tudnának azzá válni? Belátják a vezetők arra vonatkozó felelősségüket, hogy az itt bemutatandó kiválóságokhoz hasonló kutatók húzóerőként hathatnak az intézmény vagy a tudományterület előmenetelében, de csak akkor, ha megkapják a megfelelő támogatást? Mi fontosabb: az így megnyert kiválóság vagy a rajta keresztül megszerzett rezsi?

Abban sajnos biztos vagyok, hogy az itthoni lehetőségek sok tekintetben elmaradnak a nyugati egyetemeken tapasztalhatóktól. De akkor mi tartja itthon a legkiválóbbakat?

Az interjúalanyok kiválasztása közben örömmel tapasztaltam, hogy a kiváló csoportvezetők között sok fiatal hölgy és családanya van. Megtudhatjuk majd az ő titkaikat is.

Rögtön egy rendhagyó írással kezdünk. No nem azért, mert Czakó Gábor kilóg a kiválóságok közül, hanem azért, mert vele 2019 márciusában készült már interjú, és az ismétléseket kerülendő, itt nem kerül szóba minden felvetett kérdés. Keressék elő ezt a korábbi cikket is!

Kiss Tamás főszerkesztő úrral együtt kíváncsian várjuk, hogy sikerül-e a titkokat az MKL hasábjaira varázsolnunk ebben a cikksorozatban. Ha igen, reméljük, lesznek olyanok, akiknek ez az információ segít a kutatócsoport építésében, és így soha nem lesz vége ennek a rovatnak! A többi olvasó pedig élvezze azt a nagyszerű tudományt, amelyet ezek a csoportok művelnek! Legyünk büszkéek, és támogassuk legkiválóbbjainkat!

Szalay Péter

az ELTE egyetemi tanára
az MKE MTB elnöke



Czakó Gábor

■ SZTE Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszék, MTA–SZTE Lendület Elméleti Reakciódinamika Kutatócsoport

Elméleti reakciódinamika-kutatások a Szegedi Tudományegyetemen



Az Elméleti Reakciódinamika Kutatócsoport 2015 őszén alakult a szerző vezetésével a Szegedi Tudományegyetem Fizikai Kémiai és Anyagtudományi Tanszékén, majd 2019-ben elnyerte a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) Lendület-programjának támogatását is. A kutatócsoportban most 20 munkatárs dolgozik, és számos együttműködésünk van hazai és külföldi partnerekkel. Csoportunk a pályázati forrásoknak és a kiváló munkatársaknak (1. ábra) köszönhetően rövid idő alatt a tudományterület nemzetközi élvonalába került, amit jól mutat, hogy eredményeinket a világ vezető tudományos folyóiratai – *Nature Chemistry*, [1–3] *Chemical Science*, [4–6] *Science Advances* [7] – közlik, és az elmúlt években három alkalommal kaptunk felkérést összefoglaló cikkek [8–10] írására, amelyeket a címlapon emeltek ki. Az pedig országos rekord, hogy három közleményünk [1–3] jelent meg a világ legrangosabb kémiai folyóiratában, a *Nature Chemistry*-ben. A következőkben bemutatjuk a csoportunkban folyó kutatómunka lényegét és röviden áttekintjük az elmúlt évek legfontosabb eredményeit.

Első olvasásra meglepő lehet a kémiai reakciók világának elméleti vizsgálata, hiszen a vegyészet hagyományosan kísérleti tudomány. A mérések persze manapság is fontos szerepet játszanak a kémiában, viszont a 21. századra eljutottunk oda, hogy kísérletek nélkül, tisztán elméleti úton ki lehet számolni egy molekula pontos szerkezetét és energiáját, sőt akár azt is, hogy hogyan játszódnak le a kémiai reakciók. Ez utóbbival foglalkozik az elméleti reakciódinamika, azaz egy kémiai folyamat során időben követjük az atomok mozgását, a kémiai kötések felhasadását és kialakulását, valamint a termékek képződését. A számolások sokszor gyorsabbak és



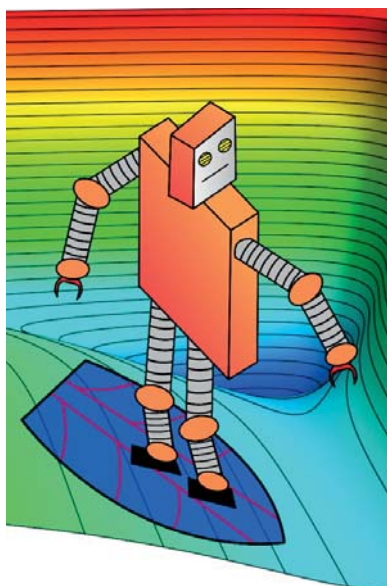
1. ábra. Tizennégyen a kutatócsoportból 2021 őszén
(bővebb információ: <https://www2.sci.u-szeged.hu/czako/csoport.html>)

pontosabbak, mint a mérések, és az elmélet általában mélyebb betekintést ad egy kémiai folyamatba, hiszen kísérletileg gyakran csak a termékeket tudják detektálni, míg az elmélet azt is megmutatja, hogyan jutunk el a reaktánsoktól a termékekig. Kutatásaink bővítik alaptudásunkat a kémiai reakciók mechanizmusairól, új reakcióutakat tárhatnak fel és lehetőséget adnak a kémiai folyamatok irányításra is. Ezen a ponton az olvasóban bizonyára felmerül a kérdés: hogyan is számíthatjuk ki az atomok mozgását egy kémiai reakció során? A következő bekezdésben ezt a kérdést válaszoljuk meg.

Egy kémiai rendszert atommagok és elektronok alkotnak. A parányi elektronokat a kvantummechanika törvényei irányítják, míg az elektronoknál több nagyságrenddel nehezebb atommagok mozgását a klasszikus Newton-féle mechanika is jó pontossággal leírja. Ezért reakciódinamikai számításainkra úgy tekinthetünk, mintha Schrödinger macskája, azaz az

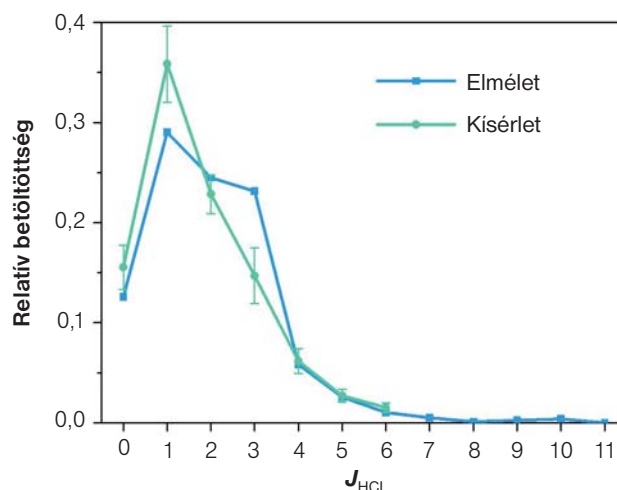
elektronfelhő játszadozna Newton almáival, azaz az atommagokkal. A kémiai rendszerek leírásához szükséges fizikai törvények már közel 100 éve ismertek, a probléma csak az, hogy ezek olyan bonyolult matematikai egyenletekre vezetnek, amelyek papíron ceruzával nem oldhatóak meg. Ezért különböző numerikus módszereket dolgoztak ki Schrödinger és Newton egyenleteinek megoldására, viszont ezek a módszerek csak akkor adnak pontos eredményeket, ha több milliárd matematikai műveletet, szorzást, osztást, összeadást és kivonást elvégeztünk. Ez a 20. század második felére, a számítógépek megjelenésével vált lehetségessé. Tehát a számítástechnika fejlődése forradalmasította a kémiát is, és a 21. századra eljutottunk oda, hogy a laptopunkon meg tudjuk nézni, hogyan játszódik le egy reakció atomi és molekuláris szinten.

A reakciódinamikai szimulációk első lépése az elektronok mozgásának leírása. Itt Schrödinger macskáját vesszük elő, aki egy



2. ábra. Robosurfer: egy automatikus potenciálisenergia-felület fejlesztő programcsomag [11]

dimbes-dombos felületet gyárt, majd ezen a felületen gurítja Newton almáit, azaz az atommagokat. A szakértő olvasók kedvéért elmondjuk, hogy ezt a felületet potenciálisenergia-felületnek hívják, amit az elektronok kvantummechanikai leírása ad, és ennek a felületnek a mereksége adja azokat az erőket, amelyek az atomokat mozgathatják egy kémiai reakció során. A csoportunkban folyó kutatás kulcsa, hogy ezt a felületet egy sokdimenziós matematikai függvénnyel reprezentáljuk, ami megteremti a lehetőséget az atomok mozgásának hatékony vizsgálatához. Ezek a függvények több ezer paramétert tartalmaznak – ezek optimális meghatározása akár többéves kemény munkát igényelhet. Csoportunknak azonban sikerült fontos áttörést elérnie, mivel Győri Tibor PhD-hallgatómmal kifejlesztettünk egy olyan számítógépes programcsomagot, amely automatikus potenciálisenergia-felület fejlesztést tesz lehetővé. Az új program a ROBOSURFER (2. ábra) nevet kapta, és komoly nemzetközi figyelmet vívott ki magának, hiszen a módszert bemutató cikkünk hetekig a folyóirat legtöbbet olvasott közleménye volt [11]. A csoportban eddig 8 reaktív rendszerre fejlesztettünk potenciálisenergia-felületet: $F^- + CH_3I$ (2017), [4] $F^- + CH_3Br$ (2020), [11] $OH^- + CH_3I$ (2020), [12] $F + C_2H_6$ (2020), [13] $Cl + C_2H_6$ (2020), [14] $F^- + NH_2Cl$ (2021), [5] $OH^- + CH_3F$ (2021) [6] és $F^- + CH_3CH_2Cl$ (2021), [3] ahol kerek zárójelben a publikálás éve látható. Az első felület még a ROBOSURFER 2020-as publikálása előtt készült, míg a többit a ROBOSURFER segítségével fejlesztettük. A fenti felsoro-



3. ábra. Az elmélet és a kísérlet egyezése a $Cl + C_2H_6$ reakcióban keletkező HCl-molekula forgási eloszlása esetén [14]

lásból jól látszik, hogy a ROBOSURFER program nagyban segítette munkánk hatékonyságát, és egyre érdekesebb és összetettebb reakciók vizsgálatát tette lehetővé. Az alábbiakban a reakciók dinamikájával és mechanizmusaival kapcsolatban legfontosabb eredményeinket részletezzük.

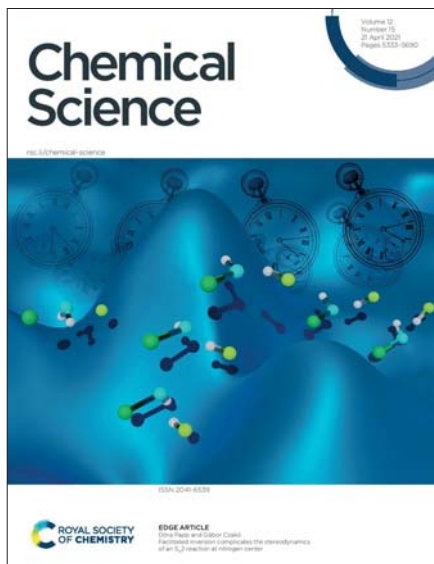
A 2016 februárjában megjelent *Nature Chemistry*-cikkünkben [1] innsbrucki kísérleti együttműködőinkkel az $F^- + CH_3Cl$ bimolekuláris nukleofil szubsztitúciós (S_N2) reakció dinamikáját vizsgáltuk, és azt találtuk, hogy a reakció sokkal direktebb, mint a látszólag hasonló $F^- + CH_3I$ rendszer esetén. Erre a nem várt eredményre 2017-ben tudtunk egyértelmű magyarázatot adni, miután az $F^- + CH_3I$ reakcióra Olasz Balázs és Szabó István PhD-hallgatóim segítségével kifejlesztettünk egy potenciálisenergia-felületet és elvégeztük a dinamikai szimulációkat [4, 15]. Elsőként mutattuk ki egy halogénkötéses $F^- \cdots ICH_3$ komplex jelentőségét a dinamikában, ami a helyettesítési reakció szempontjából nemreaktív orientáció, ezért a fenti komplex kialakulása gátolja a direkt S_N2 folyamatot az $F^- + CH_3I$ reakció esetén. Ha a távozócsoportot klórra cseréljük, halogénkötéses komplex gyakorlatilag nem képződik és így nincs, ami elterelje a nukleofilt a reaktív orientációtól, azaz a reakció direktté válik.

A ROBOSURFER-nek és elsősorban Papp Dóra posztdoktori kutatónak köszönhetően a 2020-as évben egy teljes 21 dimenziós potenciálisenergia-felületet fejlesztettünk a kilencatomos $Cl + C_2H_6$ reakcióra, [14] ami komoly előrelépést jelentett a korábbi hatatomos rendszerek – a 2017-es második *Nature Chemistry*-cikkünk [2] a $Cl + CH_4$ reakció energiagátjának alakját fejté meg – vizsgálataihoz képest. A $Cl + C_2H_6$ reakció fő reakcióútja a hidrogénabsztrakció, azaz a Cl -atom lehasít egy hidrogénatomot az etánmolekulából, és $HCl + C_2H_5$ képződik. Kísérleti vizsgálatok azt mutat-

ták, hogy a képződő HCl-molekula forgása csak csekély mértékben gerjesztett, viszont korábbi számítások ezt nem tudták alátámasztani. A mi szimulációink elsőként érték el jó egyezést a kísérleti adatokkal (3. ábra), amivel egy közel 25 éves ellentmondást oldottunk fel, ahogy nemrégiben Rakitzis is kiemelte a *Science* magazinban [16]. Ez az eredmény nem csak nemzetközi figyelmet kapott, hiszen cikkünket az MTA Kémiai Osztálya a hónap publikációjának választotta.

Visszatérve az S_N2 reakciókhoz: 2021-ben három jelentős eredményt is sikerült elérnünk [5, 3, 6]. Időrendi sorrendben haladva először egy nitrogéncentrumú rendszer, az $F^- + NH_2Cl$ reakció dinamikáját tanulmányoztuk; ez a $Cl + C_2H_6$ reakció vizsgálatához hasonlóan szintén Papp Dóra munkája [5]. Az NH_2Cl az ammóniához hasonló piramis alakú molekula, amely a nitrogéncentrum körül esernyőszerűen ki tud fordulni (invertálódik), ahogy a nagy szélben az ernyő is kifordul. Szimulációink megmutatták, hogy egy hidrogénkötéses komplex képződése elősegíti a rendszer inverzióját, sőt ez akár többször is végbe mehet egy reakció során, ezért ezt a reakcióutat multiinverziós mechanizmusnak neveztük. Feltételezésünk szerint a multiinverzió általános mechanizmus a nitrogéncentrumon lejátszódó S_N2 reakciók esetén, ami aláássa a széncentrumon megszokott sztereospecifitást. Az új reakcióutat a *Chemical Science* a címlapján is kiemelte (4. ábra).

A 2021-es évben megjelent csoportunk harmadik *Nature Chemistry*-cikke [3] is Tajti Viktor és Győri Tibor PhD-hallgatóim és a Roland Wester professzor vezetésével működő innsbrucki kísérleti csoport közreműködésével, amit az MTA Kémiai Osztálya szintén a hónap publikációjának választott. Ebben a munkában a fluoridion (F^-) és az etil-klorid (CH_3CH_2Cl) reakcióját

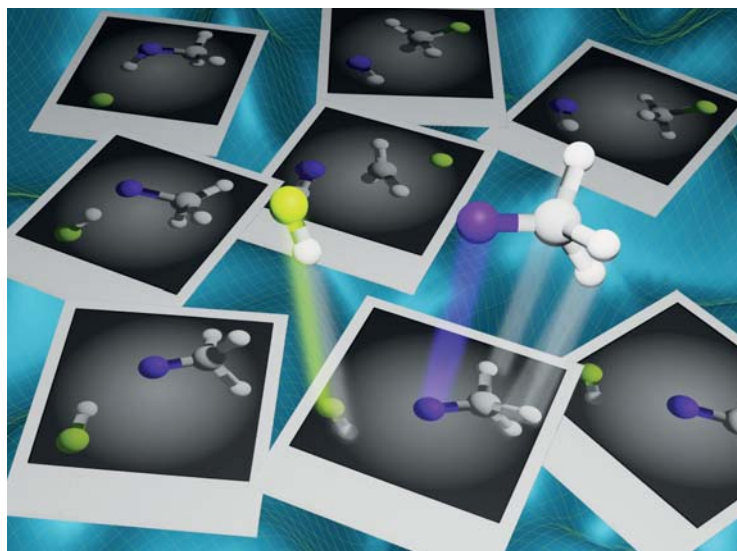
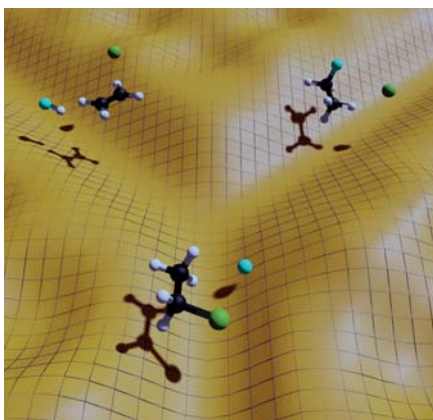


4. ábra. A multiinverziós reakciót a Chemical Science címlapján [5]

vizsgáltuk reakciódinamikai szimulációkkal és keresztezett ion–molekulasugár mérésekkel. A reakció különlegessége, hogy a $\text{Cl}^- + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{F}$ termékeket eredményező $\text{S}_\text{N}2$ reakciót mellett egy eliminációs (E2) mechanizmus is lehetséges, ami a $\text{Cl}^- + \text{HF} + \text{C}_2\text{H}_4$ termékekhez vezet (5. ábra). A mérések során csak az iont (Cl^-) tudták detektálni, így a két reakciót kísérleti megkülönböztetésére nem volt lehetőség. A szimulációink viszont azonosítani tudták a különböző termékeket, és megmutatták, hogy a termodinamikailag kedvezőbb $\text{S}_\text{N}2$ csatorna kisebb reaktivitású, mint az E2. Sőt, arra is rávilágítottunk, hogy ennek nem a szokásos, a gátmagasságokkal összefüggő kinetikai oka van, hanem dinamikai, mégpedig az, hogy az E2 reakciónak sokkal szélesebb támadásizsög-tartomány kedvez, mint az $\text{S}_\text{N}2$ mechanizmusnak.

A harmadik jelentős eredményünk Tasi Domonkos PhD-hallgatóm felfedezése az

5. ábra. Az $\text{F}^- + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ reakció két termékcsatornája [3] (lásd még a címlapot)



6. ábra. Az új oxidion-szubsztitúciós reakciót (Chemical Science-borító) [6]

$\text{OH}^- + \text{CH}_3\text{F}$ reakcióval kapcsolatban [6]. Reakciódinamikai szimulációink az $\text{F}^- + \text{CH}_3\text{OH}$ termékek mellett $\text{HF} + \text{CH}_3\text{O}^-$ képződését is kimutatták. A számítások azt is feltárták, hogy a $\text{HF} + \text{CH}_3\text{O}^-$ termékekhez egy hidrogénkötéses $\text{CH}_3\text{OH} \cdots \text{F}^-$ komplex képződését követő protonabsztrakción keresztül vezet az út. Az új reakcióutat (6. ábra), amely az oxidion-szubsztitúció nevet kapta, az Egyesült Királyság Kémiai Társaságának első számú folyóirata, a Chemical Science közölte, és a borítóján is kiemelte [6].

A fenti eredmények alapján talán sikerült meggyőzni az olvasót, hogy a 21. században az elméleti módszerek fontos szerepet játszanak a kémiában, és számos új és érdekes eredményt tárhatnak fel. Ezek közül csak a legfontosabbak emeltem ki ebben a cikkben, viszont érdemes megjegyezni, hogy számos további projektet fejlesztünk be az elmúlt években, illetve sok ígéretes kutatás van jelenleg is folyamatban a csoportban. Vizsgáljuk még aminosavak konformereit és protonaffinitását, $\text{S}_\text{N}2$ reakciókat különböző összetett nukleofilekkel, valamint szilícium- és foszforcentrumon, illetve atomok és gyökök reakcióit metán, etán, metilamin, acetonitril stb. molekulákkal. Végül hangsúlyoznám, hogy eredményeink egyértelműen bizonyítják, hogy egy hazai tudományos műhely is felveheti a versenyt a világ vezető egyetemein működő kutatócsoportokkal, így a mi fiatal munkatársaink itthon is nemzetközi színvonalon dolgozhatnak. ●●●

IRODALOM

- [1] M. Stei, E. Carrascosa, M. A. Kainz, A. H. Kelkar, J. Meyer, I. Szabó, G. Czako, R. Wester, Influence of the leaving group on the dynamics of a gas-phase $\text{S}_\text{N}2$ reaction. Nat. Chem. (2016) 8, 151–156.

- [2] H. Pan, F. Wang, G. Czako, K. Liu, Direct mapping of the angle-dependent barrier to reaction for $\text{Cl} + \text{CHD}_3$ using polarized scattering data. Nat. Chem. (2017) 9, 1175–1180.
- [3] J. Meyer, V. Tajti, E. Carrascosa, T. Györi, M. Stei, T. Michaelson, B. Bastian, G. Czako, R. Wester, Atomistic dynamics of elimination and nucleophilic substitution disentangled for the $\text{F}^- + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{Cl}$ reaction. Nat. Chem. (2021) 13, 977–981.
- [4] B. Olasz, I. Szabó, G. Czako, High-level ab initio potential energy surface and dynamics of the $\text{F}^- + \text{CH}_3\text{I}$ $\text{S}_\text{N}2$ and proton-transfer reactions. Chem. Sci. (2017) 8, 3164–3170.
- [5] D. Papp, G. Czako, Facilitated inversion complicates the stereodynamics of an $\text{S}_\text{N}2$ reaction at nitrogen center. Chem. Sci. (2021) 12, 5410–5418.
- [6] D. A. Tasi, G. Czako, Uncovering an oxide ion substitution for the $\text{OH}^- + \text{CH}_3\text{F}$ reaction. Chem. Sci. (2021) 12, 14369–14375.
- [7] M. Stei, E. Carrascosa, A. Dörfler, J. Meyer, B. Olasz, G. Czako, A. Li, H. Guo, R. Wester, Stretching vibration is spectator in nucleophilic substitution. Sci. Adv. (2018) 4, eaas9544.
- [8] I. Szabó, G. Czako, Dynamics and novel mechanisms of $\text{S}_\text{N}2$ reactions on ab initio analytical potential energy surfaces. J. Phys. Chem. A (2017) 121, 9005–9019.
- [9] G. Czako, T. Györi, B. Olasz, D. Papp, I. Szabó, V. Tajti, D. A. Tasi, Benchmark ab initio and dynamical characterization of the stationary points of reactive atom + alkane and $\text{S}_\text{N}2$ potential energy surfaces. Phys. Chem. Chem. Phys. (2020) 22, 4298–4312.
- [10] G. Czako, T. Györi, D. Papp, V. Tajti, D. A. Tasi, First-principles reaction dynamics beyond six-atom systems. J. Phys. Chem. A (2021) 125, 2385–2393.
- [11] T. Györi, G. Czako, Automating the development of high-dimensional reactive potential energy surfaces with the robosurf program system. J. Chem. Theory Comput. (2020) 16, 51–66.
- [12] D. A. Tasi, T. Györi, G. Czako, On the development of a gold-standard potential energy surface for the $\text{OH}^- + \text{CH}_3\text{I}$ reaction. Phys. Chem. Chem. Phys. (2020) 22, 3775–3778.
- [13] D. Papp, G. Czako, Full-dimensional MRCI-F12 potential energy surface and dynamics of the $\text{F}(\text{P}_{3/2}) + \text{C}_2\text{H}_6 \rightarrow \text{HF} + \text{C}_2\text{H}_5$ reaction. J. Chem. Phys. (2020) 153, 064305.
- [14] D. Papp, V. Tajti, T. Györi, G. Czako, Theory finally agrees with experiment for the dynamics of the $\text{Cl} + \text{C}_2\text{H}_6$ reaction. J. Phys. Chem. Lett. (2020) 11, 4762–4767.
- [15] I. Szabó, B. Olasz, G. Czako, Deciphering front-side complex formation in $\text{S}_\text{N}2$ reactions via dynamics mapping. J. Phys. Chem. Lett. (2017) 8, 2917–2923.
- [16] T. P. Rakitzis, Transition states and spin-orbit structure. Science (2021) 371, 886–887.



Az európai s benne a magyar vegyipar élenjáró az innovatív termékek bevezetésében és gyártásában



Beszélgetés Szabó Csabával, a MAVESZ igazgatójával

A Magyar Vegyipari Szövetség 2021. április 29-i közgyűlésén Szabó Csabát egyhangúan megválasztották a Szövetség igazgatójának a következő négy évre. Az új igazgatóval beszélgettünk a Szövetség előtt álló legfontosabb feladatokról, terveikről, munkájuk láthatóbbá tételének igényéről és lehetőségeiről, az új vezetés fejében felmerülő gondolatokról.

A MAVESZ alapszabálya részletesen és közérthetően, több pontban felsorolja a szervezet célkitűzéseit és feladatait. Igazgató úr ki tudna emelni ezek közül három olyat, amit ma a legfontosabbnak ítél?

A Szövetség elsődleges célja a tagvállalatok szakmai érdekeinek képviselete mind a hazai, mind a nemzetközi szinten. Napjaink gyorsan változó világában különösen fontos, hogy az átalakuló hazai és nemzetközi (EU) jogszabályi környezetben segítsük tagvállalataink eligazodását. Ha szakmai álláspontjainkat világosan, megalapozottan kifejtjük a jogalkotóknak, befolyásolni tudjuk ezeknek a jogszabályoknak a végleges szövegét. Szorosan együttműködve tagvállalatainkkal, nemzetközi szervezeteinkkel és a jogalkotókkal minden erőnket a hazai vegyipar versenyképességének megtartására, a fenntartható fejlődés támogatására összpontosítjuk.

Az EU fejlesztési irányainak, klímapolitikai célkitűzéseinek ismeretében a kormányzat kijelölte azt a 17 ágazatot, melyet az elkövetkező évtizedben stratégiai iparágként kíván kezelni. Ennek a 17 ágazatnak egyike a vegyipar, néhány szakmailag vegyiparinak tekinthető, kapcsolódó ágazattal együtt, mint amilyen a gyógyszer- és a műanyagipar. A döntés eredményeként részt veszünk a kormányzat munkájában, és kidolgoztuk a vegyipar stratégiáját 2030-ig. Nagy örömről szolgál, hogy tagvállalataink maximálisan támogatták a munkánkat, és saját elképzeléseik megosztásával magas színvonalú tanulmányt tudtunk letenni a kormányzat asztalára.

Remélhetőleg ennek a közérdeklődésre számot tartó részleteivel olvasóink is megismerkedhetnek.

A vegyipar és általában az ipar számára komoly kihívást jelent a szakmai utánpótlás biztosítása, a megfelelő számú és képzettségű szakember. A MAVESZ-ben évről évre nagyobb hangsúlyt fektetünk erre a területre. Tagvállalatainkkal, az oktatás különböző



szintjeivel (egyetemek, középiskolák) és a társszervezetekkel együttműködve próbáljuk segíteni a vegyipar népszerűsítését, megismertetését és vonzóbbá tételét a fiatalabb korosztályok számára. A vegyipar jövőjének a kulcsa a ma és a holnap oktatásában van, ha ezt most nem jól szervezzük, azzal az egész ipar és az ország versenyképességét kockáztatjuk.

Mint újonnan megválasztott igazgató, kérjük, mutakozzon be röviden olvasóinknak. Honnan jött, mi a „polgári” foglalkozása, mivel töltötte idejét, mielőtt a Szövetség ügyeit igazgatta?

Vegyésszmérnök és közgazdász diplomákkal rendelkezem, melyeket a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyész-mérnöki Karán és a Budapesti Corvinus Egyetemen szereztem. 1988-ban kezdődött szakmai pályafutásom során mindig kapcsolódtak a feladataim a műszaki, termelési, technológiai területhez.

Pályám kezdetén 9 évig a cukoriparban dolgoztam. Később több mint 16 évet töltöttem az EVM Zrt. (Egyesült Vegyiművek) kötelékében, ahol a termékfejlesztés, majd a termelés vezetése után cégvezetőként is tevékenykedtem. Néhány rövidebb, kozmetikai és háztartás-vegyipari cégeknél eltöltött időszak után, a MAVESZ-hez való csatlakozásomat megelőző közel 4 évben egy zöldmezős beruházást vezettem, ahol egy vegyialapanyag-gyár építésének levezénylését bízta rám a tulajdonos az első kapavágástól a termelés beindításáig.

A MAVESZ-szel való szakmai kapcsolatom több mint 20 évre, még az EVM-nél töltött időszakra nyúlik vissza. Nem volt ismeretlen számomra a szakmai érdekképviseleti munka sem, mivel



az EVM-et képviselve 10 éven keresztül voltam tagja (egy ideig elnöke és alelnöke) a Kozmetikai és Háztartás-vegyipari Szövetség (KOZMOS) elnökségének.

A MAVESZ igazgatói pozícióját elődöm, Budai Iván igazgató úr nyugdíjba vonulása után, pályázat útján nyertem el 2021 tavaszán.

Korunkban a vegyipar (mint az ipar többi ágazata is) jelentős átalakulás, szerkezetváltás előtt/alatt áll. Vannak ágazatok, régi, hagyományos, klasszikus ágazatok, amelyek kihalóban vannak, újak, interdiszciplináris kutatási területek iparosodnak. Mennyire tud a magyar vegyipar lépést tartani ezekkel a világban lejátszódó változásokkal?

Túlzás nélkül állíthatjuk, hogy a vegyipar (de az ipar általában is) története egyik legnagyobb kihívása előtt áll. Az emberi társadalom mára olyan szintre jutott és olyan fejlődési pályán van, ami jól láthatóan nem fenntartható többé. Korunk legnagyobb feladata, hogy olyan pályára állítsuk a társadalmat, az ipart, a szolgáltatásokat, ami hosszú távon is biztosítja a fennmaradásunkat, a fejlődésünket. Ellenkező esetben súlyos környezeti, társadalmi és gazdasági következményekkel kell számolnunk. Nem vághatjuk magunk alatt a fát tovább, sem a szó képletes, sem a valódi értelmében.

Ezeknek a változásoknak talán legfontosabb szereplője a vegyipar. Ha belegondolunk, hogy életünk mely területein van jelen a kémia és a vegyipar, akkor a válasz egyszerű: mindenhol. A vegyipar ott van napi használati cikkeinkben, informatikai eszközeinkben, ruháinkban, járművekben, tisztítószereinkben, szépségápolási termékeinkben, élelmiszereinkben. Nincs olyan termék, amelyben vagy amelynek előállítása során ne használnánk a vegyipar által előállított anyagokat.

Ahhoz, hogy a vegyipar megfeleljen korunk kihívásainak, folyamatosan fejlődnie kell, mint ahogy tette azt az elmúlt egy-két évszázadban. Meg kell felelnie a fogyasztók és a fenntarthatósági célkitűzések által támasztott követelményeknek egyaránt. Úgy látom, hogy erre mind a vegyipar általában, mind a magyar vegyipar képes. A magyar vegyipar cégei mélyen beágyazottak az európai szállítási láncokba, rugalmasak, fejlődőképesek. Természetesen vannak olyan területek, ahol szükség van külső támogatásra – gondoljunk csak a jellemzően drágább „zöld” termékek piacára –, de a vegyipar készen áll a változásra.

A változás eredményességét, hatékonyságát a stabil, szakmailag megalapozott szabályozási környezet és a magas szakmai színvonalat képviselő szakembergárda garantálhatja. Ebben még van bőven tennivalónk, nem véletlen, hogy a MAVESZ erre a két területre helyezte tevékenységének a súlypontját az elmúlt években és ezekre a területekre fog koncentrálni a jövőben is.

Milyen szerepet játszik a hazai vegyipar a nemzeti össztermék (GDP) alakításában? Melyek a prioritások akár a vegyipar egyes ágazataiban?

A vegyipar a feldolgozóipar és egyben a magyar ipari termelés jelentős szereplője, húzóágazata. A teljes vegyipari forgalom 5 Mrd euró felett van és a hazai feldolgozóipar mintegy 6%-át adja. Ezzel az EU-tagállamok rangsorában a 13. helyet foglaljuk el a vegyipar tekintetében. A magyar vegyipar kibocsátásának mintegy 2/3-a exportra kerül, jellemzően a közép-európai régió piacaira.

A vegyipar kibocsátása az elmúlt évtizedekben töretlenül növekedett, az utolsó 10 évben mintegy 40%-kal nőtt a vegyipar termelési értéke. Ez a lendület kissé megtört ugyan a Covid-jár-

ványhelyzet miatt, de a növekedés, ha lassabb ütemben is, megmaradt.

A vegyipar több mint 16 000 főt foglalkoztat, amivel fontos szereplőnek számít a munkaerőpiacon. A vegyiparra jellemző, hogy mind a kibocsátása, mind a foglalkoztatottak száma folyamatosan növekszik. A vegyiparban elérhető jövedelmek magasabbak a nemzetgazdasági átlagnál, de a feldolgozóiparon belül is a magasabb kategóriába esnek. Összességében kijelenthetjük, hogy Magyarországon a vegyipar stabil, hosszú távú, jó színvonalú megélhetést biztosító iparág mind a tulajdonosoknak, mind a munkavállalóknak.

Jelenleg a Covid-járvány utáni regeneráció mellett az EU Green Deal klímapolitikai javaslatcsomaghoz és az ezzel szorosan összefüggő Fit for 55 csomaghoz való alkalmazkodás és a megfeleléshez szükséges innovációs tevékenység van az ipar fókuszában. Az elkövetkező éveket, évtizedeket a fenntartható fejlődési stratégiák és az ezekkel kapcsolatos átalakulások fogják meghatározni.

Hogyan érinti a hazai vegyipart a globalizáció? Hol a helyünk az európai vegyiparban? Hol tart most az európai vegyipar a világ vegyiparában?

Amint korábban említettem, a magyar vegyipar mélyen beágyazott elsősorban az EU vegyiparába és piacába, de tágabb földrajzi értelemben is fontos szerepet játszik. Több világ cég létesített vagy fog létesíteni regionális (gyakran európai szintű) gyártókapacitást Magyarországon, melyek kulcsszerepet töltenek be a vegyipar technológiai fejlődésében. Ezekből a cégektől sokat tanulhatnak a magyar kkv-k, főként ha beszállítóikká válnak. A jó gyakorlatok megfigyelése és megtanulása azonban üzleti kapcsolat nélkül is hasznos a magyar vegyipari vállalkozásoknak.

Az európai vegyipar hasonlóan növekedő pályán van, mint a magyar vegyipar, az elmúlt tíz évben közel 60%-kal növekedett. Ez a növekedési ütem azonban elmaradt a vegyipar világpiaci bővülésétől, melynek egyértelmű nyertese Kína volt. Kína ma a vegyipar összes kibocsátásának mintegy 40%-át adja. A Covid-járvány azonban rámutatott a hosszú beszállítói láncok gyenge pontjaira, a távol-keleti (elsősorban kínai) importtól való függés kockázataira. Az európai vállalatok ezért dolgoznak azon, hogy alapanyag-ellátásukat rugalmasabbá, kevésbé sérülékennyé tegyék.

Elmondható az is, hogy az európai vegyipar élenjáró az innovatív termékek bevezetésében és gyártásában. Ezért az európai gyártók továbbra is megkerülhetetlen résztvevői a világ vegyiparának. Sok múlik majd azon, hogy a klímapolitikai célok teljesítése felé vezető úton hogyan lehet megtartani együttesen ezt az innovatív gondolkodásmódot, a fenntartható üzleti modellt és a versenyképességet.

A vegyipart a közgondolkodás a környezetszennyezés egyik fő forrásaként azonosítja, ezért nem túl jó a társadalmi megítélése. Sok esetben a közvélemény nem is ismeri a vegyipar megelőző, környezetkímélő vagy a hulladékfeldolgozásra, hasznosításra vonatkozó erőfeszítéseit. Milyen lehetőségeink vannak arra, hogy megváltoztassuk ezt az állapotot, megismertessük a társadalmat a realis helyzettel és mozgósítsunk a közös cselekvésre?

Egyet kell értenem ezzel a megállapítással, bár a sajtó által befolyásolt közgondolkodás nem mindig – a vegyipar esetében sem – áll az objektív megítélés alapján. Sajnos a múltban történtek (és elvértve még napjainkban is történnek) olyan balesetek, melyek ára emberéletekben, súlyos környezeti károkból mérhető.

Azonban a vegyipar rendkívül felelősen gondolkodik és cselek-



szik ezen a téren. Hatalmas erőfeszítéseket teszünk a biztonságos munkakörnyezet, az egészségre a lehető legkevésbé ártalmas vagy ártalmatlan termékek, anyagok biztosításáért világszerte. Számos önkéntes vállalás és program is működik a vegyipar kezdeményezésére (pl. a Responsible Care™ program), amelyek alkalmazásával látványos eredményeket ért el az ipar a környezetvédelem, a munka-, a tűz- és az egészségvédelem területén.

De hogy számokkal is alátámasszam ezt az állítást: miközben az EU–27-ek vegyiparának termelése az 1990 és 2020 közötti időszakban közel megduplázódott, az üvegházhatású gázok kibocsátása 270 millió t/év CO₂-egyenértékről 128 millió t/évre, vagyis 52,5%-kal csökkent. Nem sokkal maradt el a magyar vegyipar teljesítménye sem ettől, az 1996-os 4,1 millió t/év CO₂-egyenértékről 2,9 millió t/évre csökkent a kibocsátás, miközben ugyanebben az időszakban az iparág termelése több mint 40%-kal nőtt.

A munkabalesetek (főleg a súlyos esetek) száma is drasztikusan csökkent ebben az időszakban mind Európában, mind Magyarországon. Jellemző Magyarországra, hogy a vegyiparban elvétve vannak súlyos balesetek, azok is inkább beruházásokban közreműködő (építőipari) alvállalkozóknál fordulnak elő. Köszönhető ez a vállalatok felelős gondolkodásának és a folyamatos fejlődést célzó tevékenységüknek.

A MAVESZ feladata, hogy bemutassa ezeket az eredményeket, segítsen eloszlatni a múltból fakadó rossz megítélést. Különösen fontos annak a korábban említett üzenetnek a továbbítása, hogy mai világunk, életünk nem létezik kémia nélkül. Természetesen minden erőnkel törekednünk kell – és az ipar törekszik is – a lehető legkisebb környezeti lábnyom elérésére. Fontos, hogy ezeket a sikeres lépéseket, programokat minél szélesebb közönséggel megismertessük és nyitott kommunikációt folytassunk az érdekelt felekkel.

Mindennek azonban egyensúlyban kell maradnia a fogyasztói, társadalmi elvárásokkal. Gondoljunk csak bele, mi történne akkor, ha egyik napról a másikra megtiltanák a hatóságok egy olyan vegyi anyag gyártását, ami nélkül nem lehetne, mondjuk, mobiltelefont gyártani.

A mi feladatunk, hogy részt vegyünk azokban az egyeztetésekben, ahol a jövőt megalapozó döntések, jogszabályok születnek. Ezzel tudjuk a legtöbbet tenni a természeti, társadalmi környezetünk megóvásáért, az iparág sikeres átalakításáért és a munkahelyek megőrzéséért.

Az oktatás, minden generációé, de különösen a még „ártatlan” fiataloké meghatározó jelentőségű lehet ebben a cselekvési sorban. Lát szerepet a Szövetség számára ezen a területen?

Ez a pont egyrészt a legérzékenyebb és meggyőződésem szerint az egyik legfontosabb pontja a tevékenységünknek. Úgy gondolom, hogy minden az oktatásban, az új generáció szemléletének kialakításában kezdődik és ott gyökerezik. A fenntartható fejlődés, a környezeti lábnyom csökkentésének az első lépése az, amikor a néhány éves kisgyerek rosszallóan rászól a szülőre, hogy ne dobja el, hanem használja újra a csomagolóanyagot, szelektíven gyűjtse a hulladékot. Teszi ezt azért, mert az óvó néni elmagyarázta neki, hogy mi történik a környezetünkkel, ha nem így cselekszünk. Ez csak egy kiragadott példa, de jól mutatja, hogy az oktatásban a szemléletformálást nem lehet elég korán kezdeni, és a siker érdekében ennek a gondolkodásmódnak az oktatás és életünk minden szintjét át kell hatnia.

A MAVESZ ezért évek óta egyre bővülő programot működtet annak érdekében, hogy ezek a célok megvalósuljanak:

- díjazzuk egyetemeink legkiválóbb végzős vegyészmérnök-hallgatóit,
- konferenciákat szervezünk a vegyipar eredményeinek megismertetésére,
- kapcsolatokat építünk ki az oktatás szereplőivel annak minden szintjén,
- megjelenést biztosítunk tagvállalatainknak a saját jó gyakorlatuk bemutatására,
- élő kapcsolatot igyekszünk kialakítani minden olyan szervezettel, amely a kémia (tágabb értelemben a természettudományos) oktatás fejlesztésében tevékenykedik.

Tevékenységünk egyre bővül ezen a területen, és örömmel működünk együtt mindenkivel, aki tenni akar a jövő nemzedékének oktatása, szemléletformálása terén.

Jó példa erre a március 3-ra meghirdetett Vegyipari Szakmai Utánpótlás Konferencia, melyre az oktatásban érintettek teljes vertikumát várják. Együttgondolkodásra hívják az oktatás minden szintjének résztvevőit mellett az alapítványok, egyesületek, társszövetségek, iparkamarák képviselőit, mindenkit, aki érdekelt a jövő kémikus generáció tudásának a kornak megfelelő folyamatos fejlesztésében.

Befejezésül érintsünk könnyebb területet. A mindennapi munka mellett/után mi jelent kikapcsolódást Igazgató úr számára? Érdeklődhetünk a magánélet, a család felől?

Nős vagyok, két felnőtt gyermekem már önállóan éli életét. A család nagyon fontos szerepet tölt be az életemben, biztos hátteret adott mindig is a karrierem során. Ezért aztán a mindnapokban igyekszünk a lehető legtöbb időt tartalmasan eltölteni együtt.

Sportolói múltam miatt továbbra is figyelemmel kísérem a sportvilág eseményeit, bár őszintén szólva aktívabbnak kellene lennem a mindennapi mozgás terén. Kirándulások, városlátogatások, egy jó könyv, koncert, színházi előadás, zenehallgatás és egy kis kertészkedés teszi kellemesebbé a szabadidőmet.

Köszönjük ezt a bemutatkozó beszélgetést, és reméljük, hogy a jövőben a Magyar Vegyipari Szövetség és Egyesületünk kapcsolatának szorosabbá válásáról szóló, valamint az ipar életébe mélyebb betekintést nyújtó cikkekkkel is találkozhatnak lapunk hasábjain. Mindezt azért szorgalmazzuk, hogy a vegyész társadalom, a természettudománnyal foglalkozó egyetemi hallgatók, kémiatanárok mélyebben meg tudjanak ismerkedni a vegyipar aktuális eredményeivel, ami – úgy gondoljuk – közös érdekünk.

Kiss Tamás és Banai Endre



Filmbepárló készülék csőköteges fűtőtesttel

A vegyipar és az élelmiszeripar sok ágazatában vizes oldatok besűrítése szükséges. A jó hőkihasználás érdekében többfokozatú bepárlóberendezést alkalmaznak. Csak az első bepárlófokozatot fűtik, az erőműből érkező, viszonylag kisnyomású gőzzel. A többi bepárlófokozatot, az azt megelőző bepárlófokozatban, az oldalból fejlesztett gőz fűti.

Egy hagyományos bepárlófokozat működéséhez szükséges hőmérsékletesítés a hőnek a fűtőfelület falán való átvezetését lehetővé tevő, hasznos hőmérsékletesítésnek, a hidrosztatikus forráspont-emelkedésnek és az oldat forráspont-emelkedésének az összege.

A hagyományos bepárlókészülék fűtőtestére kifejtett többletnyomás a folyadékoszlop nyomásából, továbbá az oldat áramlási ellenállásának fedezésére szolgáló nyomásból tevődik össze. A nyomás növekedése miatt növekszik az oldat forrási hőmérséklete a fűtőtestnél. A forrási hőmérsékletnek ez a növekedése a hidrosztatikus forráspont-emelkedés.

A hidrosztatikus forráspont-emelkedéshez hasonló hatása van az oldat forráspont emelkedésének. Az oldat forráspont emelkedése az oldat vegyi összetételétől és töménységétől függ. Az oldat forráspont-emelkedésén változtatni nem lehet. Hidrosztatikus forráspont-emelkedés azonban filmbepárló alkalmazása esetén nem keletkezik.

A többfokozatú bepárlóberendezésnek lehet egyirányú áramlása vagy működhet az ellenáram elve alapján. Az egyenirányú áramlású bepárlóberendezésben mind a fűtőgőzt, mind a bepárlásra kerülő oldatot az első bepárlófokozatba vezetik. Az oldat, egyre kisebb nyomású és hőmérsékletű bepárlófokozatba jut. Két bepárlófokozat között az oldat egy szeleppel ellátott csővezetéken áramlik át. A besűrített oldat a bepárlóberendezés utolsó, legkisebb hőmérsékletű fokozatából távozik.

Az ellenáram elve alapján működő bepárlóberendezés az oldatot nemcsak besűríti, hanem fel is melegíti. Az első fokozatba vezetik a fűtőgőzt és az utolsó fokozatba a bepárlásra kerülő oldatot. Az oldat egyre nagyobb nyomáson és hőmérsékleten működő bepárlófokozatba kerül, ezért szivattyút működtetése szükséges. A besűrített oldat az első bepárlófokozatból távozik.

Az **1. ábrán** ellenáramú bepárlóberendezéshez tartozó filmbepárló készülék látható. A filmbepárló készülék csőköteges fűtőtestének (1) fűtőcsöveibe egy esőztetőkészülekből (2) áramlik az oldat. A fűtőcsövekben a forrásban lévő oldat szabadeséssel jut az elválasztótérbe (3). Az oldatból fejlődő gőz is lefelé áramlik a fűtőcsövekben. Az oldat nem fejt ki a

fűtőcsövekre többletnyomást, ezért nem keletkezik hidrosztatikus forráspont-emelkedés.

A nagy teljesítményű filmbepárló készülékhez csőköteges fűtőtestet alkalmaznak, mert ezzel nagy fűtőfelület alakítható ki. A filmbepárló készülékek esetében a 1000 m² fűtőfelületű fűtőtest átlagosnak mondható.

Az elválasztótérből az oldatot egy szivattyú (4) csővezetéken (5) át az esőztetőkészülekhöz szállítja. Szintén az elválasztótérből egy szivattyú (6) egy kisebb sorszámú, nagyobb hőmérsékleten működő, bepárlókészülék elválasztótérébe továbbítja az oldatot. Szintszabályozó (7) teszi lehetővé, hogy kellő mennyiségű oldat legyen az elválasztótérben. A nagyobb sorszámú, kisebb nyomáson működő bepárlókészülék elválasztótéréből egy szivattyú szállítja az oldatot a bepárlókészülék elválasztótérébe, egy csőcsompon (8) át.

A kisebb sorszámú, nagyobb hőmérsékleten működő bepárlókészülék elválasztótéréből egy csőcsompon (9) áramlik a gőz a csőköteges fűtőtestbe. A bepárlókészülék elválasztótérének csőcsomóján (10) át távozik a gőz a nagyobb sorszámú, kisebb hőmérsékleten működő bepárlókészülék csőköteges fűtőtestébe.

A nem kondenzálódó gázoknak a bepárlókészülék fűtőtestében való feldúsulásának elkerülése céljából a fűtőtestből kis mennyiségű gőzt kell elvezetni egy kisebb gőznyomáson működő térbe. A gőz elvezetése egy szeleppel ellátott csővezetéken (11) át történik.

A többfokozatú bepárlóberendezés a kondenzvíz hőjének egy részét a bepárlóberendezésben hasznosítja. A többfokozatú bepárlóberendezés valamennyi fokozata alatt egy nyomástartó kondenzvíztartály van. Ebbe a tartályba folyik a bepárlókészülékben keletkezett kondenzvíz egy csővezetéken (12) át. Ennek a csővezetéknek a vége a tartály vízszintje alatt végződik, folyadékzárát képezve.

A kondenzvíztartályok sorba vannak kapcsolva. Szintszabályozó engedi a kondenzvizet a következő, kisebb nyomáson működő kondenzvíztartályba, ahol önpárolgás által lehűl az ott lévő hőmérsékletre. Az önpárolgás által fejlődő gőz, egy csővezetéken (13), a kondenzvíztartályhoz tartozó bepárlókészülék fűtőtestébe jut. Valamennyi bepárlókészülék kondenzvizének az önpárolgás miatt csökkent mennyisége átáramlik az összes, kisebb hőmérsékleten működő kondenzvíztartályon. A legkisebb hőmérsékletű kondenzvíztartályból távozik a kondenzvíz a bepárlóberendezésből.

Az **ábrán** a kondenzvízrendszernek csak egy bepárlókészülékhez csatlakozó csővezetékai vannak feltüntetve.

A csőköteges fűtőtesttel működő filmbepárló készülék fűtőcsövein – úgy, mint a többi bepárló fűtőcsövein – vízkőhöz hasonló lerakódás képződik, melyet vegyszeres kifőzéssel távolítanak el. Valamennyi bepárlókészülék megkerülő vezetékkel van ellátva, melyek lehetővé teszik a bepárlókészülék kiiktatását a működésben lévő bepárló berendezésből.

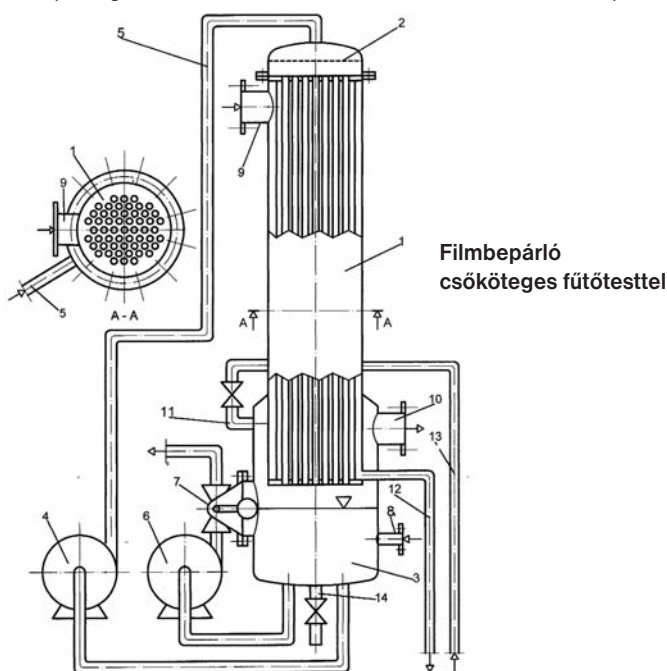
A kikapcsolt bepárlókészülekből az oldatot egy szelepen (14) át leengedik a bepárlóberendezés oldattartályába, majd szükséges mennyiségű vegyszeres oldatot szivattyúznak a bepárlókészülékbe.

A vegyszeres tisztításra kerülő bepárlókészülék gőzbevezető csőcsomójának (9) szelepét és a gőzt elvezető csőcsom (10) szelepét megnyitva, a keringetőszivattyút (4) működtetve, a vegyszeres oldat forrni kezd. Az elpárolgó víz mennyiségét víz bevezetésével folyamatosan pótolni kell.

A vegyszeres kifőzést követően az elhasznált vegyszeres oldatot csatornába engedik. A bepárlókészülék, kiöblítése után, a rendszerbe visszakapcsolható.

A filmbepárló készülékben nem keletkezik hidrosztatikus forráspont-emelkedés, ezért kisebb hőmérsékletesítéssel üzemel, mint a hagyományos bepárlókészülék. Ez az előny több filmbepárló készülékből összeállított bepárlóberendezésben összegeződik, lehetővé téve a rendelkezésre álló hőmérséklet-tartományon belül a bepárló fokozatok számának eggyel való növelését. Több bepárlófokozattal fűtőgőz-megtakarítás érhető el.

Zádori Antal





Dobóné Tarai Éva

■ Berzsényi Dániel Gimnázium | dobeva@berzsényi.hu

Egy hétköznapi jelenség esete a kémiaoktatással – a rozsdásodás

Bevezetés

Több évtizedre visszatekintő didaktikai kutatások bizonyítják, hogy egy-egy tantárgy tanulási nehézségei gyakran a diákok által hordozott sajátos tanulói elméletekben, úgynevezett tévképzetekben gyökereznek. Ezeknek a naív elképzeléseknek sok esetben megfelelő magyarázó erejük van a hétköznapi jelenségek értelmezésénél, ugyanakkor nem feltétlenül egyeznek a tudományos állásponttal és ezért az értelmes tanulás gátjai lehetnek. Jelen tanulmányban a rozsdásodás jelenségének megértéséről gyűjtött tapasztalatokról számolok be.

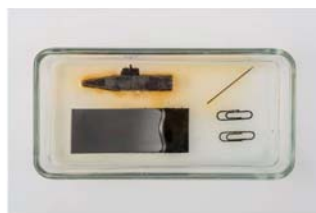
Rozsdásodás és tantervi előírások

A rozsdásodás fogalmát a környezetismeret és természetismeret tantárgyakban, a 3–6. évfolyamig a NAT nem nevesíti, de olyan tartalmak tanítása során, mint a környezeti változások, égés, a folyamatok időbeli lefutása, megjelenhet a beszélgetések során vagy a bemutatott példák között. Hetedik és nyolcadik évfolyamon vezeti be a korrózió fogalmát és a fémek csoportba sorolását korrózióállóságuk alapján. Részletesen elsajátítandó ismeretként szerepel a vas korróziója és a korrózióvédelem néhány lehetséges módja. A kilencedik évfolyamon a vas fizikai és kémiai tulajdonságainak ismerete az előírt követelmény, illetve a fémek csoportosítása korróziós hajlamuk alapján. A szakközépiskolák kémia tantervében *A kémia a mindennapokban. Anyagok és szerkezetek* témakörben jelenik meg a korrózió fogalma és a vas és legfontosabb tulajdonságai témája.

1. ábra. A rozsdásodás vizsgálata



eredeti állapot



12 órával később

A kutatás jellemzése

Kérdésfeltevés, hipotézisek

Kutatásomban arra voltam kíváncsi, hogy a 7–12. évfolyamon tanuló diákok mennyire értik az olyan egyszerű, hétköznapi

is előforduló fogalmak, jelenségek, mint amilyen a cukor oldódása, a rozsdásodás vagy az ózonréteg elvékonyodása folyamatának kémiai tartalmát. Rendelkeznek-e az ezen fogalmakhoz köthető tévképzetekkel és megállapítható-e vagy legalább valószínűsíthető-e ezek eredete? Található-e alkalmas módszer a nyílt végű kérdésekre adott válaszok olyan képi megjelenítésére, ami az adott tanulócsoporthoz tudásszerkezetét ábrázolja és alkalmas az esetleges tévképzetek kimutatására is? Tanórai tapasztalatok, a szakirodalmi adatok és korábbi vizsgálataim alapján feltételezem, hogy minden feltett kérdésre pozitív választ kapok.

A minta és az adatgyűjtés körülményei

A vizsgálatban összesen 500 budapesti tanuló vett részt, akik általános iskola és hatosztályos gimnázium hetedik és nyolcadik évfolyamán tanultak, illetve gimnázium 9–12. évfolyamán és szakgimnázium 10–11. évfolyamán. Az adatgyűjtés 2018 októberében folyt.

Módszerek, eszközök

Az adatgyűjtéshez egy tíz, nyílt végű kérdésből álló kérdőívet használtam, amelyek a kérdéseket különböző sorrendben tartalmazó két változatban (A és B) készültek. A nyílt végű kérdésekre adott válaszok sok esetben tágabb betekintést engednek a tanulók gondolkodásmódjába és árulkodók lehetnek a tévképzetek meglétére utaló jelek is. A feladatlap kérdéseit egy tanítási óra alatt kellett megválaszolni, segédeszközök használata nélkül.

Értékelés

A válaszokat tartalmi elemzésnek vettem alá, megállapítottam és értékeltem a helyes vagy hibás voltukat, és megkerestem az esetleges tévképzetek jelenlétére utaló megfogalmazásokat. Emellett mennyiségi elemzéseket is végeztem a háttérváltozókkal való összefüggések és az egyes fogalmak megértésével kapcsolatban a leíró statisztika és az összefüggés-vizsgálatok módszereivel, IBM SPSS Statistics 22 program használatával. A tanulócsoporthoz tudásszerkezetének ábrázolására a GitMind concept flow felületen került sor.

Eredmények

A tartalmi elemzés eredményei, tévképzetek és lehetséges eredetük

A kérdőív mindkét változatában szerepelt egy rozsdásodásra vonatkozó nyílt végű kérdés. A „Miért és hogyan alakul ki a vas-



tárgyak felszínén a rozsdá?” kérdésre adott feleletet akkor fogadtam el helyes válaszként, ha szövegszerűen szerepelt benne, hogy a rozsdásodás nedves környezetben és oxigén jelenlétében zajlik vagy a válasz megfogalmazásából egyértelműen kiderült, hogy ezzel a ténnyel tisztában van a válaszadó, valamint ha az életkorának megfelelő szinten képes volt értelmezni is a lejátszódó folyamatot.

A szakirodalomban bőségesen találhatók rozsdásodással kapcsolatos tévképzetekről szóló beszámolók. Például a rozsdás szög tömegváltozásával kapcsolatban Bodner [1] vizsgálatai szerint az egyetemi kémia szakon végzettek 10%-a, Boujaoude [2, idézi: 6] szerint a középiskolások 12%-a gondolja úgy, hogy a vasszög rozsdásodás során veszít a súlyából. Bodner a kémiaszakon végzettek 6%-a, Mulford [3] az elsőéves főiskolai hallgatók 11%-a esetében tapasztalta azt a hiedelmet, hogy rozsdásodáskor nem változik a vasszög tömege, mert pl. a rozsdá már eredetileg is benne volt a vasban. Ugyanezekben a vizsgálatokban ellenvéleményekkel is találkozhatunk, melyek szerint növekszik a vas tömege, de nem azért, mert kémiai reakció játszódik le a felszínén, hanem mert réteggé válik a rozsdá, ami oxigén, víz, vas-oxid.

Az égéssel és tömegváltozással kapcsolatos tévképzetek a tömegmegmaradás elvének és az anyagi változások fogalmának fejlődéséről adnak tájékoztatást. Mindegyik magyarázat hátterében az anyag folytonos modelljének képzete áll, ami annyira mélyen gyökerezik a gondolkodásunkban, hogy csak nagyon lassan és nehezen engedjük el és fogadjuk el az anyag részecske szemléletét, általában a többség 12–14 éves korára. A tanulási folyamat során az okozza a legnagyobb nehézséget, hogy az eddig működő, bár hibás, de adaptív elméletet lecseréljük a tudományosan elfogadott fogalomra. Ez ellen hatnak a diákok „mentési kísérletei”, ahogyan az alábbi példákból is kitűnik:

– Eltűnés:

„A levegővel való érintkezés során, a fémtárgyak felszíne, fogalmam sincs, miért, elkezd bomlani. A rozsdá szerintem valami gomba lehet, ami megeszi a vasat.” (12 éves fiú)

„A lassú égés miatt. Az égés felhasználja a vas felületét.” (12 éves lány)

„A külső hatások, pl. víz amikor elpárolog a felszínén, akkor kicsit viszi magával a vas felületét is.” (16 éves fiú)

„Oldódik a vízben, ezért csökken a tömege, a színe pedig barnul.” (16 éves fiú).

Áthelyeződés:

„A víz olyan hatást fejt ki rá, hogy a fém felülete lekopik és rozsdá lesz ott.” (15 éves lány)

– Módosulás

„Nem tudom, de szerintem ahogy a fém »öregszik«, kezdenek elszíneződni az elemek (atomok) a tárgyak felszínén.” (15 éves fiú)

„Ha nedvesség hatol be a vas felszínéről az elkezd morzsolni a pluszborítást.” (15 éves fiú)

„A víztől alakul ki. Megromlik az anyag.” (16 éves lány)

– Átváltozás

„Reakcióba lép a környezetével és a szén eltűnik belőle.” (15 éves lány)

„Mert idővel a vas elrozsdásodik, talán elszíneződés miatt.” (16 éves fiú)

Árulkodó szóhasználat és fogalmi megértés

A tévképzetek azonosítását egy másik megközelítés alapján is elvégeztem. A Kádár és munkatársai [4] által használt öt kategóriába rendezés is a tévképzetek azonosításának és egyben az eredet-

tük megtalálásának egy lehetséges módja. Ez alapján a következő csoportokba soroltam az előzőekben feltárt tévképzeteket:

Vernakuláris (köznelvi): A mindennapi szóhasználatból eredeztethető a tévképzet, abban az esetben, ha az adott kifejezés mást jelent a hétköznapiokban, mint a tudományos szóhasználatban: „A rozsdá egy vaseső anyag, a vasat felemészti egy idő múlva, elporlasztja, a víz hatására könnyen előjön nedves környezetben.” (16 éves lány, szakköznevelő). A „megeszi a rozsdá” köznelvi kifejezésre vezethető vissza.

Prekonceptió: Abban az esetben alakul ki tévképzet, ha egy már ismert fogalom befolyásolja az új fogalom megtanulását: „A pontos hátterét nem tudom megmagyarázni, de kb. úgy képezelem, el, mint ahogyan az egyes növények vagy más élőlények felszínén kialakuló gombák vagy más szervezetek folyamatát. Ahogy ezeknél a folyamatoknál, a rozsdásodásnál is a felszíntől is függ. A rozsdásodásra a vas felszíne is alkalmas, így a rozsdá »megfertőzheti.«” (16 éves lány).

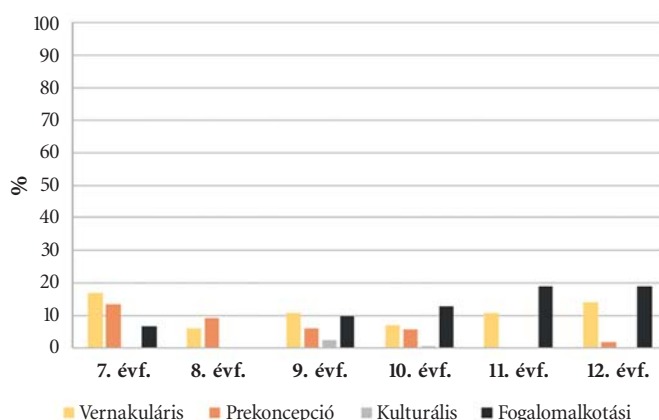
– Kulturális: A tévképzet a mindennapokat is átható kultúrán alapul: „Az idő vasfoga és az anyagra rakódott maró anyagok szétmarják a vasat.” (15 éves fiú); „A rozsdá egy vaseső anyag, a vasat felemészti egy idő múlva, elporlasztja a víz hatására, könnyen előjön nedves környezetben.” (16 éves lány). Az „idő vasfoga” és a „rozsdá megeszi a vasat” kifejezés nemzetközi, Brook [5, 6] szerint a 15 éves diákok 30%-a használja ezt a kifejezést a rozsdásodás értelmezésénél.

– Populáris: A kortárs médián alapuló tévképzet, ilyenre nem találtam példát.

– Fogalomalkotási: Az új fogalom elsajátításakor nem történik fogalmi váltás, nem változik meg a tanulók korábbi, esetleg hibás gondolatai modellje. Jellemzően a tanulási folyamat során jelennek meg és sok esetben az alacsony óraszámok miatti gyors haladási tempó, az elmélyülés, a begyakorlás hiánya okozza: „A rozsdá a lassú égés során keletkezik. A vas a nagy hőhatásokra, hőingásokra így válaszol, mert nem bírja ezeket változásokat, így lecsapódik a vasból a rozsdá nevű anyag, a rozsdá egyébként oxidálódás, szén alapú hatásra lesz vörös.” (16 éves lány); „Egy adott idő elteltével a vasat a levegő feloldja és ennek egy részállomása a rozsdá.” (16 éves fiú).

Az 2. ábrán a rozsdásodással kapcsolatban tévképzetrel rendelkező diákok százalékos megoszlása látható a saját teljes évfolyamuk egészéhez viszonyítva. Megállapítható, hogy mindegyik évfolyamon a vizsgálatban részt vevő diákok 30–40%-ának volt tévképzete, ez alól csak a nyolcadik évfolyam kivétel. Ők már rendelkeznek a hetedik kémiai ismeretekkel, ráadásul még em-

2. ábra. A tévképzettípusok megoszlása a saját évfolyam létszámához viszonyítva



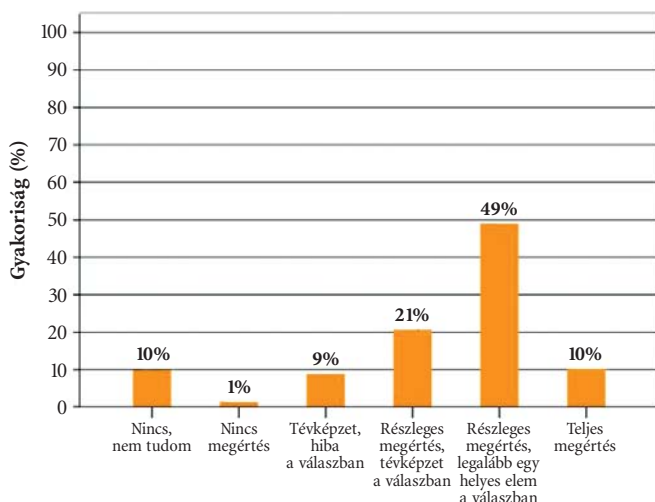


lékeznek is rájuk. A felsőbb évfolyamokon ezek egy része már elfelejtődik, illetve jó esetben olyan új ismeretek rakódnak rájuk, amelyek még nem rögzültek pontosan. A kémiai tanulmányaikat éppenhogy megkezdő hetedikesek inkább a hétköznapi tapasztalatokból származó előzetes tudásukra támaszkodhatnak, és az innen eredeztethető válaszok gyakran hibásak. Az idősebbeknél előtérbe kerülnek a fogalmi tévképzetek, a tanulási folyamat során kialakult hibás vagy nem elég jól tisztázott magyarázatok. Ezek száma a szervezett kémiaoktatás befejeződése után (a 11–12. évfolyamon) látványosan nő.

A mennyiségi elemzés eredményei

a) A válaszkategóriák gyakorisága

Az elemzés első lépéseként a válaszokat tartalmi szempontból csoportosítottam. Erre alkalmas módszer a didaktikai kutatásokban elterjedten használt, Korom által bemutatott rendszer, [7] amelyet Abraham, Grzybowski, Renner, és Marek dolgozott ki. [8] A válaszkategóriák meghatározásával a megértés teljes hiányától a tudományos elvárt fogalom meglétéig a fogalmi fejlődés teljes spektrumát azonosítani lehetett, beleértve a tévképzetek jelenlétére utaló megfogalmazásokat is. Ahogyan a **3. ábrán** látható, a teljes, 500 fős mintából a válaszadók tíz százaléka, 50 diák az, aki helytálló módon képes volt értelmezni a rozsdásodás je-

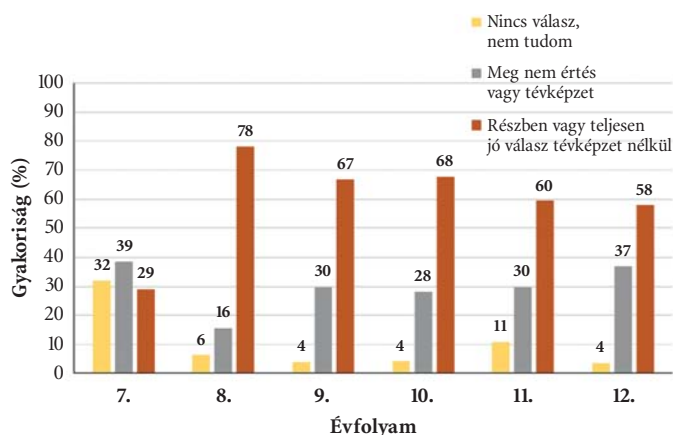


3. ábra. A válaszkategóriák százalékos megoszlása a teljes (500 fős) mintára vonatkozóan

lenségét. További 245 diák, a válaszadók közel fele (49%) többé-kevésbé helyes értelemezést adott vagy legalábbis nem volt a válaszbán tévképzetre utaló megfogalmazás, illetve legalább egy értekelhető állítás szerepelt benne. A fennmaradó 40%-ból 10% meg sem próbálkozott a válaszadással, illetve a válaszaik egyértelműen a fogalom meg nem értésére vagy hibás értelemezésre utaltak.

Az a jelenség, hogy a tévképzetek mennyire ellenállnak a tanításnak, vagyis a fogalmi váltás vagy a hibásan rögzült fogalom kijavítása mennyire nehéz, számos szerző [1, 9] munkájából ismert. Saját, ózonnal vagy a cukor oldódásával kapcsolatos vizsgálataim is megfeleltek ezeknek a korábbi tapasztalatoknak [10, 11] és jelen vizsgálatban is a **4. ábrán** láthatóan hasonló eredmények adódtak.

Az adatfelvétel idején a hetedikesek épphogy megkezdtek kémiai tanulmányaikat, esetükben ezzel magyarázható, hogy nagy a nem válaszoló vagy a „nem tudom” választ adók aránya. Azok, akik mégis megpróbálták, érdekes és kutatói szempontból hasznos megfogalmazásokkal értelmezték a rozsdásodás folya-



4. ábra. Az egyes évfolyamok válaszadóinak hány %-a tartozik az adott kategóriába

matát. Ennek részleteit a tartalmi elemzés alpontban mutattam be. Legnagyobb arányban a nyolcadikosok választottak helyesen, hiszen ők már a hetedikese kémiai ismereteikkel is gazdálkodhattak, de a magasabb évfolyamok felé haladva úgy tűnik, hogy egyre kevesebben képesek ennek a hétköznapi jelenségre valamiféle tudományos igényű magyarázatát adni. Sajnálatos, de ismert jelenség, hogy amikor a szervezett, diszciplináris kémiaoktatás befejeződik, lassan elfelejtődnek azok a beidegződések, amelyeknek köszönhetően egy-egy hívó szó pavlovi reflexként kiváltja a tanár által várt választ és sokan visszatérnek a tanítás előtti, addig jól bevált saját értelmezésükhöz. A helyes válaszok számának csökkenése mögött egyfajta elbizonytalanodás is állhat. Sok válaszadó fogalmazta meg, hogy mintha tanult volna ilyesmit, de nem jól emlékszik, mások bizonytalanságérzésről számoltak be és akadtak olyanok is, akik a bővülő, de még nem megfelelően rögzült ismeretek miatt adtak hibás választ. Azonban még a 12. évfolyamon is elég magas a többé-kevésbé helyesen válaszoló aránya, tehát elmondhatjuk, hogy a rozsdásodás jelenségének lényegét szerencsére a többség érti.

b) Összefüggés-vizsgálatok

A válaszkategóriák évfolyamonkénti előfordulását megfelelő statisztikai próbáknak alávetve gyenge, de szignifikáns összefüggés mutatkozott ($\chi^2 = 116,940$, sz. f. = 25, $p < 0,001$, $N = 500$, Cramer's $V = 0,216$ és $p < 0,001$). Hasonló tapasztalatokhoz vezetett csak a fiúk válaszainak vizsgálata is ($\chi^2 = 70,270$, sz. f. = 25, $p < 0,001$, $N = 257$), vagy külön csak a lányoké ($\chi^2 = 81,722$, sz. f. = 25, $p < 0,001$, $N = 182$). Érdekes különbség, hogy a fiúk esetében csak gyenge kapcsolatot volt mérhető, a lányoknál viszont közepes erősségű az összefüggés az évfolyamok és a tévképzetek száma között (Cramer's $V_{fiú} = 0,294$ Cramer's $V_{lány} = 0,413$).

Egyéb összefüggéseket keresve megállapítható, hogy az előző tanév végi matematika, fizika, biológia és kémia jegyek, valamint a tévképzettípusok megjelenése között minden esetben gyenge, de $p < 0,001$ szintű, szignifikáns összefüggések állnak fenn. A kémia tantárgy iránti attitűd és az, hogy a diákok mennyire ítélik fontosnak a kémiát a mindennapokban, gyenge, de nem szignifikáns összefüggésben állnak a tévképzetek megjelenésével.

Tanulócsoportok rozsdásodással kapcsolatos tudásszerkezetének összehasonlítása

Ismert, hogy gondolkodási rendszerünkben egy adott témához kapcsolódó fogalmak nem elszigetelten, hanem fogalmi hálóba rendeződve helyezkednek el. Minél gazdagabb egy fogalmi háló



Cramer's V próba	A kapcsolat erőssége	Jelölés	
0,00–0,30	gyenge	-----	ha a szakértői hálóban is megjelenő fogalmakat jelöl
0,00–0,30	gyenge	-----	ha az összekötött fogalmak legalább egyike nincs a szakértői hálóban
0,30–0,70	közepesen erős	-----	ha a szakértői hálóban is megjelenő fogalmakat jelöl
0,00–0,70	közepesen erős	-----	ha az összekötött fogalmak legalább egyike nincs a szakértői hálóban
0,70–1,00	erős	-----	ha a szakértői hálóban is megjelenő fogalmakat jelöl
0,70–1,00	erős	-----	ha az összekötött fogalmak legalább egyike nincs a szakértői hálóban

6. ábra. A kapcsolati együttthatók értéke, a kapcsolat erőssége és jelölésmódja a fogalmi hálóban

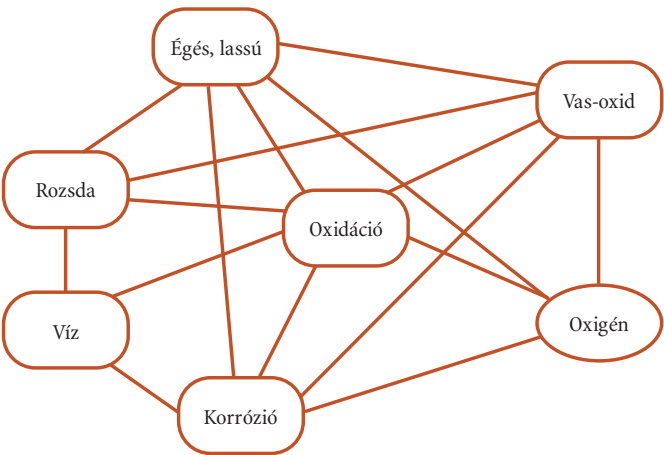
és minél szerteágazóbb kapcsolatokkal rendelkeznek az elemei, a fogalom annál jobban megértett és annál nagyobb a magyarázó ereje. A fogalmi háló, a tudásszerkezet megállapítása és a változásainak nyomon követése a fogalmi váltás kutatásának egyik elterjedt eszköze. Egy-egy tanuló tudásszerkezete is felmérhető, de megállapítható a tanulócsoporthoz vonatkoztatva is. Utóbbinak nemcsak a didaktikai kutatásokban van jelentősége, hanem a hétköznapi tanári gyakorlatban is. Ismeretében hatékonyabban tervezhetők a tanítási folyamat következő lépései. A tudásszerkezet megjelenítésére alkalmas a Galois-gráf [12] és a tudástérelméletben alkalmazott tudásszerkezet-vizsgálat [13, 14]. Számos tapasztalat gyűlt már össze a szóasszociációs vizsgálatok [15] eredményeként, amikor megadott hívószavakhoz kapcsolt, tanulók által előhívott válaszok alapján következtetnek a tudásszerkezetre. Egyebek mellett a levegőszennyezés témakörben [16] és a kőolaj és az energiahordozók kapcsolatára vonatkozóan is rendelkezésünkre állnak hazai adatok [17].

Vizsgálatomban egy előbbiektől eltérő, saját fejlesztésű módszert választottam, mivel egy nyílt végű kérdésre kapott soktényezős adathalmaz állt rendelkezésemre és szerettem volna megállapítani, hogy a színes válaszhalmazban megfigyelhetők-e fogalmi asszociációk és megállapítható-e egy adott csoportra jellemző tudásszerkezet.

A módszer leírása

A rozsdásodás folyamatára adott egy- vagy többmondatos válaszokból kikerestem és összegyűjtöttem a tartalmilag leggyakrabban előforduló fogalmakat (például: égés, oxidáció, vas-oxid), amelyek a válaszkategóriákat képezték. Csoportokként az azonos évfolyamon tanuló diákokat definiáltam. Az elvárt fogalmakból kialakítottam egy lehetséges szakértői gondolati térké-

5. ábra. Az elvárt fogalmak közötti szakértői kapcsolati háló



pet (5. ábra), amely viszonyítási alapul szolgált az egyes korosztályok összehasonlításához. A csoportokra jellemző tudásszerkezetet a válaszkategóriák páronkénti együttes előfordulásának gyakoriságából számolt asszociációs együttthatók értékéből állapítottam meg (keresztábra-elemzés, Cramer's V-próba).

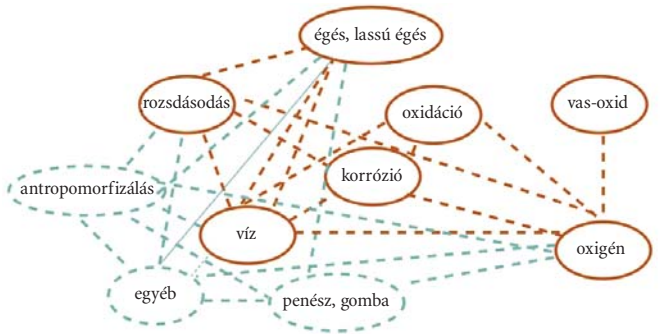
A vonalvastagság és a kapcsolat erőssége közötti összefüggést az 6. ábra szemlélteti.

Eredmények

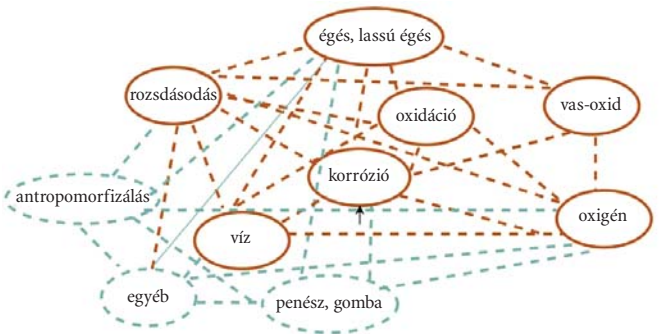
A 7–11. ábrákon az egyes évfolyamokra jellemző asszociációs kapcsolatok gyakoriságából képzett tudásszerkezet látható. A szakértői gondolati háléhoz képest minden évfolyamon új kategóriák is megjelentek (antropomorfizálás, penész, gomba és egyéb). Ezeket a nyitott kérdésekre adott válaszok sokszínűsége miatt volt szükséges bevezetni.

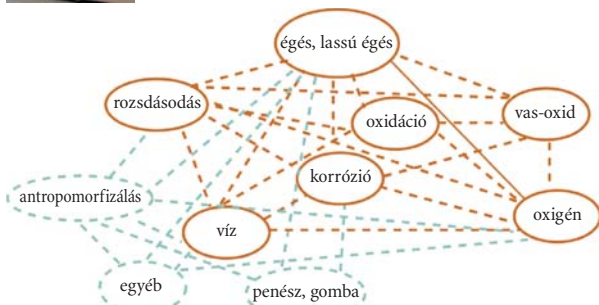
– Az „antropomorfizálás” kategóriába olyan kifejezések alapján kerültek a válaszok, amelyek szerint a tanuló valamilyen emberi tevékenységhez vagy emberrel kapcsolatos történéshez hasonlóan képze- li el a rozsdát és a rozsdásodás folyamatát. Pl.

7. ábra. A 7. évfolyam jellemző fogalmi hálój (N = 90 fő) (A vonalvastagság és a kapcsolat erőssége közötti összefüggés az 6. ábrán látható)

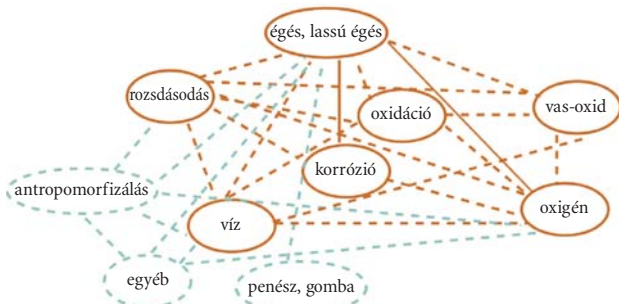


8. ábra. A 8. évfolyam jellemző fogalmi hálój (N = 32 fő)

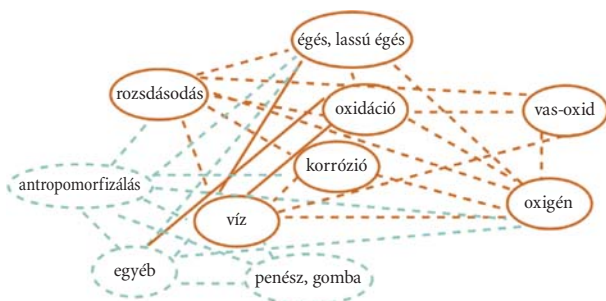




9. ábra. 10. évfolyam jellemző fogalmi hálója (N = 142 fő)



10. ábra. A 11. évfolyam jellemző fogalmi hálója (N = 47 fő)



11. ábra. A 12. évfolyam jellemző fogalmi hálója (N = 57 fő)

megromlik az anyag, a vas kezd meghalni, öregszik, a vasnak rozsdája születik, a rozsda megfertőzi a vasat, ez a természet rendje, stb.

– A „penész, gomba” csoportba tartozó válaszokban előfordult még a baktériumok megtelepedése, a rozsda megfestődése vagy a felszínen keletkező savak típusú magyarázat, stb. is.

– Az „egyb” válaszok között kaptak helyet azok a magyarázatok, amelyekben valamilyen, az előzőektől eltérő újabb, sajátos magyarázat fordult elő, illetve nyilvánvaló tévképzetet tartalmazott: elszenesedik, a szén hatására lesz vörös, a szén-dioxid miatt, vaskoháció, a vas részecskéi elbomlanak, a vízből leválik az oxigénmolekula, a vasatomok vörösek lesznek, érezhető a rozsda szaga stb.

Az elemzések és az ábrák alapján a következő megállapításokat tehetjük:

– A szakértői diagramhoz képest mindegyik ábra sokkal kapcsolatgazdagabb, ez azonban sajnos nem a rozsdásodás fogalmának megértését, hanem éppen ellenkezőleg, annak hiányosságait jelzi a fent említett tévképzetek miatt.

– A szakértői fogalmi hálóban is szereplő kategóriák közül csak a 10–12. évfolyamon találunk közepes erősségű kapcsolatot két fogalom közötti asszociációt tekintve. A hetedikesek az adatfelvétel időpontjában még éppen hogy megkezdtek a kémiai tanulmányaikat, tehát csak az addigi hétköznapi tapasztalataikra támaszkodhattak és a szakértő hálózat szerint elvárt kifejezések

egy részét (pl. oxidáció, vas-oxid) még nem ismerhették. A 8–9–10. évfolyamon lett volna leginkább elvárható a nagyobb számú asszociációs kapcsolat, hiszen ők vesznek részt diszciplináris kémiaoktatásban, és már legalább egy tanévnyi kémia tudással kellene rendelkezniük. (A 9. évfolyam ábrája helyhiány miatt nem szerepel, a szerk.) Ezzel szemben esetükben a legtöbb fogalompár között csak gyenge összefüggés mutatkozott, egy-két esetben volt mérhető közepesen erős asszociációs kapcsolat.

– Feltehetően a fent említett okokra vezethető vissza, hogy a hetedikesek tudásszerkezetéből hiányzik az oxidáció–vas-oxid, az oxidáció–korrózió, az égés–oxigén, az égés–vas-oxid, az égés–korrózió, a víz–vas-oxid, a vas-oxid–korrózió asszociációs kapcsolat.

– A nyolcadikosok esetében kevesebb asszociáció hiányzik: az oxidáció–vas-oxid, a tizedekeseknél a korrózió–oxidáció, a tizenegyedikeseknél a víz–korrózió és a vas-oxid–korrózió.

– Érdekes, hogy a tizenkettedikeseknél az oxidáció–korrózió, égés–vas-oxid, égés–korrózió, vas-oxid–korrózió fogalompárok közötti asszociációk sem jelennek meg, annak ellenére, hogy ezeknek – a szakértői elvárás szerint – nyilvánvaló asszociációknak kellene lenniük.

A tapasztaltak lehetséges magyarázatára a statisztikai elemzés részben már utaltam.

– Bár a vizsgált 36 fogalompár tagjai között összesen 216 asszociációs párt, együttes említést találtam, mindössze 21 esetben mértem legalább $p = 0,05$ (95%-os) valószínűségi szintet. Ez az eredmény azonban nem reprezentatív, mert az egyes évfolyamokon nagyon különböző létszámú tanuló vett részt a vizsgálatban, másrészt a mintavétel is nagyon szűkörű volt. Technikai okok miatt csak néhány fővárosi intézmény diákjait tudtam bevonni a vizsgálatba.

Összefoglalás

A vizsgálat középpontjában egy hétköznapi jelenség, a rozsdásodás fogalmi megértése állt. A 7–12. évfolyamon tanuló diákok 60%-a alapvetően tisztában van a korrózió lényegével, a fennmaradó, szintén jelentős arányt képviselő diákok azonban hibásan értelmezik a folyamat kémiai hátterét és változatos típusú tévképzetekkel rendelkeznek. A tévképzetek korosztálytól függetlenül minden évfolyamon megjelennek, és statisztikai összefüggés mutatkozik az életkor, a tévképzet eredete és a tévképzet típusa között. A fiatalabbakra inkább az előzetes tapasztalatokon alapuló magyarázatok jellemzőek, az idősebbekre ezzel szemben a tanulás során keletkező fogalmi tévképzetek. Utóbbiak oka feltehetően a pontos megértés, elmélyítés begyakorlás hiánya vagy az a tény, hogy a válaszadás idején még éppen a tanulási folyamat közben jártak a diákok. A nyílt végű kérdésre adott válaszok elemzése során sikerült egy olyan új módszert találni, amely alkalmas a tanulócsoporthoz tudásszerkezetének képi megjelenítésére az eddig ismert lehetőségek (Galois-gráfok, Tudástér-elmélet, szó-asszociációs módszer) mellett. Ennek a ténynek közvetlen haszna lehet a közoktatás számára, hiszen egyértelművé teszi, hogy az osztály diákjai között vannak-e tévképzetekkel rendelkező diákok. Ha igen, a továbbhaladás előtt mindenképpen célszerű az adott fogalom tisztázása. Erre vonatkozóan számos lehetőség kínálkozik: a problémafeladatok, kísérlettervezés vagy a társtanítás [18] módszerei is alkalmasak lehetnek.

Köszönetnyilvánítás. Köszönetemet fejezem ki a Debreceni Egyetem Neveléstudományi Tanszékének, hogy intézményi támogatást nyújtottak kutató munkámhoz. Köszönöm Tóth Zoltán ny. egyetemi docens szakmai támogatását.



IRODALOM

- [1] Bodner, G. M. J. Chem. Educ. (1991) 68(5), 385–388.
 [2] BouJaoude, S. B., Journal of Research in Science Teaching (1991) 28(8), 689–704.
 [3] Mulford, D. R. An inventory for measuring college students' level of misconceptions in first semester chemistry. Ph.D. Dissertation. Purdue University, 1996.
 [4] Kádár, A., Farsang, A., Gulyás, Á., Földr. Közl. (2018) 142(3), 219–234.
 [5] Brook, A., Briggs, H., Driver, R., (1984). Aspects of secondary students' understanding of elementary ideas of chemistry: Full Report. A riportot készítette és idézi: Kind (2004).
 [6] Kind, V. (2004). Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas. <http://www.chemsoc.org/pdf/LearnNet/rsc/miscon.pdf>.
 [7] Korom E. (2005). Fogalmi fejlődés és fogalmi váltás. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 2005. 42.
 [8] Abraham, M. R., Grzybowski, E. B., Renner, J. W., Marek, E. A., J. of Res. in Sci. Teach. (1992) 29(2), 105–120.
 [9] Ahtee, M., Varjoli, I., Int. J. of Sci. Ed. (1998) 20(3) 305–316.
 [10] Dobóné, T. É., Középisk. Kém. L. (2019) 46(1), 73–91.
 [11] Dobóné, T. É., Középisk. Kém. L. (2019) 46(4), 328–348.
 [12] Takács, V., Iskolakultúra (1997) 7(6–7), 1–44.
 [13] Kiss, E., Tóth, Z. (2002). Fogalmi térképek a kémia tanításában. In: Tóth Z. (szerk.), Módszerek és eljárások. 2012, 12. 63–69.
 [14] Tóth, Z., Magy. Ped. (2005) 105(1), 59–82.
 [15] Chachapuz, A.F.C., Maskill, R., Int. J. of Sci. Ed. (1987) 9(4), 491–504.
 [16] Kluknavszky, Á., Tóth, Z., Magy. Ped. (2009) 109(4), 321–342.
 [17] Tóth, Z., Sójáné G. G., Középisk. Kém. L. (2012) 39(1), 58–69.
 [18] Tóth, Z., M. Kém. L. (2017) 72(4), 116–119.

„Nem kívánjuk tovább tétlenül nézni, ahogy eltűnnek a kémia- és fizikatanárok”

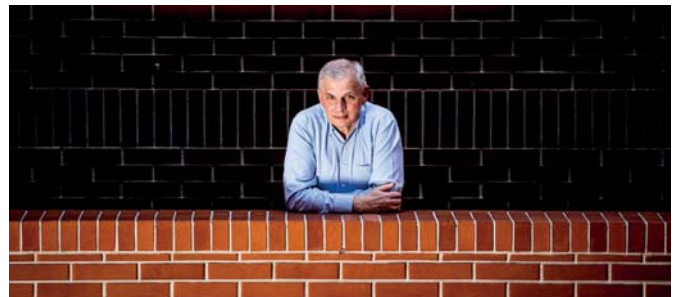
Beszélgetés Weiszbürg Tamással

Borbás Barna interjúja

Forrás: Válasz Online (valaszonline.hu <<http://valaszonline.hu>>)

Fizikatanár szakon országosan 26-an, kémiatanárin 28-an kezdtek meg a tanulmányaikat 2021-ben, miközben százak mennek nyugdíjba – ezek a sokkoló számok világítottak több portál címlapjáról ősszel. Az már kisebb hírverést kapott, hogy a tanárképző egyetemek összefogtak, hogy kihúzzák magukat a bajból, és elkezdtek megreformálni a természettudományos pedagógusképzést. Ebből lett a Z-szak, amire most először jelentkezhetnek a diákok. „Tényleg drámai a helyzet, akad olyan város, ahol kiürült a természettudományos tanárképzés” – mondja a Válasz Online-nak Weiszbürg Tamás, az ELTE TTK tanára, a Z-szakok létrehozásának egyik motorja. Ugyanakkor szerinte most kegyelmi pillanatban vannak, mert „pártállástól, pozíciótól, hangulattól függetlenül” mindenki elfogadja, hogy lépni kellett, és igazi esély kínálkozik, hogy több és jobb tanárt képezzenek. Csak az alacsony bér a baj? Hogy jutottunk el a szövegértési bajokkal küzdő egyetemistákig? Milyen megoldást ajánl a Z-szak?

Tavaly ősszel jelentek meg az első egyetemi közlemények, hogy 2022 szeptemberétől új, öt éves, elsődlegesen a Z-generációt (a kilencvenes évek vége és 2010 között születettek) kiszolgáló egyetemi természettudomány-környezettan szak indul az ország hat egyetemének hét képzőhelyén: a budapesti és a szombathelyi ELTE-n, a Debreceni Egyetemen, az egri Eszterházy Károly Katolikus Egyetemen, a Nyíregyházi Egyetemen, a Pécsi Tudományegyetemen és a Szegedi Tudományegyetemen. Az úgynevezett Z-szakokat a 21. század tanárszakaként hirdetik: természetközeli órák, vizuális kommunikáció, külföldi résztanulmányok, fenntarthatóságra nevelés. A képzés koncepcióját egységes országos minőségbiztosítással hozták létre, de a megvalósítás regionális. Weiszbürg Tamást, a Z-szak egyik ötletgazdáját, az ELTE TTK Környezettudományi Centrum oktatási bizottságának vezetőjét, az Országos Tudományos Diákköri Tanács (OTDT) elnökét arra kér-



FOTÓ: VÖRÖS SZABOLCS/VÁLASZ ONLINE

tük, mondja el, milyen állapotban van a magyar természettudományos oktatás, és miért kerültek lépéskényszerbe az egyetemek.

Hány pedagógus hiányzik ma természettudományos területen a közoktatásból?

Pontos adatot nem lehet mondani. Politikával erősen átítatott számháború zajlik: a pedagógus-képviseltek szerint több ezer, az állami vezetők szerint néhány száz. Abban nincs vita, hogy már most is van hiány, és a helyzet a következő 5–10 évben csak romlani fog.

Nem azért, mert a TTK-n beszélgetünk, de nincs ennél egzaktabb válasz?

Abban sincs egyetértés, hogy adott iskolában kit tekintünk szaktanárnak. Magyarország számos pontján létező gyakorlat az „autós tanár”, aki naponta intézményről intézményre jár órákat tartani. Tudja, mint a jó vidéki plébános: egy misére reggel 9-kor az egyik faluban, 11-kor a másodikban, délután 2-kor a harmadikban. Így működik az oktatás sok iskolában is: kémiaóra megtartva itt is, ott is, mégpedig szaktanárral, el lehet hát könyvelni ugyanazt a tanerőt több helyre is. Bár, ha engem kérdez, akkor az ilyen órát talán jobb, ha meg se tartanák.

Mert?

Mert így sok iskolának nincs is igazi kémiatanára. A gyerekek az órán kívül nem találkoznak vele, nincs szakkör, nincs személyes kapcsolat. Szinte lehetetlen így megszerettetni a tárgyat.



Kering néhány szám a sajtóban: fizikatanár szakon országosan 26-an, kémiaatanárin pedig 28-an kezdték meg a tanulmányaikat 2021-ben, miközben háromszor ennyien mennek nyugdíjba. Ez pontos?

Igen. És ez a két szám csak azt jelöli, hogy legfeljebb ennyi hallgatót vettek föl szeptemberben. Ebből még lesz lemorzsolódás. Hosszú évtizedek alatt jutottunk idáig. Nálunk ráadásul úgy tűntek el a tanárszakosok, hogy észre sem vettük. Kevesebb pedagógusjelölt jött? Akkor növeljük a kutatói létszámot! – ez volt az ösztönös hozzáállás.

A hallgatók összlétszáma nem változott lényegesen. Hozzáteszem: az ELTE TTK tudományegyetemi kar, de ez a menekülési útvonal nem mindenhol adott. A tradicionális tanárképző helyeken – mint Nyíregyháza, Eger, Szombathely – tényleg drámai a helyzet. Akad olyan város, ahol kiürült a természettudományos tanárképzés.

Csak az a baj, hogy nincs elég pénz?

Háromszorosára kell emelni a pedagógusbéreket, akkor majd tudulnak a tanári szakokra – sokak szerint ennyi a recept. Egyfelől egyetértek: a bér fontos ösztönző, a tanári fizetéseket rendezni kell. De hiba kizárólag a pénzre egyszerűsíteni a dolgot. A számok 1990-től romlanak idehaza, pedig akkor még volt tanár: megyünk lefelé a PISA-tesztekben, a természettudományos tárgyak már 20 évvel ezelőtt is a legelutasítottabbak voltak a nyolcadik osztály végére, és az sem fordította meg a tendenciát, amikor kampányszerűen megemelték a tanári fizetéseket. A felsőoktatás évtizedek óta a lelátóról nézi, ahogy a mindenkori politika viaskodik a közoktatással, és legfeljebb annyi kommentárt fűz hozzá, hogy ez nem az ő dolga. Részemről, részünkről a Z-szak, vagyis ennek az új típusú természettudományos képzésnek a létrehozása egyértelmű szándéknyilvánítás arra, hogy nem kívánjuk tovább a páholyból nézni, hogyan álllik szét a rendszer alattunk.

Olvasni olyan kommentet, hogy önöket a politika vette rá, hogy „butítsanak” kissé a képzésen, így lesz majd több kémiaatanár. Teljes mértékben cáfolom. A képzés reformját önállóan, alulról kezdtük. Szerencsére a döntéshozók is felismerték elemi érdeküket, és mellénk álltak.

„Elemi érdeküket”?

Egy szavazata van annak is, aki szerint az 5G-torony agykontrollra való, az oltásban pedig chip van, és annak is, aki átlátja, hogy ez természettudományosan miért nonszensz. Ha azt szeretnék, hogy legyen működő, versenyképes gazdaság, innováció, több jó mérnök vagy akár szakmunkás, illetve a tudományokban bízó, logikusan gondolkodni képes polgárok lakják az országot, akkor nincs mese, felfelé kell húzni a közoktatás színvonalát.

A Z-szak koncepciója láttán sokaknak a szabadbölcészlet ugorhat be. Aminek, valljuk be, nincs túl jó híre.

A párhuzam nem jó, a Z-szak ugyanis nem „cherry-picking”, vagyis szabadon válogatós képzés, hanem alaposan strukturált rendszer. A diákoknak abban nem lesz túl nagy szabadsága, hogy megválasszák, mit tanulnak, de egy-egy tárgyon belül már nagy mozgásterük lesz abban, hogy önmagukat megvalósítsák. Ez az egész nem nulláról induló kísérlet: 25 éves tapasztalat van mögöttünk, hiszen akkor indult a Z-szak előzményképzése, amit úgy hívtak, hogy környezettan tanárszak. Eleinte erre is úgy néztek itt a TTK-n, mint a kakukktójásra, de az idő bizonyította, hogy így is lehet jó minőséget tartani, szükség van ilyenfajta szakemberekre.

Miben különbözik majd a Z-szakos a fizikustól, kémikustól, biológustól, földtudóstól?

Azt mondjuk, hogy a Z-szak a természettudományok öttusája. Mindenből a legfontosabb, legalapvetőbb dolgokat próbáljuk

megértetni, de azokat nagyon mélyen, sokkal mélyebben, mint ahogy a szakos területeken megértetik. És ha ez megvan, következhet a legfontosabb lépés: *meg kell mutatnunk és fel kell ismertetnünk a kapcsolatrendszert az egyes tudományterületek között.*

„Mindenből a legalapvetőbbet”: tehát ez mégis csak egy combosabb követelménycsökkentés, nem?

Hadd mondjak konkrét példát. Elkövettem nemrég egy csínyt az egyik végzős kémiaszakos tanítványom ellen. Miután alapos prezentációjában tökéletesen felvázolt 74 darab szerves molekulát, feltettem neki a kérdést: mi az, hogy vegyület? El tudná mondani két bővített mondatban? Nem tudta elmondani. Pedig előtte sokkal bonyolultabb dolgokról adott elő. Vagyis nem kevesebbet, hanem mást, teljesebb, átfogóbb tudást kell adni azoknak a hallgatóknak, akik a közoktatásban fognak tanítani. Az imént említette a „butítást”: hogy a koncepciónk valamiféle kilúgozás, egyszerűsítés lenne. Ezt is cáfolom, bár kétségtelen, hogy sokszor komoly hátrányt kell ledolgozni a most egyetemre kerülőknél. És nem az az elsődleges probléma, hogy nem tudják az anyagot, vagy kisebb lenne az IQ-juk. Egyáltalán nem kisebb. Viszont tény, hogy nem tudnak tanulni, nem tudnak értő módon olvasni. Sok esetben nem azért nem tudják a választ egy kérdésre, mert kevés az ismeretük, hanem mert nem fogják föl, mi a kérdés.

Egyetemen? Azért ez sem tűnik kis problémának.

Nem is az. És az ELTE TTK-n mi még burokban vagyunk, mert itt a diákság mind létszámában, mind teljesítményében összességében megfelelő. Máshol még jobban küzdenek a kollégák.

Mi és mikor romlott el?

Azért nem lehet megmondani, mert a teljes keretrendszer változott. Az én időmben a teljes népesség 4 százaléka nyert felvételt az egyetemre – ez most 43 százalék. A tömegesedés 1992–93 körül indult. Aztán ott van az egyetemi kreditrendszer 2002–2003-as bevezetése: azelőtt ha buktál egy tárgyból, az egész évet meg kellett ismételni, de a kreditekkel ez megszűnt. Tény: kevésbé rideg így a képzés, de a tömegesedett oktatás jobban kezelhető. Erre jött a kétszintű érettségi és a bolognai folyamat. Ezelőtt 30–40 évvel az egyetemek nagyon komoly versenyben válogattak a diákok között, akiknek megvoltak az általános kompetenciáik, és az egyetem feladata „csupán” az volt, hogy a szakmát és a módszertant megtanítsa. Ma már az érettségi a felvételi, a diákkal és kompetenciáival az előadóteremben szembesülünk először, az oktatást pedig onnan kell kezdeni, hogy megtanítsuk őket értő módon olvasni.

Évtizedek távlatából már megválaszolható: a magyar oktatási rendszer fel volt készülve a tömegesedésre, az átszervezésekre?

A pontos időt és helyszínt nem nevezem meg, de egyszer tagja voltam egy felsőoktatási szakértői csapatnak, amely próbált a döntéshozóknak európai uniós dolgokban segíteni. Részt vettünk egy beszélgetésen Brüsszelben; zömmel miniszterek, államtitkárok ültek az asztal körül. Végignéztük a magyar prezentációt arról, hogyan változtak meg 1990-hez képest a létszámok a felsőoktatásban. Mondanom sem kell: az ábrákon a görbe fölfelé ment, mint a rakéta, hiszen a hallgatói létszám valóban ugrászerűen nőtt a hazai felsőoktatásban. Véget ért a bemutató, és akkor egyetlen kommentár érkezett: felállt egy szakértő az Egyesült Királyságból, és az angolok visszafogottságával csak annyit mondott, hogy hát ez tényleg fantasztikus, őszintén gratulál a magyaroknak, hihetetlen eredmények ezek, és bele sem mer gondolni, micsoda tudatos alapozást-fejlesztést kellett elkezdeni ehhez már legalább két évtizeddel korábban a magyar közoktatás-



ban, hogy megengedjük ezt a dinamikus fejlődést a felsőoktatásban. És hogy az angoloknál ez biztosan nem sikerült volna...

Mire a magyar delegáció?

Nem kellett reagálni, de nem is lehetett volna. Ebben az egy kommentárban benne volt-van minden. Gyakorlatilag úgy kezdtük duzzasztani a felsőoktatásunkat, hogy a közoktatást nemhogy fejlesztettük, de hagytuk leszakadni.

Hosszú percek óta beszél a természettudományos oktatás bajairól. Hogyan oldja meg ezt a Z-szak?

Mindenekelőtt: biztosan meglepi, de az én gondolataimban a Z-szaknak nem az az elsődleges célja, hogy csökkentse a tanárhányt. Ez csak egy – nagyon fontos – „mellékterméke” lesz majd a fejlesztésnek. Az igazi szakmai kihívás az, hogy véget vessen egy rossz körforgásnak: 1) megkapjuk a közoktatásból a tanárszakos diákot, címeres érettségi bizonyítvánnyal a zsebében; 2) kiderül, hogy sokuknak alapvető kompetenciái hiányoznak; 3) nem tudjuk őket rendesen felzárkóztatni; 4) és mégis, már néhány éven belül ők tanítják a felső tagozaton azokat, akiknek a legjobbjai azután a gimnáziumot nem természettudományos irányba választják, vagy ha mégis, akkor azzal a biztos tudattal, hogy ők nem akarnak ilyen tanárok lenni... Oda jutottunk, hogy a hagyományos pedagóguscsaládokban is lebeszéljük a pályáról a tehetséges gyerekeket, és az iskolákban is gyakran hallják a tanároktól, hogy „csak tanárszakra ne menj”. És végül: 5) mi – a következők körben – még kevesebb és még kevésbé felkészült felvételizőt kapunk a tanári szakokra, persze ugyanazzal a címeres érettségi bizonyítvánnyal a zsebben. És így tovább, a körforgás megy tovább lefelé. Ebből kell kilépni. Elsődleges célunk tehát, hogy ezt a szakmai problémát megoldjuk: jussunk el oda, hogy olyan tanárokat tudunk képezni, akik felső tagozaton átlátják, és meg is tudják szeretetni a természetet, meg tudják értetni a gyerekekkel, mi is az, miről szól. Ezzel elkerülhető az első kihalási esemény.

„Kihalási esemény”?

Óriási tévedés ugyanis, hogy a természettudományok a gimnáziumban vagy az érettséginnél veszítik el a potenciális egyetemi hallgatókat: kutatások igazolják, hogy ez már a felső tagozat végén megtörténik. Nonszensz, hogy a mai rendszer úgy épül föl, hogy senki sem bolygatja az általános iskolába lenyúló gyökereket. Nekünk tehát arra is oda kell figyelni, hogy már nyolcadik osztály után is többen akarjanak természettudományos irányba továbbmenni. Ehhez az a kulcs, hogy a felső tagozatban is olyan kollégáknak kell dolgozni, akik tényleg profik, és nemcsak a szűkebb tudományterületüket látják át, hanem magát a természetet is ismerik, és értik a gyerekek nyelvét, tudnak bánni velük.

Jöjjön tehát a kevesebbet követelő, ámde TikTokból perfekt tanító?

Számomra nem az a tanár, aki képes felmondani a Nemzeti Alaptanterv aktuális részleteit. Negyven éve a pedagógus magára csukta az osztályterem ajtaját, és megmondta a tutit. Ennek vége, ma már nem a tanár a tudás kizárólagos forrása. A diáknak ugyanolyan súlyú tudás az is, amit a világhálón összeszed. A tanári szerep pedig nem kis részben arról szól, hogy motiváljon a tanulásra és segítsen kiszűrni azt, ami hamis, nem oda való. Az új technológiáknak nem lefeküdni kell, hanem okosan kezelni őket.

„A képzés a közvetlenül megtapasztalható természetet teljes egységében ismerteti meg” – szól a Z-szak leírása. Ez mit jelent?

A jelenlegi – Európában hagyományos – megközelítés szerint az alsó tagozaton egységesen mutatják be a tanítók a természetet,

és a felső tagozaton jön a váltás. Az én időmben felsőben teljesen külön tanultuk a fizikát, a kémiát, a biológiát. Azután, sok éve az ötödikben és hatodikban már integrált természetismeretet – ma természettudományt – tanítanak, de a terembe bemenő tanárok ugyanazok, senkinek sincs négy szakterületi diplomája. Most arról folyik a közoktatási vita, hogy hatodik után vagy nyolcadik után célszerű-e teljesen diszciplinárisá tenni a képzést. Mi ebbe nem akarunk belefolyni. Azt viszont erősen hiszem, hogy ha egy tanár legalább a felső tagozatos szinten mélységében nem tudja átlátni azt, hogy létezik körülöttünk az egységes természet, aminek a fizika, kémia, biológia csupán modell-olvasatai, akkor a szaktárgyat sem tudja igazán eredményesen tanítani. A természet változatlan, az olvasatok változnak. Mi abból indulunk ki, hogy fel kell hagyni a felső tagozatos tanárképzésben a szegmizált szemlélettel, és fel kell ébreszteni az igényt, hogy a hallgató akarja egyben látni a természetet. Nem találtunk fel semmi újat: az angolszász világban és keleten, a nemzetközi felmérésekben legsikeresebb országokban sok helyen már évtizedek óta nem külön tanítják a természettudományos tárgyakat, hanem van egy órájuk, amit úgy hívnak: science. Gondoljon a matematikára: az is „gyűjtőtárgy”. Lehetne külön algebra-, geometria-, valószínűségszámítás- és számelméletóra. De nincs, van egy matematikánk.

És tényleg hasznosabb egy „science”, mint külön a tárgyak?

Ezt nem tudom, én nem a közoktatásról, hanem az ott tanító tanárokról beszélek. Mondok konkrét példát. Van egy kiváló negyvenes kémiatanár évfolyamom. Nagyon jól teljesítenek. Elkötelezettek, felkészültek, már sokkal jobban tudják a kémiát nálam.* Ez is a dolguk. De abban a pillanatban, ha ugyanannak a természeti jelenségnek a fizikai vagy a biológiai oldalát kérdezem tőlük, fölteszik a kezüket: ők kémiatanárok, ehhez nem tudnak hozzászólni. Ugyanez van a fizikatanár vagy a biológiananár szakosok esetében is. Mi nem lebutítást vagy kevesebb tananyagot szeretnénk – hanem hogy a tanár képes legyen egyben látni a dolgokat. Egységes természetképben. Ez még a felső tagozatban megvalósítható. És ami legalább ennyire fontos, hogy képes legyen analitikusan gondolkodni, érvelni, tisztában legyen a logika alapszabályaival, képes legyen a vizuális kommunikációt is bevetni az eredményes tanítás érdekében. Persze ezek mind olyan dolgok, amiket a diák hozhatna magával, ha jobb lenne a közoktatásunk.

Ismét a startponton vagyunk. A közoktatást kellene helyre tenni, ehelyett az egyetemek próbálják betömni a lékeket. Nem reménytelen?

Kifejezetten optimista vagyok. Mindenkinek megvan a maga feladata. Én nem tudok lépni se a közoktatás helyett, se a politika helyett, de a tanárokat mindig is mi képeztük. És egy dolog biztos: több jó tanárral nagyobb az esély, hogy ha a többi szereplő majd cselekszik, a végén az egész ország sikeres lesz. Végre konszenzus van az összes érintett között, hogy valamit tenni kell; ezt mindenki elfogadja, pártállástól, pozíciótól, hangulattól függetlenül. Mi most arra szerződünk, hogy önmagában vonzó tartalmú új szakkal új jelentkezői kört szólítunk meg, és – negyedszázados közös tanárképzési tapasztalataink, a gyakorló pedagógus kollégákkal való konzultációk, valamint a legjobb nemzetközi gyakorlatok alapján – kiképezzük őket jó tanárrá. Természetesen a gyakorlat fogja majd megmutatni, sikerül-e célt érni. De úgy érzem, hogy közösen képesek vagyunk erre, és ha nem próbálunk meg, mulasztást követnénk el.

* Weiszburg Tamás az ELTE Ásványtani Tanszékének ny. docense (a szerk.).



A favipiravir-ügyirat

Rémhírtérjesztés büntettének gyanúja miatt feljelentést tett az Országos Gyógyszerészeti és Élelmezés-egészségügyi Intézet (OGYÉI) arra hivatkozva, hogy különböző internetes médiákban félrevezető állításokat tartalmazó cikkek jelentek meg a favipiravir hatóanyagú gyógyszerekről.

„A cikkekben közölt állítások a favipiravir hatóanyagú gyógyszerek hatásosságát kérdőjelezik meg, melynek következtében a koronavírus-járvány elleni védekezés eredményességét is akadályozhatják, és alkalmasak lehetnek arra, hogy a betegek bizalma a gyógyszerekben és a gyógyszer által kiváltott gyógyhatásban megrendüljön” – fogalmaztak a közleményben.

A rémhírtérjesztés súlyos vád. Mivel az ügy jogi vonatkozásaihoz nem értünk, azzal nem foglalkoznánk, hogy ez a vád vajon megalapozott-e. Sokkal érdekesebb kérdés, hogy mi a helyzet a favipiravir hatásosságával.

Favipiravir: beugró főszereplő

A favipiravir közel egy éve része a Covid-19 terápiájának hazánkban. 2021 márciusában, amikor forgalomba került, nem volt más, igazán hatásos, a beteg otthonában is alkalmazható kezelése a vírusfertőzésnek. A favipiravir volt az első szer, amelyet nem a súlyos betegek kezelésére használtak, hanem már a fertőzés kezdetén, a fertőzés kimutatását vagy a tünetek megjelenését követően.

A favipiravir az influenza kezelésére kifejlesztett gyógyszerhatóanyag, amely hatását az RNS-dependens RNS-polimeráz enzim gátlásával fejt ki. Ez az enzim szükséges a koronavírus szaporodásához, az emberi szervezet sejtjeinek működéséhez azonban nem. Amikor forgalomba került, az akkor rendelkezésre álló néhány klinikai vizsgálat arra utalt, hogy a favipiravir a koronavírus-fertőzés kezelésére is alkalmas lehet. Ugyan a vizsgálatok elemzése alapján a hatásosság nem volt kiemelkedő, egyéb, célzottan koronavírus-ellenes hatóanyag híján mégis a betegek kezelésének értékes eszközeként tekintettek a favipiravirra. Az Emberi Erőforrások Minisztériumát (EMMI) vezető miniszter 2021 márciusában jelentette be, hogy a favipiravir a frissen diagnosztizált betegek korai kezelésére alkalmazható. Az EMMI akkori közleménye szerint a favipiravir felírásán emberéletek múlhatnak, amiben volt is igazság: viszonylag kis víruskoncentráció esetén (kezdődő fertőzésben) a szervezet favipiravirral jobb eséllyel „veheti fel a harcot” a fertőzés ellen.

Színre lép a Paxlovid

Az azóta eltelt időben történt egy s más. A friss fertőzöttek kezelésére például az Európai Unióban is forgalomba került a Paxlovid nevű kombinációs Covid-gyógyszer, amely a favipiravirhoz hasonlóan szintén szájon át szedhető és alkalmazása nem igényel kórházi kezelést. A Paxlovid egy kombinációs készítmény, amely két összetevőt tartalmaz: egyik komponense a PF-07321332 kódjelű vegyület, amelyet úgy tervez-

tek, hogy gátolja a SARS-CoV-2-3CL proteáz aktivitását; a koronavírusnak szüksége van erre az enzimre a szaporodáshoz. A szer másik összetevője a ritonavir nevű, AIDS-terápiában használt gyógyszerhatóanyag, amely nem elsősorban vírusellenes hatása miatt része a szernek, hanem azért, mert lassítja a PF-07321332 lebomlását. Így a fő hatóanyag hosszabb ideig, magasabb koncentrációban marad aktív a szervezetben, vírusellenes hatása jelentősebb.

Komoly kihívó

A Paxlovid hatásosságának vizsgálata során megállapították, a Covid-19-hez kapcsolódó kórházi kezelés vagy bármilyen okból bekövetkező halálozás kockázata 89%-kal csökkent a kezelték körében a placebohoz képest. A Paxlovidot kapott betegek 0,8%-a került kórházba vagy halt meg a vizsgálat megkezdését követő 28. napig, szemben a placebót kapott betegek 6,3%-ával. Ezeket az eredményeket azoknál mutatták ki, akiknél a kezelést korán, a tünetek megjelenését követő öt napon belül kezdték alkalmazni. Laboratóriumi vizsgálatok alapján az európai gyógyszerhatóság azt feltételezi, hogy az omikron vírusvariáns ellen is hatásos lehet.

Ha a Paxlovid hosszú távon is ilyen hatékonyak bizonyul, és biztonságosságával kapcsolatban sem merülnek fel kételyek, nehéz lesz labdába rúgni mellette. Jelenleg a Paxlovid számít a korai Covid-19 referenciakezelésének: ha egy új szer sikerrel szeretne piacra lépni, hatásosságban és biztonságosságban meg kell közelíteni vagy haladnia ezt a gyógyszert. A nagy reményekkel indult molnupiravir épp ezért kerülhet nehéz helyzetbe: a hatásosságát tanulmányozó vizsgálat eredményei szerint a kórházi kezelésre nem szoruló, enyhe vagy közepes tünetekkel járó Covid-19-ben szenvedő felnőtt betegek körében a szer mintegy 50%-kal csökkentette a kórházi kezelés vagy halálozás kockázatát, ami elmarad a Paxlovid hatásosságától. Az USA gyógyszerhatósága ráadásul jelezte, hogy a gyógyszer (hatásmechanizmusával összefüggő) potenciális csont-, porc-, embrió- és magzatkárosító hatásával kapcsolatos aggályokat tisztázni kell. A molnupiravir engedélyezési beadványa az Európai Gyógyszerügynökség asztalán fekszik, de végleges döntés még nem született.

Szükség van még favipiravirra?

Ezeknek a fejleményeknek a fényében kérdés: mit ér ma a favipiravir? Mennyivel tudunk többet a hatásosságáról, mint egy éve? Megüti-e azt a szintet, ami alapján ma is helye van a gyógyászatban?

A kérdés megvitatásához a nyilvánosan elérhető klinikai adatokat tudjuk felhasználni. Tudni való, hogy a gyógyszerek engedélyezésénél nem csak a nyilvánosan elérhető, tudományos cikkben közzétett vizsgálatok eredményei használhatóak fel. Előfordul, hogy a gyártók a végrehajtott vizsgálatok egy részét nem publikálják, viszont a gyógyszer-engedélyezési dokumentáció részeként a hatóság rendelkezésére bocsátják, amely ezeket is számításba veszi a döntésnél. Épp ezért a nyilvánosan elérhető adatok alapján alkotható kép nem teljes – ugyanakkor az is igaz, hogy ha egy szerről csak pozitív vagy csak negatív kimenetelű





vizsgálatok vannak, az összképen a nyilvánosságra nem hozott adatok vajmi keveset módosítanak.

A metaanalízisek szerepe az értékelésben

Gyakori, hogy egy gyógyszerrel kapcsolatban pozitív és negatív kimenetelű vizsgálati eredmények egyaránt rendelkezésre állnak. Mi a helyzet akkor, ha három vizsgálat szerint hatásos, de másik három szerint nem? És mi van akkor, ha három szerint hatásos, kettő szerint hatástalan, de utóbbi kettőben több beteg vett részt? Az ilyen jellegű kérdések tisztázására alkalmasak (többek között) a metaanalízisek. A metaanalízisekben már elvégzett klinikai vizsgálatok adatait egyesítik és elemzik újra egységes szempontok alapján arra törekedve, hogy kiküszöböljék az eredeti vizsgálatok gyengeségeiből adódó torzítást. A cél: minél nagyobb adattömeg alapján minél objektívebb képet alkossunk a hatásosságról. A metaanalízisek további jellemzője, hogy a gyengeségek elkendőzése helyett éppen arra mutatnak rá, hogy mik a következtetések hiányosságai.

Mérlegen a favipiravir

A favipiravirral az elmúlt egy évben elég sok vizsgálatot végeztek, ezek egy része pozitív, mások negatív végkicsengéssel zárultak. Ezek eredményeiből több metaanalízis is készült. A következőkben ezek konklúzióit foglaljuk össze röviden.

Az első, 2020 szeptemberében közzétett metaanalízis mindössze három vizsgálat összesítése alapján állapította meg, hogy a betegség 14. napján a favipiravirral kezelték jobb állapotban voltak, mint a más kezelésben részesültek (a „más kezelés” az egyes vizsgálatokban különböző szereket, pl. vírusellenes lopinavir/ritonavirt, arbidolt, illetve ezek kombinációját jelentette). Egyéb mutatók (pl. vírusmentessé válás, lélegeztetés szükségessége) tekintetében nem volt különbség a kezelések között.

A következő metaanalízis négy vizsgálat adatai alapján (amelyek részben átfedtek az előzőbe bevontakkal) állapította meg, hogy a favipiravir valamivel hatásosabban segítette a gyógyulást, mint az egyéb terápiák (amelyek az előző esethez hasonlóan különbözőek voltak). Az egyéb mutatókban (vírusmentessé válás, tünetek mérséklődése a 7–14. napon) nem volt különbség a csoportok között.

Az idő múlásával az elemzés alá vonható vizsgálatok száma gyarapodott. Az a metaanalízis, amelynél az adatgyűjtés 2020 decemberében zárult, már kilenc klinikai vizsgálaton alapul. A favipiravir-csoportban a kontrollcsoporttal szemben jelentős *klinikai javulást* mutattak ki hétnapos kórházi kezelést követően. Itt súlyosabb állapotú betegeknek adták a szert, mint akik Magyarországon rutinszerűen kapják. A *vírusmentessé válók aránya* a kezelést követő 14. napon nem volt jelentősen nagyobb a favipiravir-csoportban, mint a kontrollcsoportban (szakkifejezéssel élve statisztikailag nem volt szignifikánsan nagyobb). Ugyanez érvényes az oxigénterápia szükségessége és az intenzív osztályra kerülést illetően, valamint a halálozási arány esetén is.

Egy újabb metaanalízisben öt klinikai vizsgálat alapján állapították meg, hogy a kezelés megkezdése utáni 7. napon nagyobb volt a *vírusmentessé válók aránya* a favipiravir-csoportban, mint a kontrollcsoportban, de a 14. napra ez a különbség eltűnt. A *klinikai javulás* (azaz a tünetek enyhülése) a 7. és a 14. napon is jelentősebb volt a favipiravir-csoportban.

A legfrissebb metaanalízisben a 2021 júniusáig összegyűlt klinikai adatokat elemezték. Ebbe tizenkét vizsgálatot vontak be,

ahol a halálozásra és a mesterséges lélegeztetésre szorulóak arányára kifejtett hatást vizsgálták. Az elemzés nem talált különbséget a favipiravir és az egyéb standard terápiák között.

Mit mondanak nekünk ezek az eredmények?

A konklúzió nem fogalmazható meg egy tómondatban, de semmiképpen sem az, hogy a favipiravir semmit nem ér. Ennek több oka van, egyebek között az, hogy a favipiravirt minden esetben valamilyen hatásosnak vélt kezeléshez hasonlították. Azt nem tudhatjuk, hogy placebohoz (hatóanyagot nem tartalmazó kezeléshez) képest mire lenne képes, mint ahogy azt sem, hogy a kezeletlen betegekhez képest mennyivel lennének jobbak a favipiravirral kezelték adatai. Ez valószínűleg sosem fog kiderülni, mivel etikai és emberességi okokból ilyen vizsgálatok nem végezhetőek. Persze nagy a kísértés a sommás kijelentésekre (van, aki nem is tud ellenállni), de érdemes azt is észben tartani: a legtöbb gyógyszer, így a favipiravir hatásossága nem diszkrét, hanem folytonos változókkal írható le. Magyarra fordítva: nem a hatásos/hatástalan a két opció, hanem a maximális hatás és a hatás-talanság közötti skála mindegyik „színárnyalata” előfordulhat. A favipiravir ezen a skálán jelenleg a nagyon pasztell színek között található. A gyógyszerek értéke sosem abszolút: mindig az azonos célra használható egyéb szerekhez hasonlítják. Ami tavaly bíbornak tűnhetett, az ma talán már csak halvány bézs.

Ennek megfelelően azt sem állíthatjuk, hogy a favipiravir a világ leghatásosabb Covid-gyógyszere. Baj is lenne, ha így lenne. Remélhetőleg jönnek nála sokkal jobbak, hatásosabbak, ez a gyógyszerkutatásban teljesen normális. A tudományos szaklapok tízezerszámra tartalmaznak olyan cikkeket, amelyek arról szólnak: az egyik, már forgalomban lévő gyógyszernél alkalmasabb, értékesebb egy másik. Ezeknek a cikkeknek a szerzőit nem ijesztgetik, nem fenyegetik, sőt, elismerést kapnak munkájukért, ami a gyógyszerkutatás egyik hajtóereje.

A bizalom alapja

Mivel nem tudni, pontosan milyen írás miatt és kit jelentett fel az OGYÉI, nehéz megítélni, mennyire jogos és arányos a reakció. A Magyar Tudományos Akadémia februárban kiadott tájékoztatása mindenesetre rögzíti: bár a favipiravir hatásosságáról folytatható tudományos vita, elkerülendő, hogy hatósági eljárás induljon tudósoknak a sajtóban vállalt szakmai véleménye miatt, ugyanis ez nagyon rossz hatással lenne a tudományos közösség tagjaira.

A hatóságok, állami szervek az alapfeladataik jó ellátásával tehetik a legtöbbet a betegek bizalmáért. Transzparens működéssel, a betegek számára is érthető tájékoztatók közzétételével a Covid-dal kapcsolatban – erre számos nagyon jó nemzetközi gyakorlat létezik. Természetesen ez nem elsősorban és nem csak az OGYÉI feladata, viszont úgy tűnik, hazánkban ezeket a feladatokat egyelőre egyetlen hivatalos intézmény sem érzi igazán magáénak.

Csupor Dezső

■ *Talán az MKE a helyzet tisztázásához nem, de az olvasók és az érdeklődők további tájékoztatásához igyekezett hozzájárulni február 16-i rendezvényével (lásd a híreket), amelyen Keserű György Miklós és Kacsóvics Imre gyógyszerkutató szakemberek tartottak érdekesítő előadást a Covid-elleni szerek hazánkban folyó kutatásáról. Előadásukban kitértek a fenti cikkben említett három szer kémijára és hatásmechanizmusára is. (A felelős szerkesztő)*



Vízi Bélára emlékezve

Vízi Béla, a Veszprémi Egyetem nyugalmazott docense, a kiváló kvantumkémikus és művészi kisplasztikák avatott alkotója 2020-ban hunyt el. Nem példa nélküli, hogy elismert kémikus szakemberek az élet merőben más területein is maradandót alkotnak. Kémikusok, s egyben kitűnő hangszeres művészek, énekesek, filmrendezők, regény- és novellaírók, politikusok és sportolók egész sora igazolja ezt.

FORRÁS: FACEBOOK



Vízi Béla

Vízi Béla művészi tevékenységét azonban megkülönbözteti minden más pályatársától, hogy kémikusi és művész munkáját összekapcsolta: alkotásai tárgyail túlnyomórészt kémiai jelenségeket, fogalmakat, konkrét molekulákat választott. Különösen eredeti ötletként elvont, elméleti fogalmakat is „anyagiasított”, szobrokká álmódva ezeket.

Nem kizárólag a kémia területéről választott modelleket kisplasztikáihoz, neves személyekről, kollégáiról is kitűnő érdemeket készített. Alkotásait, melyekhez szakszerű és érzékletes magyarázó szövegeket is írt, világszerte több tucat sikeres kiállításon, tárlaton mutatta be, s szerzett ezzel híveket, nemcsak sajátos mű-

vészi szemléletének, de a kémiai tudománynak is. Egyik első bemutatójára 1989-ben Budapesten, a Fáklya klubban került sor. Ennek megnyitására e sorok íróját kérte fel. Rá emlékezve ebből a beszédből idézek néhány részletet.

Vajon mi készítette a természettudományok művelőjét más „vadászmezőkre”, a művészetek világába vivő, vakmerő kalandra?

Talán a tudományos tevékenységet bénító körülmények? Schopenhauer írja, hogy a tetterőt gúzsba kötő viszonyok felszabadítják a képzeletet: minél kényszerítőbb a tétlenség, annál szabadabban szárnyal a képzelet! Ám Vízi Béla esetében erről nem lehet szó: sikeres kutató és oktató: tudományos fokozatok birtokosa. Külföldi meghívások sora, aktív részvétele a tudományos közéletben jelzi, hogy a külvilág elismerésének sincs híján!

Talán egyszerűen a kikapcsolódás vágya és igénye adta kezébe a megformálásra kész anyagot? Tán csak testet-lelket felfrissítő, az elfáradt agysejteket regeneráló hasznos időtöltést keresett? Nos, aki valaha is hallotta őt művészetéről beszélni, olvasta idevágó írásait, ismeri a művészet iránti rajongását és alázatát, ezt a magyarázatot is könnyen elvetheti.

Elhatározását, hogy érdemeket készítsen, szorgalmas, alapos és kitarító előtanulmányok követték, melyek kiterjedtek az anyagismeretre, az éremöntés és sokszorosítás technológiájára, a szerszámokra és egyéb segédeszközökre is, beleértve – eredeti képzettségét tekintve nagyon is természetesen – az éremkészítés során lejátszódó anyagi változások, kémiai folyamatok részletes feltárását.

Vízi számára idegen a tehetségtelen dilettánsok felszínes, a műzsákat gyakran megcsúfoló könnyelműsége, akik jóhiszemű elvakultsággal vagy cinikus nemtörődömséggel „alkotnak” – jobb esetben csak a maguk szórakoztatására. Ha már elhangzott a dilettáns kifejezés, engedtessek meg egy kurta közbeszúrás a szó s a mögötte megbújó pejoratív jelentés kapcsán. Meggyőződésem, hogy csakis az képes értékeset, maradandót létrehozni, akár a művészetben vagy a tudományban, akár a köznapi élet bármely területén, aki a dolgát komolyan veszi, hisz benne, szeretettel és önfeláldozóan műveli, aki számára maga a dolog fontos, és nem a pénz, a siker s egyebek, melyek általa megszerezhetők. A dilettáns, ki „per il loro diletto” (a maga gyönyörűségére) tesz, alkot, kinek szemében maga a dolog a cél, tiszteletreméltóbb és tökéletesebb művek létrehozója lehet, mint a tanult szakember, a képzett mester, ki tevékenységét pusztán megélhetési eszköznek tekinti.

Ha tehát nem az elmaradt tudományos sikerek miatti kárpótláskeresés, nem is a kikapcsolódás vágya, akkor mi lehetett a művészi alkotóvágy ösztönzője? Esetleg a megkésve feltörő elhivatottság, életteret követelő tehetség? Lehet, sőt bizonyára az is. De Bernard Shaw így ír az ösztönös tehetségről: „Sohasem éreztem hajlamot az írásra, mint ahogy sohasem éreztem hajlamot arra, hogy levegőt vegyek. Bármely természetadta tehetség egy csöppet sem csodálatos, sőt még csak nem is érdekes annak az embernek a számára, akiben megvan. A művészi alkotóképesség csak a műkedvelő, a műbarát szemében csoda, akiből e képesség hiányzik.”

Tovább nyomozva a művészi megnyilatkozást sarkalló okok után, ahhoz a valószínűleg sokunkban ott lappangó közös kívánsághoz értem, ami valami maradandó, lehetőség szerint kéz-



**Kriptátmolekula
fémionnal**

(az illusztrációk
Vízi Béla munkáinak
reprodukciói)



A hárs illata

zel fogható, tapintható, látható létrehozására irányul. Gyanítom, hogy valamennyiünkben egész életünk folyamán ott munkál a teremtő ösztön, mely tevékenységre kényszerít. Bennem, s azt hiszem sok más sorstársamban is, akik – mint jómagam – munkánkkal pusztán elvont eredményekre jutunk, a konkrét alkotás lehetősége mindig kis irigységet kelt mindazok iránt, akiknek ez megadatott: az építésznek, aki évek után is láthatja az általa megálmodott és felépített házat, hidat vagy utat, a könyvkötőnek, szabónak vagy ékszerésznek, aki gyönyörködhet munkája eredményében, vagy akár szintetikus vegyésztársaimnak, akik olykor ragyogó színekben pompázva, szépséges kristályok alakjában láthatják a maguk tervezte reakció termékét. A szellemi munka termékei, még ha betűkkel és számokkal rögzíthetők is, ezt a fajta örömet – a tárgyasult munka közvetlen látványát – nem adhatják meg.

Amikor magát Vízi Bélát kérdeztem, mégsem a várt választ adta. Arról beszélt, hogy gyermekkorától különös örömet szerzett neki a szép tárgyak látványa, érintése. Élvezettel nézegetett, vett kézbe egy érdekes színű vagy formájú kavicsot, fadarabot, szövetet és ellenállhatatlanul vonzották az érmek. De mert az éremgyűjtés költséges mulatság, amire nem volt módja, gondolt egyet, és elhatározta, hogy majd ő készít magának.

Vízi plakettjeinek mintegy kétharmada portré, amelyek megformálása – az igényes műfajon belül is – a legnehezebb próbát jelent. Feltűnően nagy számban találjuk közöttük a közel-múlt erdélyi szellemi életének prominenseit, írókat, nyelvészt, történelemtudóst, hogy csak néhány nevet említsek a Kós Károlyén kívül, Sütő Andrást, Balogh Edgárt, Szabó T. Attilát, Kemény Jánost és Mikó Imrét.

Sohár Pál
(éremelőlap)

Az utóbbi időben azonban egyre több „kémia ihlette” munka kerül ki Vízi Béla kezei közül. Írásaiból az is kiderül, hogy ezeket egy új művészeti irányzat, a „kemizmus” első képviselőinek szánja, sőt egy tudományon alapuló műveltség kultikus tárgyainak.

A művészet tények, tárgyak, események, jelenségek, jellemek, tettek – és még soká sorolhatnám, hogy mi minden – művészi

formába öntése, kifejezése, esztétikai élményként való feldolgozása, legmélyebb értelmének megragadása és fantázia általi közvetítése, másszóval absztrakció. S a tudomány? Nem absztrakció-e szintén? Amikor egy kémiai folyamatot reakcióegyenlettel írunk le, egy elektron tartózkodási valószínűségét háromdimenziós geometriai alakzatokkal definiáljuk, atomok és atomcsoportok összekapcsolódását kémiai képletként ábrázoljuk, a korpuszkuláris rendszerek dinamikáját matematikai formulákba öntjük, az mind-mind absztrakció.

Még az sem igaz, hogy a tudomány a realitások világára korlátozott. Az elektromágneses tér időbeli periodikus változását például a valós mellé egy imaginárius komponens társítva lehet csak leírni; az Einstein-féle relativitási elmélet szerint tér és idő, anyag és energia egymásba alakul; a kvantumelméletben alapvető jelentőségű Heisenberg-féle bizonytalansági elv a fizikai mennyiségpárok egyikének egyre nagyobb pontosságú mérése feltételül a pár másik felének egyre fokozódó határozatlanabbá válását mondja ki. Ne feledjük, tér és idő „ekvivalenciája” előbb a filozófiában bukkan fel, majd a művészetben. Ha jól tudom, legelőször Wagnernél. A Parsifal I. felvonásában, midőn Parsifalt az ősz Gurnemanz a Grál-templomba kíséri, halljuk Parsifaltól:



Polimerizáció

„Ich schreite kaum, Doch wahn' ich mich schon weit” (Alig néhány lépés után már nagy távolságra érzem magam). S Gurnemanz válasza: „Du siehst mein Sohn, zum Raum wird hier die Zeit” (Lásd, fiam, itt térré válik az idő). És ha már Wagnernél vagyunk, nem az ő Hans Sachs-a a művészi és köznapi tevékenységet egyképpen kimagaslóan űző személyiség történelmi példája? A szuster-poéta, „aki minden cipőtalpra ráver egy ritmust”? Mielőtt azonban túl messze ragadna az érvelés heve, ideje, hogy mondandóm tulajdonképpen tárgyára visszatérjek, s egyben végére is érjek.

Engedjek meg, hogy külön is felhívjam a figyelmet Vízi Béla egyik „kemista” művére, amely a molekulák hőmozgását jelképezi. Ez a Brown-féle hőmozgás a molekuláris világ alapvető jellegzetessége: minden részecske folytonos, véget nem érő mozgásban van, melynek energiája a környezettel való hőcsere révén állandóan változik, s melynek során az egyedi részecske sorsát, kölcsönhatását más részecskékkal, illetve a környezettel örökösen változó térbeli helyzete és energiája szabja meg.

A változó energiát a kémiai tudomány potenciálfelülettel reprezentálja. A nagyobb energiájú részecske a hullámzó tengerre emlékeztető felület egy magasabb pontján, az energiaszegényebb korpuszkulumban alacsonyabb szinteken, valahol egy hullámvölgyben tartózkodik. A potenciálfelületet körtefából faragta ki Vízi Béla, amelyen táncot lejtő bronz figuráskák jelképezik a mozgó részecskéket. Az előrenyújtott lyukas tenyerű kéz az ambivalens kémiai reaktivitást, a kölcsönhatási, egyesülési vagy átalakulási



készséget – a kémiai nyelvről a művészetére fordítva – a létezés örömét, a tette készsége a társra lelés, a boldogság utáni vágyat szimbolizálja. A kézforma, ha tetszik, szubsztrát és receptor, avagy a nemi princípiumok jelképe, az ambivalencia az aktív és passzív reakciópartner, a férfi és női szerep betöltésének egyidejű lehetőségét jelenti. Az örök körtánc pedig: tán vágyaink értelmetlenségét, a halálba menetelést és örök újakezdést, a hullámzó potenciálfelület a szerencse forgandóságát, sorsunk kiszámíthatatlanságát, a könnyed mozdulatok a fémbe fagyasztott madáchi – „a cél a küzdés maga” – gondolatot hordozza.

Hogy kinek mit mondanak még e szobrocskák – nem tudhatom. Sok mindenben múlik ez: alkotó és befogadó lelki hullámhosszán, képzelőerején, akár a kémiai reakciókban a partnerek konstellációján.

Bízom benne, hogy e figurák a szemlélőnek épp olyan tiszta örömet szereznek, mint megteremtőjüknek, s ha csak néhányunk egyre sivárabbá váló modern életébe az önfeledt gyönyörködés pár pillanatát sikerülne belopniuk, akkor Vízi Béla barátom sem pazarolta idejét feleslegesen és feleslegesre.

Sohár Pál

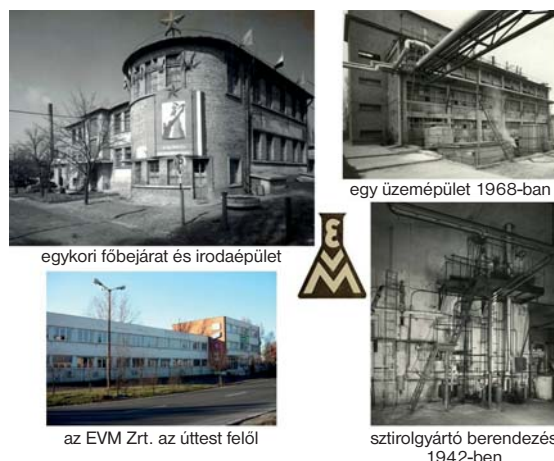
Kutasi Csaba

A 80 éve alapított Magyar Vegyiművek Rt.– Egyesült Vegyiművek textilipari segédanyagai

A törökvörösolaj, a Szulfaril, az Optinol, az Egalol, a Colorfix, a Tekagol, az Ipafor, a Lazappret, Urofix és a többiek hallatán sokakban felidéződnek a hazai textilipari üzemek korábbi dolgos hétköznapijai. Ráadásul ezek mind magyar gyártmányú segédanyagok voltak, döntő részüket az egykori Ipari Segédanyaggyár fejlesztette ki, 1956 után az Egyesült Vegyiművek (amelybe az Ipari Segédanyaggyár beolvadt) nagyvállalat – mint több későbbi újabb segédanyagok létrehozója – szállította. A textiliparral szoros kapcsolatot ápoló vegyipari szakemberek és a felhasználó gyárak textilvegyszerei esetenként közösen fejlesztették ki a jobbnál jobb kemikáliákat.

Az Egyesült Vegyiművek (EVM) hazánk legnagyobb vállalatai közé tartozott az 1980-as években. Telephelyén 1941-ben létesült a szintetikus gumi gyártásra szakosodott Magyar Vegyiművek Rt., amely állami támogatású beruházásként jött létre a Magyar Ruggyantaárugyár Rt.-vel és a Péti Nitrogénművek Rt.-vel együtt. 1956-ban a Magyar Vegyiművekhez csatolták az Ipari Segédanyaggyárat. Így jött létre az Ipari Segédanyagok Gyára, amelynek nevét 1957-ben Egyesült Vegyiművekre változtatták. A nagyvállalatba beolvadt Ipari Segédanyaggyár régebben Lázár és Dr. Offner Vegyészeti Gyár néven üzemelt Budapest IV. kerületében (Külső-Váci út 71.). Az EVM jogelődjét 80 éve alapították a Budapesti XVII. kerületében, a Cinkotai út 26. alatt. A háború után a gyár elsősorban oldószereket, szulfonátokat, később felületaktív anyagokat is gyártott. 1992-ben a vállalat részvénytársasággá (zrt.) alakult át, 1993-ban privatizálták. Ezt követően egyre csökkent az ipari segédanyagok előállítása, az ezredévforgulóra a társaság árukiadásának 90%-át már a háztartásvégiipari termékek tették ki. Az egykori Ipari Segédanyaggyár és a nagyvállalat részéről kifejlesztett hazai textilipari segédanyagok gyártása a 90-es évekig folyamatos volt. A hatékony, megbízható minőségű segédanyagokat a fonodák, szövődék és kikészítőüzemek közkedvelten használták a pamut-, rost-, gyapjú- és selyem-

iparban egyaránt. 2013 decemberében – sajnálatos módon – véglegesen leállt a termelés az egykor nagy hírű vegyipari vállalatnál (1. ábra).



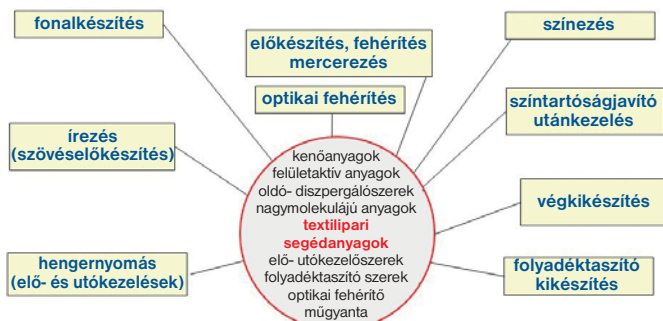
1. ábra. A volt EVM

(a régi fotók Uitz István gyűjteményéből származnak)

Textiliparunk aktív időszakát is felidézve emlékezünk a hazai, többek között a fonásnál alkalmazott adalékokra, a szövés-előkészítési írezőszerekre, a több területen használatos felületaktív anyagokra, a színezésnél, nyomásnál és végkikészítésnél alkalmazott kiváló segédanyagokra (2. ábra). A korábbi Ipari Segédanyaggyárra utalt többek között az egyes készítmények fantázianevének „Ipa” előtagja (pl. Ipafor, Ipatex, Ipamin).

Fonási segédanyagok

A kenőanyagok felvitelével – a fonás munkafolyamatainál fellépő nagy igényvételektől – óvják az elemiszálakat. Általában a fonás-előkészítés keverési műveletéhez kapcsolódik a kenés, ennek

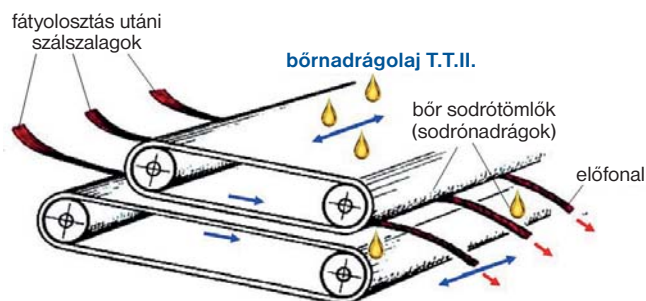


2. ábra. Az Ipari Segédanyaggyár és az Egyesült Vegyiművek textilipari segédanyagai technológiák szerint

során súrlódáscsökkentő anyagot juttatnak például permetezéssel a szálhalmazra, amely egyes textílialapanyagoknál puhító hatást is kifejt. A minőségmegőrző felületkezelés eredményeként az elemi szálak nem szakadnak el, rövidülésük nem következik be. Ugyanakkor – estenként – a fokozottan csúszásra hajlamos szálak feldolgozásánál csúszásgátló segédanyagra is szükség volt.

Jellegzetes segédanyagok:

- *Emulgol F.13.* Zsírsavészter-szulfonát, 72%-os zsírsavtartalommal (amely teljesen elszappanosítható): jellegzetesen észter-szagú, sötétszínű, sűrűn folyó, olajszerű anyag.
- *Fonóolaj F.* Szulfonált növényi olajjal emulgeált ásványolaj.
- *Juliponolaj.* Emulgeátorral képzett, finom eloszlású kovásszuszenzió, csúszásgátló hatással.
- *Orsó- és gyűrűzsír.* El nem szappanosítható vegyületet tartalmazó zsír; sárgásfehér színű kenőcsként forgalmazták, a fonóorsók és futók kenésére alkalmazták.
- *Bőrnadrágoilaj T.T.II.* Döntően elszappanosítható olajok keveréke, kevés el nem szappanosítható hozzávalóval, az ún. sodrónadrágok (gyapjúfonásnál géptartozék) kezelésére használták (3. ábra).



3. ábra. A gyapjú előfonása során alkalmazott bőr sodrótolmók kezelése

Az írezés és járulékos segédanyagai

Az írezés – mint szövés-előkészítő művelet – során ragasztó hatású nagymolekulájú anyagot juttatnak a láncfonalakba. Ez egyrészt összeragasztja a fonalat alkotó elemi szálakat, másrészt a fonaltest felületén leragasztja az egyébként kiálló szálvégződéseket, mintegy védőbevonatot képezve. Erre azért van szükség, hogy a szövés során a láncfonalakat érő fellépő koptató, húzó és hajlító igénybevételek ne károsítsák a fonalat (egyébként bolyhos lesz, szerkezete meg bomlik, szilárdsága lecsökken).

Jellegzetes segédanyagok:

- *Artifon C.O. conc.* Fehérjealapú írezőanyag, amely szervesetlen sókat is tartalmazott.

Az előkészítés, fehérítés segédanyagai

A pamut- és gyapjúipari előkészítő műveletek jelentősen eltérnek abban, hogy az egyes folyamatokat milyen készletiségi fokban végzik. A gyapjúra – és az egyéb állati eredetű természetes szálanyagokra – jellemző, hogy szálalakban, azaz laza állapotban kerül sor a különböző, a szálanyag által magával hozott szennyezőanyagok (gyapjúzsír, izzadmányanyagok, külsőleg rákerült növényi és ásványi szennyeződések) eltávolítására. Ezt követi a fonás, majd a kelmeképzés.

A pamutiparban (továbbá az egyéb növényi eredetű természetes alapanyagú termékeknél) a fonáshoz és kelmeképzéshez általában a kíséző és egyéb szennyezőanyagokat tartalmazó nyers szállhalmazt használják. A szövés, ill. kötész előállított pamut és pamuttipusú nyerskelmék esztétikailag és a bennük levő idegenanyagok miatt továbbfeldolgozásra közvetlenül nem alkalmasak. Az ún. előkészítő-fehérítő műveletekkel el kell érni a tiszta és jól nedvesedő alapanyagot.

Olajtalanító, sőt kátrányoldó segédanyagokra is szükség volt:

- *Cyklotex M.* Zsíralkohol- és oldószertartalmú, főként helyi folteltávolításra ajánlott segédanyag.
- *Detachit.* Magas forráspontú oldószert (kb. 45%-ban) és emulgeátort tartalmazó, tisztító hatású készítmény, gyapjútermékek kátrányszennyeződésének eltávolítására használták.

A mercerezés olyan nemesítő művelet, amely a pamutfonalak és -kelmék feszített állapotban történő, általában hideg tömény nátrónlúggal végzett kezelésével biztosít előnyös tulajdonságokat. A mercerezés hatására többek között a pamutszálak megduzzadnak, csavarulataik kisimulnak és így fényessé válnak, elvárt méretállandóság érhető el. Egyúttal a színezékelvétel és a reakcióképesség, valamint a szilárdság is megnő.

Mercerezési segédanyag:

- *Mercerizáló nedvesítő.* Fenolszármazékok és magas forráspontú oldószerek keveréke.

Optikai fehérítés

A kémiai fehérítés (általában oxidatív úton szintelenített) textílianyagok kissé sárgás árnyalatúak. Ennek oka, hogy a fehér fényből nagyobb mértékben kötik meg a kék tartományt, így több sárga van a visszavert fényben. A felhasználásra kerülő optikai fehérítők olyan, általában kékes tónusú – a szálakra színezékként felhúzó – fluoreszkáló szerves vegyületek, amelyek egyrészt az UV-sugárzás egy részét látható tartományban verik vissza, másrészt az enyhén kékítő hatással fokozzák a fehérséget.

Optikai fehérítőszer:

- *Optinol A.F.* Diaminostilbén-szulfonsav származék

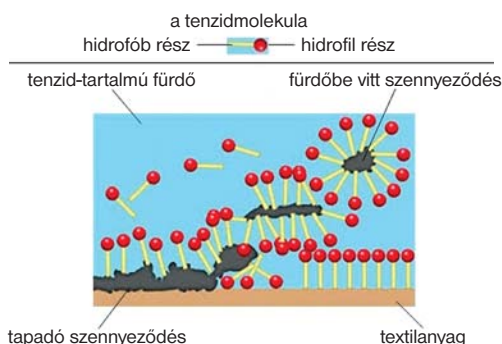


Felületaktív segédanyagok és szerepük

A határfelületeken hatást kifejtő felületaktív segédanyagok hatásmechanizmusának lényege az, hogy a textil- folyadék közös hártáján kötődve csökkentik a folyadék felületi feszültségét, így elősegítik a nedvesedést. A határfelületen irányítottan kötődő segédanyag hidrofób részével a szilárd anyag felé, hidrophil felével a folyadékfázis felé irányul.

A felületaktív anyagok nedvesítés mellett más folyamatoknál is előnyösen használhatóak, például a mosás során, a diszpergálás céljára, lágyításhoz.

A felületaktív anyagok oldatába kerülő levegőből gázbuborékok képződnek, amelyek kisebb sűrűségük következtében a felszín felé mozognak. A beütköző részecskék a felszínt deformálják, folyadék-hártya, ill. lamella keletkezik, amely leválhat a folyadékfel-színtől. A gömb alakú képződmény olyan cellát alakít ki, amelynek belsejét a levegő tölti ki. Több cella hozza létre a habot. Ez akkor lesz stabil, ha a cellák falát alkotó hártya elszakadása kisebb mértékű, mint a cellák keletkezési sebessége (4. ábra).



4. ábra.
A tenzid
szennyeződés-
eltávolító
hatása

A mosás folyamatában a tartós habok szennyviszatarító szerepe lényeges, a fürdőbe vitt szennyeződések textíliára történő visszatüpedését gátolják. A habzás azonban számtalan művelet-nél (pl. színnyomással történő mintázás) zavaró, ezért habzás-gátlókkal el kell elérni a hab összeesését.

Felületaktív segédanyagok:

- *Albapon 52.* Zsíralkohol-szulfonát és alkil-aril-szulfonát elegye (alkil-aril-típusú).
- *Hungál O.K.* Szulfonált növényi olaj és alkil-aril-szulfonát keveréke.
- *Hungapon D.* Lauril-alkohol-szulfonát és diszpergálószer elegye.
- *Hungekál B.X.A.* Butilnaftalin-szulfonsavas ammóniumvegyület vizes oldata.
- *Szulfaril 40, Z.13., Z.20.* Alkil-benzol-szulfonát (Szulfaril 40), ill. alkil-benzol-szulfonát és zsíralkohol-szulfonát keveréke (Szulfaril Z. 13., Z. 20.).
- *Törökvörösolaj 50%-os.* Szulfatált ricinusolaj nátriumsója.
- *Zsíralkohol-szulfonát.* Etil- és oleil-alkohol-szulfonátok elegye.

Kikészítőüzemi mosási segédanyagok:

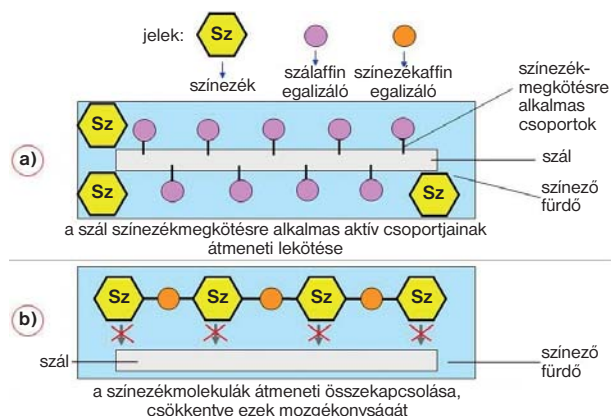
- *Hungepál S.V.* Lauril-alkohol-szulfonát és alkil-akril-szulfonát keverékének vizes oldata.
- *Ipatex extra folyékony.* Hatóanyaga lauril-alkohol-szulfonát, ennek vizes oldata a segédanyag.
- *Magyarán extra.* Többféle zsírsavból előállított kálicsappan.

A színezésnél kiegyenlítő (egalizáló) hatást kifejtő segédanyagok

A színezési folyamat elején sötétebb-világosabb felületek egyaránt előfordulhatnak. Ezt a fonalsodrat váltakozása, az alapanyag

egyenlőtlen szennyezettsége, a színezőfürdő hőmérsékleti különbsége és áramlási hiányossága egyaránt okozhatja. Megfelelően hatékony kiegyenlítő (egalizáló) esetén a színezék kedvezően vándorol (a migráció során a sötétebb részekről a világosabbakra). Ezt a folyamatot a színezék molekulamérete, diffúzióképessége, affinitása és szálanyag-szerkezete egyaránt befolyásolja. A színezés egyenletességét különböző segédanyagokkal is elő lehet segíteni.

A kiegyenlítő hatást kifejtő segédanyagok a színezés sebességének szabályozásával – azaz a gyors és egyenlőtlen színeződés elkerülésével, ill. az optimális színezékvándorlás megvalósításával – biztosítják az egyenletes színezést (5. ábra).



5. ábra. Az egalizálószerk hatásmechanizmusa jelképesen
(a) szálaffin, b) színezékaffin segédanyag)

Jellemző kiegyenlítő szerek:

- *Egalol M.H.* Lauril-alkohol-szulfonátot és oldószert tartalmazó, színezéskiegyenlítő (egalizáló) és nedvesítőszer.
- *Hungapon D.* Lauril-alkohol-szulfonátot és diszpergálószer tartalmazó elegy.
- *Ipafor L.N.* Poliglikolészter összetételű, színezékaffin retardáló- és kiegyenlítőszert.
- *Tetracarnit.* Piridintartalmú nedvesítő-kiegyenlítő (egalizáló) segédanyag.
- *Törökvörösolaj* (a felületaktív anyagoknál ismertette).

Egyéb színezési segédanyagok:

- *Hungazonon A.* Lauril-alkohol-szulfonátot és nedvesítőszert tartalmazó, színezéskiegyenlítő (egalizáló) és diszpergálószer.
- *Palitol A.* Lignin-szulfonsavas-nátrium összetételű védőkoloid.

Nedves szintartósságot növelő utánkezelés

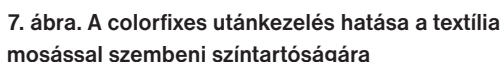
Egyrészt a szálba bevitt színezék oldhatóságának csökkentésével érhető el kedvező hatás. Másrészt a szálban kötődött színezék-molekula méretének növelésével, ill. a szálban levő színezék nehezebben oldódó módosulatának kialakításával biztosítható a jobb nedves szintartósság (6. ábra).

Szintartósság-javító utánkezelő segédanyag:

- *Colorfix por.* Diciándiamid alapú műgyanta kondenzátum (7. ábra).

Speciális elő- és utánkezelések a hengernyomáshoz

Az 1980-as évekig – a síkfilmnyomás mellett – a mintázatnak megfelelően vésett hengerekkel végezték a kelmék kémiai mintázását (hengernyomás). A hengerfelületre felhordott nyomópép fe-



- *Diszpersó por*: Benzil-szulfonsavas nátrium összetételű diszpergáló segédanyag.
- *Geol L*: Oxidált növényi olaj, ásványolaj és emulgeátor összetételű, barnás színű, átlátszó folyadék (kb. 30% el nem szappanosítható zsírtartalommal).
- *Imprimol*: Olyan ásványi (gáz)olaj, amely szulfonált növényi olajjal emulgeálhatóvá tett termék.
- *Tekagol, Rudison por*: Hatóanyaguk metanitra-benzol-szulfonsavas nátrium.

A cellulózalapú kelmék használati tulajdonságait tartósan javító nemesítőkikészítések fő segédanyagai a különböző műgyanta-

- *Urofix paszta*. Monometilol- és dimetilol-karbamid összetételű műgyanta-kondenzátum.

* * *

- [1] Szerzői munkaközösség: Textil- és bőripari segédanyagok, Ipari Segédanyaggyár kiadványa, Budapest, 1956.
- [2] Erdélyi Lászlóné dr., Lőrinc Andor: Textilipari vegyi segédanyagok.
- [3] Dr. Bene Ernő, Laczkó Géza, Mihalik István: Cellulózalapú és keverékszövetek színezése. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1966.
- [4] Dr. Ruzsnák István (szerk.): Textilkémia II. Tankönyvkiadó, Budapest, 1988.
- [5] Marosi József, dr. Tanczos Ildikó: Kémiai technológia I. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.
- [6] Gáspár Emma, Kézdy Árpád: Kémiai technológia II. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1984.



TÚL A KÉMIÁN

A Proxima Centauri harmadik bolygója

A Naphoz legközelebbi csillag a Proxima Centauri, az Alfa Centauri kettős rendszerének halovány szomszédja. Első bolygóját 2016-ban fedezték fel, az idén pedig már a harmadikat is sikerült megfigyelni a nyolc méternél is nagyobb átmérőjű Nagyon Nagy Távcső (Very Large Telescope) segítségével Chilében – mintegy két év alatt elvégzett száz megfigyelés adatainak elemzésével. Az újonnan észlelt bolygó tömege nagyjából negyede a Földének, s jelenleg ismert tulajdonságai alapján akár vízóceánok is lehetnek a felszínén.

Astron. Astrophys. 658, A115. (2022)



CENTENÁRIUM



R. Robinson: The Atomic Vibrations in the Molecules of Benzenoid Substances
Nature Vol. 109, p. 476.
(1922. április 15.)

Sir Robert Robinson (1886–1975) brit szerves kémikus volt. 1947-ben kémiai Nobel-díjat kapott az antocián típusú festékek vizsgálatáért. Hosszú pályafutása során Sydney-ben, St. Andrewsban, Manchesterben, Londonban és Oxfordban is dolgozott professzorként.

APRÓSÁG



2021. december 21-én az angliai Culhamben lévő kísérleti fúziós reaktor 5 másodperc alatt 59 MJ elektromos energiát állított elő.

Háztartási metánszennyezés

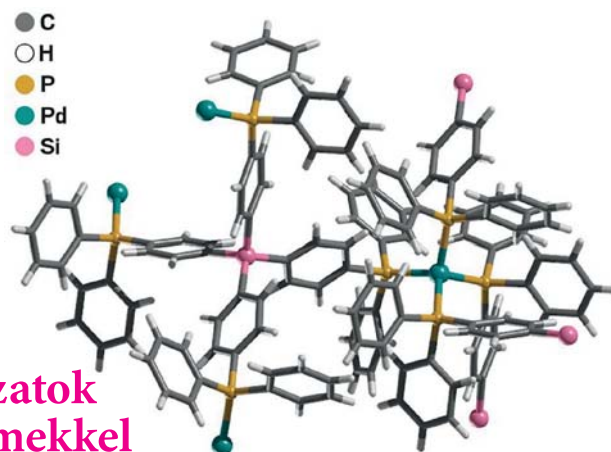
Egyre világosabbá válik, hogy a globális felmelegedés jelenlegében növekvő koncentrációjú szén-dioxid mellett a légköri metánnak is komoly szerepe van. A Stanford Egyetem kutatói érdekes megfigyelést tettek: egy gáztűzhely metánkibocsátása is elég jelentős lehet, és háromnegyed része akkor történik, amikor nincs is meggyújtva a láng. Ennek fő forrása a gázt használó készülékek szivárgása, amely az eddig feltételezettnél sokkal nagyobb mértékű is lehet: csak az USA háztartásaiban lévő készülékekből évi 20–40 ezer tonna metán kerülhet a levegőbe. *Environ. Sci. Technol.* 56, 2529. (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

Hálózatok új fémekkel



A fém–organikus hálózatok (MOF, metal-organic framework) kivételesen nagy porozitását és fajlagos felületét már kereskedelmi gáztárolási vagy elválasztás-technikai alkalmazásokban is felhasználják. Az eddig ismert MOF-okban a fémionok jellemzően +2-től +4-ig terjedő oxidációs állapotban vannak, noha az elektromos tulajdonságok szempontjából a 0 vagy a +1 állapot gyakran kedvezőbb lenne. A közelmúltban amerikai tudósoknak foszfinligandumok használatával sikerült öt olyan MOF-szerkezetet előállítaniuk, amelyekben Pd(0), Pt(0) vagy Ir(+1) a szerves egyégeket összekötő fémion. A kidolgozott szintézisstratégia általánosíthatónak tűnik, így a fém–organikus hálózatok új generációja már magában a vázban is tartalmazhat katalitikus szempontból aktív központokat.

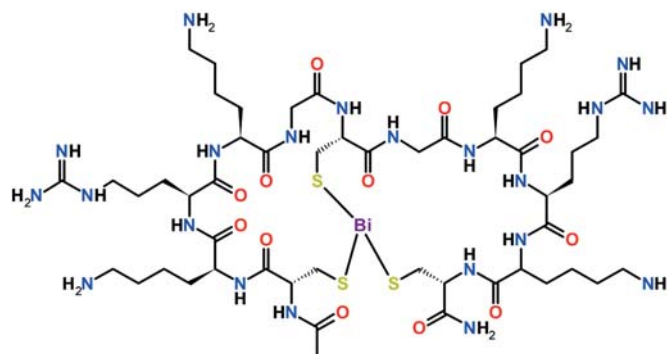
Angew. Chem. Int. Ed. 61, e202115454. (2022)



A HÓNAP MOLEKULÁJA

Az ábrán látható oligopeptid-fémkomplex ($C_{51}H_{95}BiN_{22}O_{12}S_3$) a bizmuthoz koordinálódó kénatomok révén két gyűrűt is tartalmaz annak ellenére, hogy maga a lánc lineáris. Az ehhez hasonló szerkezetű, biciklikus peptidek tulajdonságai a kis antitestekére emlékeztetnek, képesek egyes fehérjékhez igen erősen kötődni, ezért valószínűleg gyógyszerként is felhasználhatók majd. Az ábrán bemutatott biciklikus peptid például a Zika-vírusban lévő proteáz enzim hatékony inhibitorának bizonyult.

Angew. Chem. Int. Ed. 61, e202113857. (2022)



DNS a levegőben

Az analízismódszerek egyre érzékenyebbé válása jelentős háttér tört át a közelmúltban: most már egyes esetekben a levegőben megtalálható DNS-molekulákat is meg lehet határozni. Brit és dán tudósok is azt a megközelítést választották, hogy



vákuumrendszerek segítségével viszonylag nagy mennyiségű levegőt szívnak át egy DNS-megkötő berendezésen, majd az így gyűjtött mintát biotechnológiai módszerekkel analizálják. Eredetileg azt gondolták, hogy elsősorban állatok nyálából, bőréről és székletéből származó DNS-szekvenciák detektálására van esély, de állatkertben végzett kísérletekben ezzel a módszerrel a mintavételi helytől több száz méterre élő fajokat is azonosítottak, illetve a ragadozók etetéséhez használt állati eredetű táplálékból származó DNS is megjelent a mintákban.

Curr. Biol. 32, 693. (2022)

Curr. Biol. 32, 701. (2022)

Mikrogravitációs vízelektrolízis

A Marson vagy a Holdon a vízelektrolízis és így a belélegezhető oxigén előállítása akár 10%-kal is csekélyebb hatékonyságú lehet, mint Földön. Erre a következtetésre jutott az a kísérletsorozat, amelyet az Európai Űrügynökség által üzemeltetett, mikrogravitációs kutatásokra alkalmas repülőgép (Zero-G airbus) parabola-repüléseiben végeztek el centrifugák használatával. A jelenség azal magyarázható, hogy kisebb gravitáció mellett az oxigénbuborékok sokkal hajlamosabbak megtapadni az anódon és ott gátolni a további oxigénleválást,

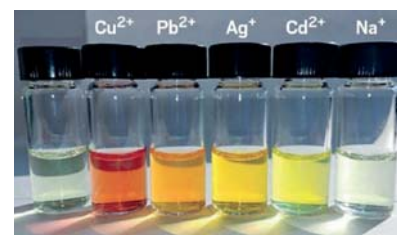


de mindeddig nem volt közvetlen adat arról, hogy ez mekkora hatékonyságvesztést lehet. Az eredményeknek fontos szerepe lesz a Hold vagy a Mars felé tervezett hosszabb távú emberi expedíciók energiaigényének megtervezésében.

Nat. Commun. 13, 583. (2022)

Töltött kénpolimerek

A kőolaj-finomítás során évente több millió tonna elemi kén képződik, így ennek felhasználása gazdasági és környezeti szempontból is fontos kérdés. Erre többek között olyan kén tartalmú polimerek is lehetőséget nyújtanak, amelyek elősegítik a nehézfémet eltávolítását a vízből. A korábbi elképzelésekben általában kimondottan hidrofób sajátosságú anyagokat állítottak elő, ezért fontos újdonság, hogy ként és töltést is hordozó monomerek (pl. diallil-dimetil-ammonium-klorid) egyfajta inverz vulkanizálásával a láncban töltéseket hordozó makromolekulákat hoztak létre, amelyek ezüst- és aranyionokkal jól szűrhető csapadékot képeznek. Hasonló elven sikerült azt is elérni, hogy egy ilyen polimer a nehézfémet megkötésének hatására szint váltson, így egyfajta szenzorként működjön.

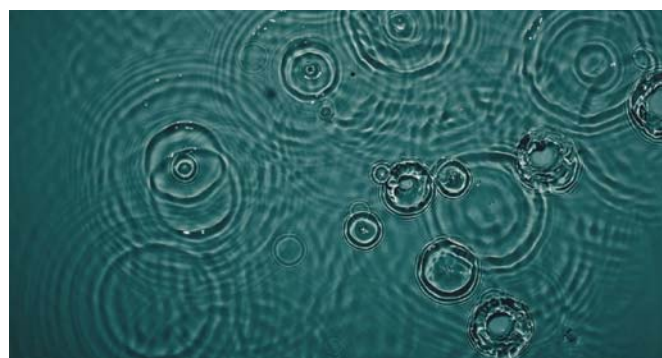


ACS Appl. Polym. Mater. 4, 1110. (2022)

Kétféle folyékony víz

Már jóval a polívíz-kutatások kudarca után, harminc éve bostoni tudósok vették fel, hogy a víznek kétféle folyékony módosulata létezhet, amelyek nagy nyomáson, a víz atmoszférikus olvadáspontjánál sokkal alacsonyabb hőmérsékleten alakulhatnak át egymásba. Egy új cikk szerint sikerült a folyamatot közvetlenül megfigyelni. Trehalóz vizes oldataiban 0,6 GPa nyomáson, 170 K hőmérséklet alatt figyelték meg a nyomáscsökkenés hatására bekövetkező hirtelen sűrűségváltozást és a folyamat megfordítását a nyomás növelésekor egy kis hiszterézissel. A mérések legtermészetesebb értelmezése az, hogy a víznek ilyen körülmények között két folyékony állapota létezik, amelyek sűrűsége jelentősen eltér.

Proc. Natl. Acad. Sci. USA 119, e2113411119. (2022)



Global Women's Breakfast

2022. február 16.



A *Global Women's Breakfast* elnevezésű nemzetközi rendezvénysorozatot a kémikusok világszervezete, az IUPAC 100. évfordulója alkalmával, 2019-ben indította útjára. Fő célja a nők tudományban elért eredményeinek megismerése, a női kémikusok kapcsolathálózat-bővítésének előse-

gítése, helyi és nemzetközi szinten egyaránt, természetesen nem kizárva a férfi kollégákat, valamint a fiatal nők inspirálása a STEM-karrier (természettudományi, technológiai, mérnöki és matematikai ismereteket igénylő szakmák) választására és nem utolsósorban a pályakezdő tudósok szakmai fejlődésének támogatása.

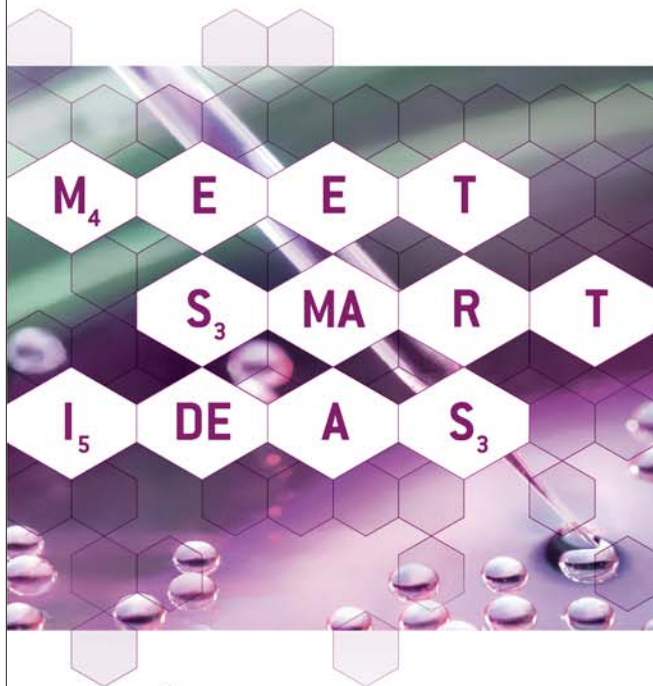
A világ minden részén ugyanazon a februári napon tartják a „női reggeli” világrendezvényt. Az idei február 16-ra esett, a nemzetközi mottó „Empowering Diversity in Science” (A sokszínűség megerősítése a tudományban) volt. A központi weboldalon (<https://iupac.org/gwb/2022/>) követni lehet az egyes rendezvényeket, és a beszámolókat is elolvashatjuk. A magyar rendezvény oldala ezen a címen érhető el: <https://iupac.org/gwb/2022/research-related-to-the-covid-pandemic-in-hungary/>.

A Magyar Kémikusok Egyesülete a 120 előzetesen jelentkező többségének kérésére online térbe költöztette a rendezvényt. Központi témaként a koronavírusok elleni küzdelemmel kapcsolatos magyarországi kutatásokat választottuk. Az előadásokat a kutatási terület két kiemelkedő szakértője tartotta. Prof. Dr. Keserű György Miklós, az ELKH TTK Gyógyszerkémiai Kutatócsoportjának vezetője, az MTA levelező tagja az „Antivirális terápiás lehetőségek a Covid-19 járvány első két évében” címmel tartott előadást. Prof. Dr. Kacsukovics Imre, az ELTE TTK dékánja és Immunológiai Tanszékének vezetője a „Covid-19 megelőzésére és terápiájára alkalmas hACE2-Fc fúziós fehérje kifejlesztése”-ről beszélt. A kiváló, rendkívül tartalmas előadásokat követően a résztvevők kérdésre is készséggel válaszoltak az előadók.

A visszajelzések azt mutatják, hogy sikeres volt az idei *Global Women's Breakfast* rendezvény. Köszönjük az előadóknak és a résztvevőknek a közreműködést! Reméljük, hogy jövőre, 2023. február 14-én személyesen találkozhatunk.

Simonné Dr. Sarkadi Livia

az MKE elnöke



NEW THINKING FOR THE LAB OF THE FUTURE.

Whatever the future may hold, you will first learn about it at analytica: the 28th world's leading trade fair for laboratory technology, analysis, biotechnology and analytica conference points the way to the networked lab. Exhibitors, an expert audience and experts from all over the world present and discuss specific solutions, relevant product innovations and digital visions. Secure your ticket now: analytica.de/ticket

Contact: Promo Ltd. Trade Promotion Services Ltd.
Tel. +36 1 224-7762, messe-munchen@promo.hu



analytica

we create lab

June 21–24, 2022 | analytica
June 21–23, 2022 | analytica conference

Hargitainé Tóth Ágnes emlékére



Hargitainé dr. Tóth Ágnes a Nyíregyházi Egyetem nyugdíjas főiskolai tanára eltávozott közülünk. Röviden néhány adattal felidézzük életének fontosabb állomásait, mozgalmat, sokoldalú életútját.

Életének első néhány hónapját leszámítva mindig Nyíregyházán élt. Léván született, de pár hónapos korában, a Benes-dekrétumok miatt, el kellett hagynia szülőhelyét. Szülei gyalog, babakocsiban tolták át a

határon. Felnőttkorában hivatalosan megkérdezte a szlovák államtól kitelepítésének okát, amire azt a választ kapta, hogy veszélyt jelentett csehszlovák államra nézve.

1962-ben a KLTE Természettudományi Karán, kémia-fizika szakon kezdte meg tanulmányait. Későbbi szemlélete már ebben az időszakban jelentkezett: a tanulás mellett tudományos kutatásban is részt kívánt venni. Szakdolgozatában Evans-féle galvánelemekkel foglalkozott; a munka eredményeit megjelentette a *Kémia tanítása* c. módszertani lapban. 1967-ben kitűnő minősítéssel kémia-fizika szakos középiskolai tanári diplomát szerzett. Első munkahelyén, 1967 és 1972 között, a Nyírségi Mezőgazdasági Kísérleti Intézetben tudományos segédmunkatársként dolgozott és bekapcsolódott a talajkémiai kutatásokba. A talajokban lejátszódó Na^+ - Mg^{2+} - Ca^{2+} cserereakciókkal foglalkozott. Ez a kutatás jelentette 1975-ben doktori értekezésének témáját, melyekről neves nemzetközi talajtani folyóiratban számolt be. 1972-ben a Bessenyei György Főiskola Kémia Tanszékére került. Itt jó szellem uralkodott, és tanszékvezetője 1980-ban lehetővé tette, hogy hosszabb időn keresztül kutatómunkát végezhesen a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem Izotóp Laboratóriumában, természetesen oktatómunkájának elvégzése mellett. Szinte naponta járt Debrecenbe. Az itteni kutatások képezték kandidátusi értekezésének alapját, melyet 1992-ben megvédett. 2000-ben a Szent István Egyetemen környezettudományból habilitált.

Tudományos munkáját a talajok/agyagásványok és fémionok közötti határfelületi folyamatok vizsgálata jelentette. Megállapította, hogy kadmium- és ólomion esetén a folyamatok a „kétreakció”-modellel, más esetben (krómion) a „sokreakció”-modellel jellemezhetők. Bizonyította, hogy a nehézfémekkel (Cd, Pb, Cr, Tl) frissen szennyezett talajmintákban a fémionok megoszlása a talajt alkotó mikrofázisok között az évek múlásával a kötőerősség növekedésének irányában változik. Kutatási eredményeit hazai és nemzetközi szakfolyóiratokban közölte.

1992 és 2000 között a Kémia Tanszék vezetője volt. Ez idő alatt a Tanszék oktatási tevékenysége és különösen kutatási eredményei hazai és nemzetközi viszonylatban is figyelemre méltók lettek. Folyamatosan fejlesztette a Tanszék laboratóriumainak felszereltségét. A kémiatanárok és a mezőgazdasági gépészmérnökök képzésében oktatott. Aktívan bekapcsolódott az oktatási segédanyagok (könyvek, jegyzetek) elkészítésébe. Tartalmas kapcsolatot tartott fent a hallgatókkal.

E nagyon tartalmas szakmai úthoz hozzátartozik a magánember is. A munka mellett szeretetben nevelte két gyermekét, Zsuzsát és Zoltánt. Nagyon sokat foglalkozott négy unokájával, akik New Yorkban élnek, de sokat vannak itthon, és a Nagymama nászasszonyával együtt építette bennük a magyarságtudatot.

Számos tudományos szervezet mellett az OTDK Kémiai és Vegyipari Szakmai Bizottságának is a tagja volt. Munkásságának elismeréseként nyolc kitüntetésben részesült.

Emlékét kegyelettel őrzi a kémikusok közössége, a Nyíregyházi Egyetem Kémia Tanszékének és Környezettudományi Intézetének egykori és jelenlegi munkatársai és volt tanítványai országsszerte.

Jekő József, Kónya József

A 2022. évi kémiai Wolf-díj



A kémiai Wolf-díjat 2022-ben Bonnie L. Bassler (Princetoni Egyetem), Carolyn R. Bertozzi (Stanford Egyetem) és Benjamin F. Cravatt III (Scripps Kutatóintézet) kapta a sejtes kommunikáció megértéséhez való kiemelkedő hozzájárulásáért és azoknak a kémiai módszertani elveknek a kimunkálásáért, amelyekkel

a szénhidrátok, lipidek és fehérjék szerepe tanulmányozható ezekben a biológiai folyamatokban.

A fizikai Wolf-díjat Krausz Ferenc, az MTA külső tagja, a németországi Max Planck Kvantumoptikai Intézet igazgatója nyerte el Paul Corkummal (Ottawai Egyetem) és Anne L'Huillierrel (Lund-i Egyetem) „az ultrarövid impulzusú lézerek és az attoszekundumos fizika kutatásában elért úttörő munkásságáért”.

A Wolf-díj nemzetközi elismerés, mellyel tudósokat és művészeket ismernek el „az emberiség érdekében tett erőfeszítésekért, illetve a népek közötti baráti kapcsolatok fejlesztéséért”. A díj tudományos kategóriái: orvosi, mezőgazdasági, matematikai, kémiai és fizikai. A kémiai és a fizikai Wolf-díjat a Nobel-díj után a legnagyobb presztízsű tudományos elismerésnek tartják. A Wolf-díjat, mellyel 100 000 USD pénzjutalom is jár, a Wolf Alapítvány ítéli oda 1978 óta.

A kémiai díj kitüntetettjeiről bővebben olvashat a *Chemistry Views*ban (https://www.chemistryviews.org/details/ezone/1133847/2022_Wolf_Prize_in_Chemistry_Announced.html). **KT**

Nemzetközi területi vízgazdálkodási és klímaadaptációs műszerközpont

A nemzetközi területi vízgazdálkodási és klímaadaptációs műszerközpont a GINOP-2.3.3-15-2016-00028 projekt keretében 2018-ban kezdte meg működését a Debreceni Egyetemen.

Az itt kidolgozott klímaadaptációs megoldások jelentős áttörést jelentenek az aszály, a belvíz és a városi hidrológia, de közvetve a hidrobiológia, a vízkémia területén is. A laborháttér víz- és energiatakarékos, teljesen fény-, hő-, páratartalom- és CO₂-kontrollált aeropóniás termesztőrendszereket tartalmazó klímaszobát, talajfizikai labort, mérnöki adatfeldolgozó központot, szervert, kapacitásokat és eszköztároló-előkészítő helyiséget foglal magába. Itt kaptak helyet a területi vízgazdálkodási monitoringberendezések, a területi vízrendezési célú berendezések, a talajfizikai és vízháztartási tulajdonságokat mérő eszközök, a mezőgazdasági vízgazdálkodás és öntözéstechnológia hidrológiai és hidraulikai modellberendezései és kutatási eszközei, a vízminőség mérésére és monitorozására szolgáló eszközök. A projekt kereté-

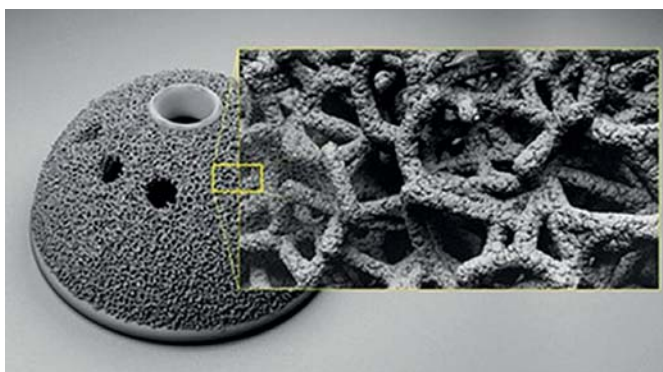


ben megvalósult üvegházi környezet a termesztés talaj-növény-energia kapcsolatrendszerének értékelését teszi lehetővé.

A projekt keretében az infrastruktúra bővítése összekapcsolja a DE kutatóbázisát a hazai és nemzetközi kutatói hálózattal a mezőgazdaság, a területi vízgazdálkodás és a környezettudományok területén. A projekt a Széchenyi 2020 program keretében valósult meg.

Implantátumok oszteoszintézisének kutatása és trabekuláris szerkezet kifejlesztése Additive Manufacturing alkalmazásával

A GINOP-2.1.7-15-2016-0202, GINOP-2.2.1-15-2017-00055 programban támogatott kutatás négy éve során lehetőség adódott olyan anyagszerkezet kifejlesztésére, amely a jelenleginél magasabb szinten elégíti ki a fémből készült csont- és ízületpótló implantátumokkal szembeni igényeket.



Trabekuláris szerkezetű titán

A projekt fő célja az volt, hogy az eddiginél idő- és költségkímélőbb módszerekkel, Additive Manufacturing (AM) technológiával állítsanak elő olyan implantátumokat, melyek az emberi szervezet számára magasabb fokú biokompatibilitást és biofunktionalitást jelentenek, gyorsabb gyógyulás és jelentősen hosszabb idejű használhatóság mellett.

A projektfeladatok egymásra épülése révén az anyagfejlesztési irányvonalat a projektben részt vevő Debreceni és Nyíregyházi Egyetem egymással együttműködve alapozta meg, majd az átlatkísérletek folyamatosan érkező részeredményei révén közvetlen visszacsatolás jött létre, ami biztosította a többciklusú fejlesztési folyamat magas színvonalú végrehajtását és a nemzetközileg figyelemre méltó eredményeket. (A projekt további résztvevői: Varinex Zrt. és Kereken-Pálya-Kft.)

Debreceni Egyetem: befejeződött a Tématerületi Kiválósági Program Intézményi Kiválósági Alprogramja

Az NKFIH által támogatott hároméves projekt keretében öt területen – Big Data, biotechnológia, energetika, terápiás célú fejlesztés, vízzel kapcsolatos kutatások – folytattak kutatásokat és fejlesztéseket a Debreceni Egyetem szakemberei.

A Tématerületi Kiválósági Program célja, hogy a felsőoktatási intézmények és állami kutatóhelyek szakmai kiválóságára építve korszerű, innovatív termékeket, technológiákat, szolgáltatásokat fejlesszenek ki, amelyek üzletileg is hasznosíthatók.

A Big Data terület kutatásai során a DE Klinikai Központjában az egészségügyi ellátás nyomán keletkezett diagnosztikai és terápiás tevékenységhez kapcsolódó medikai adatokat, a CT, MRI, röntgen, PET és SPECT képi adatokat, valamint a különböző biobankokhoz kapcsolódó adatbázisokat (genomikai, proteomikai, patológiai adatok) úgy alakították át, hogy azok elemezhetőek legyenek az MI-alapú klinikai kutatásokban.

A biotechnológiai terület az intézmény képzési és kutatási portfóliója révén a biotechnológia valamennyi fő ágát (piros biotechnológia: gyógyszer- és orvosi, fehér biotechnológia: környezeti, zöld biotechnológia: mezőgazdasági biotechnológiai területeken) lefedte.

Az energetikai területen a minőségi publikációk mellett szabadalom is született. A kiemelkedő teljesítményt mutatja, hogy a SIR Energy rangsorában a DE olyan kelet-közép-európai egyetemek között előzt meg, mint az orosz Lomonoszov Egyetem, a cseh Károly Egyetem vagy a lengyel Jagelló Egyetem.

A terápiás célú fejlesztések programban egybeként a Hajdú-Biharban megtalálható egyes gyógynövények hatóanyagait, a 2-es típusú cukorbetegség kialakulását, új kezelési módszereit és gyógyítási lehetőségeit vizsgálták a szakemberek.

A vízzel kapcsolatos kutatások felölelték az öntözéses gazdálkodás fejlesztésének teljes vertikumát. Az új kutatási eredmények átfogják a növénykultúrák precíziós víz- és energiatakarékos technológiáit, a belvizek mennyiségi és minőségi előtér-kockázatának csökkentését, figyelembe véve a vállalati igényeket is.

A kutatásokat az NKFIH támogatta.

Vegyipari mozaik

Richter. Az idén két számjeggyű növekedésre lett volna lehetőség a termékportfólió és a húzótermékek hatására, ugyanakkor a háború kitörésével nem számoltak. A FÁK-területeken a veszteség elkerülhetetlen, annak mértéke még kérdéses, de ezt számításaik szerint a specializált termékek nyugat-európai eladásának idei várható növekménye ellensúlyozhatja. A Richter csaknem 20 éve folyamatosan csökkentette a kitétséget az orosz piactól.

Az idei terveket elsősorban az árfolyam veszélyezteteti, másodszorban a volumen, mivel jelenleg nem lehet szállítani a FÁK piacra. Az orosz piac forgalmának 60 százaléka jelenleg szabadáras, 40 százaléka fixáras. Az oroszországi üzem államosítás sok-





kot okozhatna, viszont ha a termékjogok tulajdonában nem lenne változás, akkor a cég nem veszítene sokat.

A vállalat a BÉT-honlapján közzétett jelentése szerint 2021-ben 141,180 milliárd forint adózott nyereséget ért el, ami 33,1 százalékkal nagyobb az előző évinél. A társaság éves árbevétele 630,595 milliárd forint volt, 11,3 százalékkal haladta meg az előző évit a nemzetközi pénzügyi jelentési szabvány alapján készült, konszolidált gyorsjelentés szerint. A Richter részvényeivel a BÉT prémium kategóriájában kereskednek. Az elmúlt évben a legmagasabb árfolyama 9320 forint, a legalacsonyabb 6890 forint volt. (infostart.hu)



Magyar tudósok kiállásra szólítottak fel ukrán kollégáik és az ukrán nép mellett.



„Mi, magyar tudósok és egyetemi oktatók, az MTA tagjai és doktori támogatjuk az ukrán népet, közöttük tudós- és professzortársainkat a függetlenségükért folytatott harcukban az őket megtámadó orosz hadsereg ellen és követeljük, hogy hazánk a nemzetközi szervezetek (EU, NATO) által jóváhagyott vagy kért mindennemű támogatást megelőzően adjon meg, valamint gondoskodik a menekültekről.

Felhívjuk az egyetemi és akadémiai döntéshozók figyelmét, hogy a nemzetközi szolidaritásban már orosz tudósok is részt vesznek, és az európai és amerikai kutatóhelyek és egyetemek egymás után ajánlják fel konkrét materiális (állás, ösztöndíj stb.) segítségüket veszélyeztetett ukrán kollégáiknak. Kérjük a hazai intézményeket, hogy csatlakozzanak ehhez a kezdeményezéshez.” (valaszonline.hu)

FLORIN

Az ötvenes évek óta működő Florin a rendszerváltás előtt a három nagy magyar háztartásvegyipari és kozmetikai vállalat



egyike volt, majd hosszas agónia után kis híján csődbe ment. Új tulajdonosa azonban kihúzza a kátyúból – ma már az egész országot képes ellátni fertőtlenítőszerrel, a multikkal versenyez és a külpiacon terjeszkedik.

A Florin története az ötvenes évek végéig nyúlik vissza: ekkor kezdtek el Szegeden szövetkezeti formában szappanfőzéssel foglalkozni, amit később más kozmetikai termékek követtek. Mire megtörtént a rendszerváltás, a Florin már a három nagy magyar háztartásvegyipari és kozmetikai gyártó egyike volt, ekkor azonban lejtőre került a nagy múltú vállalat. A gyártás a szükséges ráfordítások híján elavult, így a multinacionális cégekkel szemben nem bírta a versenyt.

2006-ban új tulajdonos jött, aki prémium kategóriás kozmetikai termékek gyártására állította át a céget, a többi terméket elhanyagolta. Számításait azonban keresztülhúzza a 2008-as gazdasági válság, a koncepció megbukott, a szegedi cég pedig havi szinten 20–30 millió veszteséggel működött, 2011 végére teljesen fizetéképtelenné is vált. Ekkor érkezett a vállalathoz a háztartásvegyipari piacot jól ismerő Barta Attila. A Florint eredetileg bérnyártással akarta megbízni, ám a vége az lett, hogy megvette a nagy múltú, de végveszélybe került társaságot: „Azonnal elen-

gedtük a bukott prémium kozmetikai stratégiát, és elővettük a cég régi, jól ismert termékeit. Feljavítottuk, megfelelően beáraztuk őket, és újratárgyaltuk az értékesítésüket a kereskedelmi láncokkal.” A Florin rendszeresen megjelent nemzetközi kiállításokon is, átvette több ismert magyar márka gyártását, intenzív termékfejlesztésbe kezdett és folyamatosan növelte exportját. 2015 már szerény nyereséggel zárult, 2018 óta pedig a kétmilliárd forintot is meghaladta az árbevétele.

A Florin évtizedek óta gyárt kéz- és bőrfertőtlenítőket Brado márkanéven. Sokáig csak kórházi, egészségügyi felhasználásra, majd nyolc éve megjelent ennek a lakossági piacra szánt verziója, a Brado Life termékcsalád. Ezek forgalma már 2020 februárjában elkezdett nőni, márciusban pedig kilőtt – nem csoda, hogy a cég 2020-as árbevétele 6,5 milliárd forintra ugrott. A Florin hetek alatt létrehozott egy olyan új gyártócsarnokot és kapacitást, amely normál esetben akár egy évig is eltartott volna. 2021 júniusára elkészült a második csarnok, amelybe a kétmilliárd forintos beruházásból automatizált gyártósorokat is beszerettek. Ma már az egyik legkorszerűbb hazai háztartás- és egészségvegyipari üzemmel rendelkeznek, és az új, 4500 négyzetméteres létesítmény minden része alkalmas fertőtlenítőszer gyártására, így szükség esetén egymaguk is el tudják látni Magyarországot. (portfolio.hu)



Folytatódnak a gyógyszerkutatás és fejlesztés tématerületi projektek a Szegedi Tudományegyetemen. A „Gyógyszerkutatás és fejlesztés” című projekt megvalósítására a Szegedi Tudományegyetem a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal által meghirdetett Tématerületi Kiválósági Program 2021 pályázati konstrukcióján támogatást nyert el. A megvalósítás 2022. január 1-én megkezdődött. A szakmai program megvalósítására 4 év áll rendelkezésre.



A gyógyszerkutatás-fejlesztés az SZTE kiemelt kiválósági tudományterülete, így az SZTE kiváló kutatócsoportjai működnek együtt a jelen projektben annak érdekében, hogy komplex gyógyszerkutatási és fejlesztési programot alakítsanak ki. A program az ún. „unmet clinical need” alapján, az adott termék kategóriában (gyógyszer, fejlett terápiás készítmény, orvostechnikai eszköz stb.) megfogalmazott hatósági elvárásoknak (EMA, FDA, OGYÉI) megfelelő összetétel, stabilitás, módszertan, eszközök stb., illetve az ipari szempontokhoz igazodva felhasználóbarát, biztonságos és gazdaságos termék előállítására összpontosít.

A projekt több alprogramból áll: kémiai biológia felfedező kutatás, növényi hatóanyagok, szintetikus gyógyszerkémiai szintézisek és aktív anyagok fejlesztése, biokémiai, farmakológiai, gyógyszerhatástani kutatások, gyógyszer technológiai fejlesztések, gyógyszerfelügyelet és gyógyszeralkalmazás, gyógyszeranalitikai fejlesztések. A projekt szakmai vezetője: prof. Dr. Martinek Tamás. (u.szeged.hu/sztehírek)



Megjelent az Egis támogatásával a kémiantanárokat megszólító hírlevél. Az Egis gyógyszergyár kiemelten figyel a tehetséggondozásra, számos területen járul hozzá a természettudományok, kiemelten a kémia tudományok, illetve a gyógyszer-



FOTÓ: WWW.EGIS.HU

résztudományok népszerűsítéséhez. Ennek tükrében támogatja a Szabó Szabolcs Alapítvány szerkesztésében kéthetente megjelenő, Kémia Hírlevél című kiadványt, melynek célja a természettudományos képzés támogatása, pedagógusok munkájának segítése. Az első szám 2022 januárjától már elérhető. Számos hazai versenyről, rendezvényről, konferenciáról, pályázatról kaphatunk információt a szakmai hírek mellett. A kiadvány elsősorban a kémiantanárokat szólítja meg, de kiemelt fontosságú, hogy a szerzők segítsenek a diákok természettudományok iránti figyelmének felkeltésében, fenntartásában is. (egis.hu)



SZTE Szabadegyetem – középpontban az egyetem története és a Covid-19 világjárvány. 2022. február 16-án indult és május 4-ig tart az SZTE Szabadegyetem című előadásorozat, melynek során aktuális, érdekes és sokakat érintő témák kerülnek terítékre. Az idei tavaszi szemeszterben a Covid-19 genetikai



és immunológiai vonatkozásairól hiteles és naprakész információkhoz juthatnak a résztvevők a járvány kapcsán. Ezenkívül kiemelt hangsúlyt kap a centenáriumi évében a Tudományegyetem elmúlt száz éve. Az egyetemtörténet kapcsán Szent-Györgyi Alberttről, a jogi kar történetéről, illetve a kolozsvári egyetem és a szegedi egyetem megalakulásáról lesz szó. Az előadások részleteiről, az előadókról, előadások témájáról, idejéről és helyéről a <https://u-szeged.hu/szabadegyetem-szeged-tudas-portal> oldalon jutunk bővebb információkhoz.



Nők a tudományban pályázat. Az MTA Nők a Kutatói Életpályán Elnöki Bizottsága második alkalommal hirdet pályázatot a magyar nők tudományban elért eredményeit elsődleges forrá-

sokon alapuló, korszerű elméleti és módszertani keretben bemutató tanulmányok, rövid életrajzok írására. A pályamunkák beérkezési határideje: 2022. szeptember 1. éjféli. (mta.hu)



Meghirdette a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj 2022. évi pályázatát a Magyar Tudományos Akadémia. A Bolyai János Kutatási Ösztöndíj 1997-ben alapított, teljesítmény-központú, magas presztízsű országos ösztöndíj, amelynek célja a kiemelkedő kutatás-fejlesztési teljesítmény ösztönzése és elismerése a fiatal kutatók körében, valamint

az MTA doktora cím elnyerésére való felkészülés elősegítése. Az ösztöndíj jelentőségét növeli, hogy összege az idei pályázati felhívás meghirdetésekor az eddigi 124 500 forintról 250 000 forintra emelkedett. (mta.hu)



A Nobel-díjas tudós, aki segíti a Debreceni Egyetem fejlődését. Louis Joseph Ignarro farmakológus, a Los Angeles-i Kaliforniai Egyetem (UCLA) professzora, aki 1998-ban megosztott



FOTÓ: WIKIMEDIA.ORG/CARLOS BARRIETA

orvostudományi Nobel-díjat kapott a nitrogén-monoxid élettani hatásának felfedezéséért, valamint a Nobel-díj bizottság több tagja, számos neves külföldi egyetem professzora, hazai akadémikus, egyetemi tanár, a Debreceni Egyetem több korábbi rektora és nemzetközileg elismert szakember is elfogadta a felkérést a Debreceni további fejlődése érdekében létrehozott Tudományos és Társadalmi Tanácsadó Testület tagságára. (portfolio.hu)



A felsőoktatás az első terepe a kapcsolatépítésnek, a legtöbb egyetemen sok lehetőség kínálkozik networkingre, de mégsem ez van a fókuszban, hanem értelemszerűen az oktatás. Jó lehetőség azonban a hallgatók számára a szakkollégiumi lét. Ez egyedülálló rendszer, a hazai tehetséggondozás és elitképzés



egyik fontos eleme, sajátos intézménytípus a magyar felsőoktatási rendszerben: teljességgel a diák-önkormányzatiságra épít. A szakkollégium több, mint lakóközösség, jellemzően hasonló érdeklődési körű hallgatók szakmai közössége is, kurzusokkal, előadásokkal, workshopokkal, afféle miniköztszervezet, amiben maguk a szakkollégisták igazgatják a saját életüket. A szakkollégiumok működésének három pillére van: a szakmaiság, a közösség és a társadalmi érzékenység. A Corvinuson jelenleg hét szakkollégium működik: az EVK Szakkollégium (korábbi nevén: Egyetemi Vállalkozói Kollégium), a Fiatal Autonóm Közgazdászok Társasága, a Gyakorlati Diplomácia Szakkollégiuma, a Heller Farkas Szakkollégium, a Rajk Szakkollégium, a Széchenyi István Szakkollégium és a Társadalomelméleti Kollégium. Ahogy a ne-



vük is sejteti, néhány ezek közül sajátos profillal rendelkezik, egy-egy szakterülethez kötődnek, így az ottani kollégisták szakmai érdeklődési köre is egyezik, de például a Rajk és a Széchenyi Szakkollégiumnak nincs kitüntetett szakmai profilja, közgazdasági, üzleti, társadalomtudományi érdeklődésű hallgatóknak egyaránt szólnak a lehetőségek. Jellemzően az első egyetemi tanév tavaszi félévében lehet jelentkezni, egy évfolyamra átlagosan – szakkollégiumtól függően – 15–20 ember kerül be, a túljelentkezés viszont két-háromszoros, de elsősorban nem az addigi tanulmányi eredmény a mérvadó, bár azért azt is nézik, hanem a motiváció, a kreativitás, a gondolkodásmód számít. (*portfolio.hu*)

Banai Endre és Dobó Dorina Gabriella összeállítása

MKE-HÍREK

Rendezvénynaplár (2022)

április 1–3.	54. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaaverseny – Döntő	Debrecen
április 7–9.	ECTN-GA 2022	Budapest
május	Küldöttközgyűlés	Budapest
június 15–17.	Vegyészkonferencia	Eger
június 26–30.	18 th European Student Colloid Conference	Szeged
	Varázslatos Kémia nyári tábor	
szeptember	Biztonságtechnika Szeminárium 2022	
szeptember 7–10.	18 th Central European Symposium on Theoretical Chemistry	Balaton-szárszói
szeptember 23–24.	XIX. Országos Diákvagyész Napok	Sárospatak
október	Őszi Radiokémiai Napok	
november 24.	Kozmetikai Szimpózium	Budapest

Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy a személyi jövedelemadójuk 1 százalékának felajánlásából idén 814 090 forintot

utal át a NAV Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásait, köszönjük, hogy egyetértenek a kémia oktatásáért és népszerűsítéséért kifejtett munkánkkal. A felajánlott összeget ismételtelen a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaaverseny, valamint a 2021-ben tizenharmadszor megrendezett Kémiatábor egyes költségeinek fedezésére használtuk fel, valamint arra a célra, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő határon túli honfitársunkhoz.

Ezúton is kérjük, hogy a 2021. évi SZJA bevallásakor – értékelve törekvéseinket – éljenek a lehetőséggel, és személyi jövedelemadójuk 1%-át ajánlják fel az erre vonatkozó Rendelkező nyilatkozat kitöltésével.

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

Az MKE adószáma: 19815819-2-41

Felhívjuk szíves figyelmüket, hogy amennyiben a NAV készíti el az adóbevallásukat, úgy külön kell nyilatkozni az 1 százalékról.

Terveink szerint 2022-ben az így befolyt összeget ismételtelen a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az LIV. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaaverseny, valamint a 2022-ben tizennegyedszer szervezendő Kémiatábor egyes költségeinek fedezésére használjuk fel.

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

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXVII. No. 4. April

CONTENTS

<i>Our promising young chemists</i>	102
PÉTER SZALAY	
<i>Theoretical reaction dynamics research at Szeged University</i>	103
GÁBOR CZAKÓ	
<i>The innovative nature of European – and Hungarian – chemical industry. An interview with Director Csaba Szabó (Hungarian Chemical Industry Association)</i>	106
TAMÁS KISS and ENDRE BANAI	
<i>Film evaporators with tube bundle heaters</i>	109
ANTAL ZÁDORI	
<i>Rusting – a common phenomenon in chemical education</i>	110
ÉVA DOBÓ-TARAI	
<i>Preventing the disappearance of chemistry and physics teachers. An interview with Tamás Weiszbürg</i>	115
BARNA BORBÁS	
<i>Cloude poking. The Favipiravir saga</i>	118
DEZSŐ CSUPOR	
<i>Hommage à Béla Vízi</i>	120
PÁL SOHÁR	
<i>Historical auxiliary materials in textile industry</i>	122
CSABA KUTASI	
<i>Chembits</i>	126
GÁBOR LENTE	
<i>The Society's Life</i>	128
Obituary	
<i>Ágnes Hargitai-Tóth</i>	129
JÓZSEF JEKŐ and JÓZSEF KÓNYA	
<i>News of the Month</i>	129

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.