

A TARTALOMBÓL:

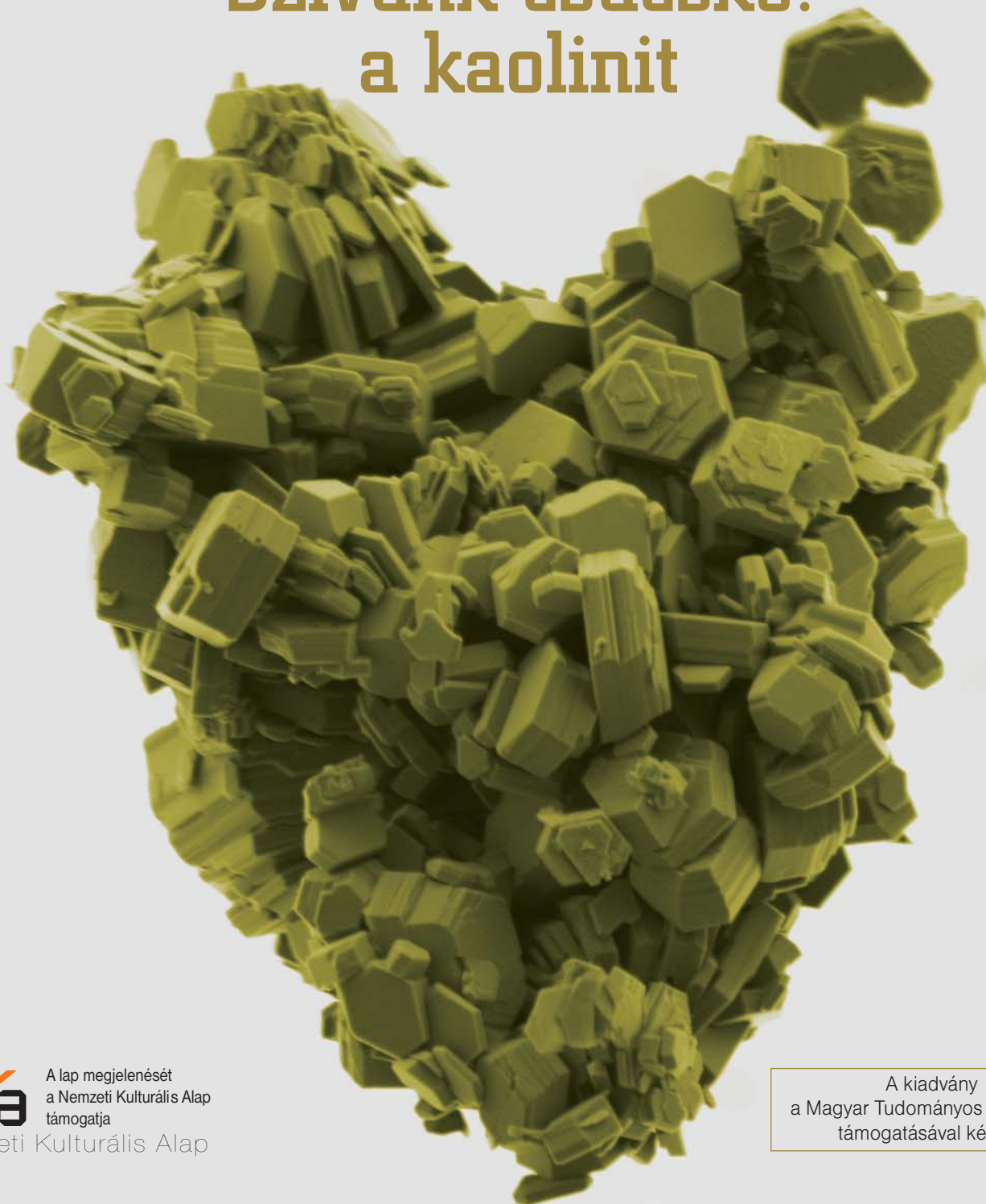
- Kristóf János:
mindig jó mérnök
szerettem volna lenni
- Hová lettek a tanárok?
- Az MKL jubileuma:
közelmúlt és jelen
- Az algák kémiája



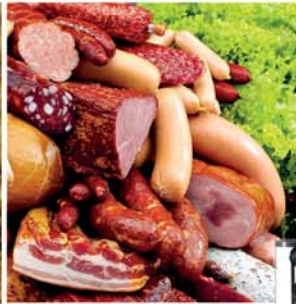
MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXVI. ÉVFOLYAM • 2021. ÁPRILIS • ÁRA: 850 FT

Szívünk csücske: a kaolinit



NITROGÉN / FEHÉRJE ANALIZÁTOROK



- * élelmiszerek
 - * talajok
 - * gabonák
 - * növények
 - * bio-iszapok
- vizsgálatához



elementar
Analysensysteme GmbH

EXCELLENCE IN ELEMENTS



AKTIV INSTRUMENT Kft.

ANALITIKAI BERENDEZÉSEK, AUTOMATA ANALIZÁTOROK
1145 Budapest Pétervárad u. 14.
Tel.: (1)-789-2778, Fax: (1)-785-8489
Mail: kozpont@aktivinstrument.hu
web: www.aktivinstrument.hu

Egyedülálló előnyök:

- * gyors és olcsó mérés: 4 perc/minta (napi >300 minta)
- * makro bemérés: 1g-ig / 5g-ig, detektálás: 500 mg N abs.
- * egyszerű felépítés, olcsó üzemeltetés CO₂ gázzal, felügyelet nélkül
- * önregeneráló redukciós egység: karbantartás 2000 mérésenként
- * megbízható eredmények, kétfokozatú tökéletes égetés
- * évekig stabil kalibráció - egyetlen kalibráció minden mintára
- * extrém hosszú élettartam: a fő egységekre **10 év garancia**
- * bemérés 5mL-es acéltégelybe, mintaelőkészítés nélkül (MAX)



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

Szerkesztőség:

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

Szerkesztők:

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

Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:

SZÉPVÖLGYI JÁNOS,
a szerkesztőbizottság elnöke,
ANTUS SÁNDOR, BIACS PÉTER,
BUZÁS ILONA, HANCSÓK JENŐ,
JANÁKY CSABA, KALÁSZ HUBA,
KEGLEVICH GYÖRGY, KOVÁCS ATTILA,
LIPTAY GYÖRGY, MIZSEY PÉTER,
MÜLLER TIBOR, NEMES ANDRÁS,
ifj. SZÁNTAY CSABA, SZABÓ ILONA,
TÖMPE PÉTER, ZÉKÁNY ANDRÁS

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

Szerkesztőség: 1015 Budapest, Hattyú u. 16.

Tel.: 36-1-225-8777, 36-1-201-6883

Fax: 36-1-201-8056

E-mail: mkl@mke.org.hu

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete

Felelős kiadó: ANDROSITS BEÁTA

Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.

Nyomás: Europrinting Kft.

Felelős vezető: ENDZSEL ERNŐ

ügyvezető igazgató

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete

Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank

10700024-24764207-51100005 sz.

számlájára „MKL” megjelöléssel

Előfizetési díj egy évre 10200 Ft

Egy szám ára: 850 Ft. Külföldön terjeszti

a Batthyány Kultur-Press Kft.,

H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6.

1251 Budapest, Postafiók 30.

Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:

SÜLI ERIKA

Magyar Kémikusok Egyesülete,

1015 Budapest, Hattyú u. 16.

Tel.: 36-1-201-6883, fax: 36-1-201-8056,

e-mail: mkl@mke.org.hu

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

Index: 25 541

HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)

HU ISSN 1588-1199 (online)

DOI: 10.24364/MKL.2021.04

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



Idehaza szinte pontosan egy évvel ezelőtt kezdtük az arcunk felé kollektíve elborítani, ezzel összefüggésben pedig ijesztő sebességgel és módon borult fel az addig megszokott világunk. Ezek a hatások számos szinten jelentek meg az életünkben: némelyek gyors, nyilvánvaló és közvetlenül érzékelhető, míg mások rejtettebb, közvetettebb és csak hosszabb távon megnyilvánuló módon. Előbbiek közé tartoznak a rettenetes egészségügyi és gazdasági következmények, utóbbiakhoz sorolható a home office intézményének, valamint az online értekezletek, konferenciák és oktatás gyakorlatának soha nem látott mértékű kultiválása, annak minden pszichés hatásával. Bőven van tehát miről beszélni, gondolkodni. Ez meg is történik. Nap mint nap az arcunk és az életünk felének elborulása dominálja a médiát, a közbeszédet, a közgondolkodást. Mindeközben azonban szinte alig esik szó egy kiemelten fontos dologról: arról, hogy mi is történik a tudományjal, illetve mit is gondol a világ a tudományról ennek a rettenetnek a kellős közepén. Ez a kommunikációs úr a tudományos világ számára feltűnő, míg a közgondolkodás számára szinte észrevételen marad. A problémára úgy tekinthetünk, mint egy éremre, aminek (értelemszerűen) két oldala van: egy fényesebb, és egy sötétebb. Ami a fényes oldalt illeti, látványosan erősödött az elmúlt évben. A tudomány világán belül, különösen azok számára, akik kutatóként a SARS-CoV-2 elleni küzdelemben aktívan érintettek, egyértelműen érzékelhető, hogy éppen az ilyen krízishelyzetek mutatják meg erőteljes módon, miért is van szükség a tudományra, az alapkutatásokra, az ebből kiindulni képes teljes innovációs láncra, illetve a mindezt „működtető”, kiválóan képzett tudományos elemekre. Ezen a világon belül az elmúlt évben határozottan nőtt a kutatói ön-, misszió- és szereptudat, és világszerte eddig példán nélküli kollaborációk alakultak ki (sokszor amúgy rivális) kutatócsoportok között. A Richter Gedeon Nyrt.-ben 2020-ban közvetlenül is megtapasztaltuk mindezt a remdesivir hatóanyag laboratóriumi, illetve nagy léptékű szintézisének megvalósításakor, ami váratlan kihívásokkal volt tarkítva, és hatalmas szakértelmet, innovatív gondolatokat, kiváló multidiszciplináris együttműködések igénylő bravúros kémiai és analitikai megoldások egész sorát tartalmazta. Nagy büszkeséggel töltött el minden résztvevőt az a tudat, hogy az országban egyedül a Richterben áll koncentráltan rendelkezésre az a fajta széles szakértelempektrum és műszeres, illetve technológiai infrastruktúra, ami ezt lehetővé tette. A témában érintett rengeteg kolléga áldozatkészsége, tenni akarása, küldetésstudata pedig egészen rendkívüli volt. Az érem sötétebb oldala viszont az elmúlt évben a vírushelyzettel összefüggésben jóval sötétebbé vált. A közgondolkodás egyre rohamosabban látszik távolodni a tudományos gondolkodás normáitól (többek között: bizonyítékokat kereső, tudásalapú, fegyelmezett, precíz, analitikus gondolatosság). A felszínesség, a konteók, a dezinformációk, az áltudományok, az intézményes tudatmanipulációk és a közösségi média véleménypolarizáló hatása vesz körbe, méghozzá szinte soha nem látott mértékben (a Földön talán még sosem volt ennyi laposföld-hívő!). Úgy tűnik, mintha az emberiség az utóbbi időkben egyre inkább veszítené el azt a mentalitást, amit Galileo Galileitől eredeztetünk a „tudományos módszer” eszméjének és módszertanának megteremtése okán. Igen fontos, hogy lássuk, értsük ennek az éremnek mindkét oldalát! Ugyanis ennek a megértésnek a birtokában tudunk igazán, mélységében ráeszmélni, hogy mi a minőségi közoktatás, ezen belül kiemelten a természettudományos oktatás igazi jelentősége, különösképpen most: csakis ez biztosíthatja a természettudományos képzettségű tanár- és szakemberutánpótlást a fényes oldalon, és ettől remélhetjük a sötét oldal „megvilágosodását”. Drámaian sok múlik azon, hogy ezt a világot belássa! A Magyar Kémikusok Lapja ezt a szellemiséget, ezt a szándékokat képviseli, ennek megfelelően ebben az évben számos olyan tartalmat kíván közölni, ami az érem mindkét oldalának „fényesítésére” irányul. Elszántan küzdünk nemcsak azért, hogy mihamarabb a teljes arcunkat mutathassuk, hanem hogy Galileo Galilei eszmeisége újra erőre kapjon a világban!

Budapest, 2021. április

Szántay Csaba

Szántay Csaba
Richter Gedeon Nyrt.
egyetemi magántanár
az MKE alelnöke

TARTALOM

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

Mindig jó mérnök szerettem volna lenni. Interjú **Kristóf János** professzorral 102

HAZAI KUTATÓMŰHELYEK BEMUTAKOZÁSA

Dormán György: A kombinatorikus kémia tündöklése, hanyatlása és újjászületése. Hatása a modern gyógyszerkutatásra. II. 106

JUBILEUM: AZ MKL 75. ÉVFOLYAMA

A közelmúlt és a jelen. Részletek **Kiss Tamás** interjúból 112

KÖZOKTATÁS – TANÁRI FÓRUM

Holtzer Péter, Szakmány Csaba, Szalay Luca: Mi a kémiaoktatás valódi problémája – avagy hová lettek a tanárok? 117

KITEKINTÉS

Braun Tibor: Szemelvények az algák és tengeri növények kémiájából. Alkalmazásuk emberi fogyasztásra 122

VEGYÉSZLELETEK

Lente Gábor rovata 126

MEGEMLÉKEZÉS

Hargittai István: Ronald Gillespie (1924–2021) 128

EGYESÜLETI ÉLET

A HÓNAP HÍREI 130



Címlapunkon:
Királyhegyről származó kaolinit pásztiázó elektronmikroszkópos felvétele



Mindig jó mérnök szerettem volna lenni

Interjú Kristóf János professzorral

Néhány hete azzal kerestük meg Kristóf János professzort, hogy interjút kérjünk a Magyar Kémikusok Lapja számára. Tőle tudtuk meg, hogy a SpectrOpus, az MKE Spektrokémiai Társaságának kétnyelvű hírlevele nemrég közölt vele beszélgetést abból az alkalomból, hogy az MKE Than Károly Emlékéremmel tüntette ki. A Ziegler Ildikó kérdéseiből és Kristóf János válaszaiból kirajzolódó, példaértékű életet bemutató interjú közzétételéhez az engedélyt örömmel megkaptuk, mi csupán néhány kérdéssel egészítettük ki: ez a rész is beépült az interjú szövegébe.

Kristóf Jánost egész szakmai pályafutása a Veszprémi, ma Pannon Egyetemhez köti. A nagy összegű kutatási pályázatok közül egy EFOP-, három GINOP-, három TÁMOP-, több OTKA-projektet vezetett. Két szabadalom fűződik a nevéhez. Tudományos munkássága eredményeként 185 publikációt tett közzé referált folyóiratban, kumulatív impactfaktoruk 270. Az MKE munkájában több mint negyven éve vesz részt. 2016 és 2019 között az MKE Spektrokémiai Társaságának társelnöke volt, 2015-től az MKE Termoanalitikai Szakcsoportjának elnöke. Számos kitüntetés birtokosa; 2019-ben megkapta a Magyar Érdemrend Tisztikeresztjét. 2020 januárja óta professor emeritus. (A szerk.)

– Engedd meg, hogy szívből gratuláljak a Than Károly Emlékéremhez! Egyúttal szeretnélek megkérni ennek apropóján, hogy oszd meg az olvasókkal néhány gondolatodat és emlékedet.

A hírt hallva eszembe jutott, hogy először hosszú évekkel ezelőtt Svédországban, a Luleåi Műszaki Egyetemen találkoztunk. A magam részéről a tapasztalatot szűrtem le, hogy egy-egy személyes találkozásnak komoly hatása lehet a későbbiekben. Szeretném megkérdezni, hogy ki vagy kik voltak életedben, akik leginkább befolyásolták a szakmai utadat és akikre a legszívesebben emlékszel vissza szemléletformáló erejük vagy tanítókészségük miatt. Mi ragadott meg legjobban velük kapcsolatban?

– A Veszprémi Vegyipari Egyetem Szilikémiai és Technológiai Ágazatán 1974-ben szereztem vegyészmérnöki oklevelet. Én mindig jó mérnök szerettem volna lenni, egyetemi-akadémiai karrierben soha nem gondolkodtam, ugyanis erre abban az időben csak nagyon kevés kezdő mérnöknek volt lehetősége. Akinek mégis sikerült egyetemen vagy kutatóintézetben maradnia, az hatalmas presztízsnek számított.

Amikor kiköltöztem a kollégiumból és az utolsó csomagomat kötöztem fel a motoromra, az egyik szaktársam mondta, hogy kerestek az Analitika Tanszékről. Ez na-



A laboratóriumban (Fux Marcell felvétele)

gyon meglepett, mert negyed-ötödében már nem volt kapcsolatom a Tanszékkal. Itt közölték velem, hogy a Tanszék kapott egy tanársegédi státuszt, s ha érdekel a lehetőség, felvesznek a listára. Másnap megvolt a döntés, és megkaptam az állást. Tehát úgy is lehet mondani, hogy az egyetemi karrierem pusztán a véletlenen múlt. Az Analitika Tanszéken termoanalitikával kezdtem el foglalkozni, mivel akkor az egyetlen, forintért beszerezhető nagymű-

szer a derivatográf volt. A termoanalitikában akkor Magyarország vezető szerepet játszott. A MOM több mint 4000 derivatográfot adott el szerte a világban. Ezt a rekordot a nyugati műszergyártók a mai napig sem tudták megdönteni. Az akkori tanszékvezető, Inczedy János professzor azt a feladatot adta, hogy dolgozzak ki egy módszert a hőbomlási reakciókban felszabaduló víz folyamatos, szelektív meghatározására. Ez azért volt fontos, mert a



legtöbb bomlásreakcióban keletkezik víz, de ennek még a kvalitatív detektálására sem volt igazán mód. A munka során együttműködtem a Paulik testvérekkel. Egy év után már megkaptuk a szabadalmat és elkészült az első deszkamodell is. Az első széria bevizsgálása után már megvolt a szerződés a sorozatgyártásra, amikor váratlanul jött egy telexüzenet, hogy a MOM csődbe ment, így a sorozatgyártásból már nem lett semmi. Időközben már kidolgozták a TG-MS módszert, és ezzel a bomlás-gázt tömegspektrométerrel elemezték, szelektív detektorokra már nem volt szükség. Ezután már nem volt értelme itthon műszer-, vagy szenzorfejlesztéssel foglalkozni, mert abban a társadalmi környezetben a Nyugattal nem tudtunk versenyezni.

Szakmai pályám során az első fordulópont akkor következett be, amikor Gábor-né Fehér Magdolna egyetemi docens az ELTE-ről megkeresett azzal a kéréssel, hogy a vízdetektorral végezzem el néhány agyag-ásvány interkalációs komplex vizsgálatát. Ez az együttműködés nagyon sikeres volt, publikációinkra rengeteg hivatkozást kaptunk, és a téma jelenleg is az egyik kutatási főirányunk. A másik fordulópontot az jelentette, hogy 1989-ben sikerült beszereznünk egy BIO-RAD FTIR-spektrométert. Liszi János professzor, az akkori tanácsvezető olasz kapcsolatai révén eljuttattam a Ferrarai Egyetemre, s a termikus analízis és az FTIR-spektroszkópia kombinálásával be tudtam kapcsolódni az elektrokatalitikus filmek képződési mechanizmusának vizsgálatába. Mivel a titánlemez hordozón kialakított néhány száz nm vastagságú fekete bevonatok semmilyen hagyományos IR-technikával nem vizsgálhatók, a rendkívül ritkán alkalmazott emissziós módszer jöhetett csak szóba. Ebben a munkában Mink János professzornak kulcsszerepe volt.

1995-ben kaptam egy NATO-ösztöndíjat a CNR Padovai Elektrokémiai Kutatóintézetébe. Ez a lehetőség újabb áttörést jelentett. Ugyanis a prekürzorsók alkoholos oldatából szolgél eljárással, a bevonat hőkezelésével kialakított vegyesoxid-film képződési mechanizmusa tökéletesen leírható volt mind a szilárd, mind a gázfázisban lejátszódó folyamatok vizsgálatán keresztül a termoanalitika, az emissziós IR-spektroszkópia és a szekunderion-tömegspektroszkópia kombinálásával.

1996-ban egy budapesti konferencián az

agyagásvány-szekcióban Ray Frost ausztrál professzorral egymás mellett volt a poszterünk. Szimpatikus ember benyomását keltette. Megígértem, hogy küldök neki egy királyhegyi kaolinmintát. Rövid időn belül kaptam tőle egy lelkesítő levelet, amelyben azt írta, hogy ilyen gyönyörű kaolinitkristályokat még soha nem látott, és készülő könyve címodalára teszi. Felajánlotta, hogy működjünk együtt. Ez volt szakmai pályafutásom következő fordulópontja, sőt emberileg is példaképnek tekintetem. Karrierjét a vidéki Ausztráliában középiskolai tanárként kezdte. Egyszerre három településen is tanított, s egy szolgálati lovon közlekedett.¹ Szorgalmas munkával küzdötte fel magát a nemzetközi élmezőnybe, több mint 600 publikációja jelent meg, hosszú időn keresztül volt a Nemzetközi Agyagásvány Társaság elnöke. Három alkalommal volt Veszprémben vendégprofesszor, és én is három hónapot töltöttem vendégkutatóként Brisbane-ben, a Queenslandi Műszaki Egyetemen. Nyugdíjba vonulásáig szerény, önzetlen ember maradt, jelenleg emeritusként tovább dolgozik. A 93 közös közleményünkre több mint 2500 hivatkozást kaptunk, így ő volt az, aki leginkább hatással volt szakmai pályafutásomra.

A következő – s már koromnál fogva elmondhatom, hogy végleges – szakmai irányváltást az agyagásvány-nanoszerkezetek molekuláris szintű vizsgálata jelentette. Ez a munka a természetes anyagokon alapuló, robusztus, környezettechnológiai célokra alkalmazható rendszerek, például adszorbensek, katalizátorok fejlesztését és tervezhetőségét alapozza meg. Szépsége és nehézsége az, hogy nagyon sok szakterület együttműködését igényli.

– *Az egyetemi éveid alatt hogyan fordult érdeklődésed a tudomány felé? Mely megoldandó szakmai feladatok keltették fel legjobban az érdeklődésedet?*

– Eredendően gépészmérnök szerettem volna lenni, de nem tudtam szépen rajzolni. Így maradt a vegyészmérnöklés. Mindig is a gyakorlati problémák érdekelték, ezért a műszer-, illetve módszerfejlesztés az egyik kedvenc területem volt. A számításhoz kémiát és a kemometriát rendkívül nagyra értékelem, de részben absztrakt jellegük miatt ezek a területek nem vonzottak. Ugyanakkor nélkülük a jelenlegi kutatási területek sem művelhetők sikeresen.

Mi a véleményed, mely kutatási irányok a legjelentősebbek manapság a molekulaspektroszkópia területén? Milyen változások, trendek figyelhetők meg a kutatás élvonalában ezen a területen?

– A kutatási trendek nagyon gyorsan változnak egyrészt a megoldandó problémák változatossága, másrészt a publikációs kényszer miatt. Azt gondolom, hogy a molekulaspektroszkópia, mint módszer, jelentősége növekedni fog, különösen a mikroanalitika, a felületi és határfelületi vizsgálatok és a biokémiai, biológiai rendszerek vizsgálata területén. A műszertechnika, az informatika és az adatkezelés fejlődésével a kémiai térképezés és a képalkotó módszerek robbanásszerű fejlődése figyelhető meg, amelyek alapjaiban új lehetőségeket kínálnak a kémiai anyagvizsgálatok területén is. Ezek az eredmények például a vízanalitikában (pl. mikroműanyagok) vagy a szerkezeti vizsgálatokban (pl. diamond like carbons) már most hasznosulnak.

– *Milyen műszaki fejlesztést vagy műszaki probléma megoldását látnád legszívesebben, ami által újabb mérföldkőhöz érkezhetsz a spektroszkópiai anyagszerkezet-kutatás?*

– A mikroméretű anyagok vizsgálatára alkalmas (elsősorban reflexiós) módszerek fejlesztését tartanám igazán fontosnak. Emellett a képalkotó módszerek továbbfejlesztésére is szükség van.

– *Közismert, hogy hosszú éveken át behatóan foglalkoztál a kaolinit interkalációs komplexek vizsgálatával. Látsz-e esetleg valamilyen kiaknázatlan területet ennek az agyagásványnak a felhasználási lehetőségei között, vagy olyat, amelyet érdemesnek találnád ipari felhasználás céljára?*

– Az agyagásványok szerkezeti változatossága rendkívül széles körű ipari felhasználást tesz lehetővé. Mivel külső és belső felületük könnyen módosítható, a felhasználási területek tovább bővíthetők. Úgy gondolom, a „kiaknázatlan” területeken való alkalmazásokat a természettől kellene megtanulnunk. Például, az utóbbi évek egyik igen érdekes agyagásvány-kutatási területe az aluminoszilikátok fotokémiai tulajdonságainak vizsgálata. A takaratlan talajok szervesanyag-csökkenése és a vizek öntisztulási folyamatai többek között az agyagásványok fotokatalitikus tulajdonságaival hozhatók összefüggésbe. Vagyis a szerkezeti változatosság és az ásványos szennyezettség a környezettechnológiai alkalmazásokban előny is lehet.

– *Életeredet végigkísérte az oktatás is. Mik a tapasztalataid az utóbbi időben végbenő változásokkal kapcsolatban? Tovább*

¹ Talán megemlíthetjük itt Lengyel Béla, az ELTE néhai professzorának szavait Eötvös Lorándról: „... sokoldalú ember volt. Szenvedélyes turista, a Dolomitok számos csúcának első megmászója, lovas. Mondják, hogy pestszentlőrinci házából az Esterházy utcai (ma Puskin utca) fizikai intézetébe gyakran lóháton közlekedett be.”



Az Oktatói Szolgálati Emlékérem átvételekor (2020)

bá, milyen trendeket látsz körvonalazódní a hallgatók és a munkaadók érdeklődési területei szempontjából?

– Korábban sokkal személyesebb volt az oktatók és a hallgatók közötti kapcsolat, de ez igaz volt a hallgatók közötti kapcsolatokra is. A Bologna-rendszerű képzés előtt egy tankör egy közösség volt, mindenki ismert mindenkít, most viszont minden szemeszterben idegenek ülnek egymás mellett az órákon. Az én időmben szombat délután 2 órakor volt vége az oktatásnak, utána jöttek a közösségi programok. A hétvégét többnyire együtt töltöttük, még a Balatonalmádban lakó évfolyamtársak is csak havonta egyszer mentek haza. Ez ma már elképzelhetetlen, nincsenek igazi közösségek. A hallgatók elsősorban a diploma mint dokumentum mielőbbi megszerzésére törekednek, az értelmiségi létre való felkészülés lehet személyes igény, de egyre inkább nem társadalmi, munkaadói elvárás. A munkaadókat elsősorban a jól és azonnal használható munkaerő érdekli, a képzésre csak néhány cég hajlandó erőforrást fordítani. Persze, a szakterületek közötti különbségek nagyok. A gépészet és a mechatronika jelenleg nagyon „kapós”. Ezekben a területeken a cégek hozzáállása is más, megértették, hogy ha jó szakembert akarnak, nekik is a „kapun belül” kell lenniük.

– Hogyan változott a vegyész-mérnök-képzés az utóbbi évtizedekben? Lehet már sejteni, mit jelenthet az egyetem „átszervezése” a Mérnöki Kar számára?

– Több mint 50 évet töltöttem el a Veszprémi (mai nevén Pannon) Egyetemen, így a vegyész-mérnök-képzéssel kapcsolatos it-

teni tapasztalataimat mondanám el, bár a Műegyetemi kollégákhoz is több évtizedes szakmai együttműködés köt. Az Intézményt 1949-ben a BME Nehézvegyipari Karaként hozták létre, amely 1951-től Veszprémi Vegyipari Egyetem néven önálló entitássá vált. Közel 10 éves rektorhelyettesi tevékenységem során sokszor megkérdeztek tőlem, mi különböztet meg minket a többi hasonló profilú intézménytől. Mindig azt válaszoltam, hogy az állandó megújulásra való törekvés és a családias légkör. Nem másoltunk másokat, nem vettünk át sémákat, mindig a saját utunkat jártuk, ezt jelentette a „veszprémi szellem”. Az egyetemet Polinszky Károly vezetésével fiatal oktatók alapították, s az ebből fakadó – a gyakorlati problémák megoldásához szükséges – dinamizmus máig jellemző ránk. Az indulás nehéz volt (pl. az Analitika Tanszék kezdetben csak egy analitikai mérleggel rendelkezett, amihez a súlysorozatot a Radiokémia Tanszektől kérték kölcsön).

A képzés alapvetően meghatározó eleme volt a hallgatók és az oktatók közötti bensőséges viszony (a magyar lélek mellérendelő). Ez részben magától értetődő volt, mivel mintegy 300 oktatóra 800 hallgató jutott. A vegyész-mérnök-képzés súlypontját a diszciplínát alapvetően meghatározó két terület, a vegyipari műveletek (unit operations) és a folyamatszabályozás (process control) jelentette. Veszprémben s Budapesten is prioritást kapott a „generalista” szemlélet, a praktikus ismeretek mellett az alaptudományok, általános ismeretek oktatása. Ennek köszönhető, hogy bár a végzett vegyész-mérnökök mintegy fele-

nem a vegyiparban, hanem más területeken helyezkedik el, mégis sikeres szakmai karriert mondhat magáénak. A Bologna-rendszerű oktatás bevezetésével szükségszerűen megszűnt a képzés „elit” jellege, de az is igaz, hogy egy munkahelyen nem csak magasan képzett szakemberekre van szükség.

Az elmúlt évtizedekben a változások az élet minden területén felgyorsultak, így az új követelményeknek való megfelelés állandó kihívást jelent és a képzés folyamatos korszerűsítését követeli meg. Ma már egy mérnök nem lehet sikeres informatikai, közgazdasági és jogi ismeretek nélkül. Ez szükségszerűen azt eredményezte, hogy a szakmai törzsanyag – ezen új területek belépése miatt – fokozatosan zsugorodik, ami szakmai szempontból kedvezőtlen tendencia. Ugyanakkor ezt a zsugorodást részben kompenzálja a számítástechnika, mely a vegyész-mérnöki tevékenységet a vegyipari berendezések, technológiai rendszerek tervezése, modellezése és üzemeltetése területén rendkívül jelentős mértékben segíti.

Az utóbbi időszakban több vidéki intézményben (pl. Miskolcon, Debrecenben Szegeden) is indult vegyész-mérnök-képzés. Az még kérdéses, hogy ez mennyire lesz sikeres. Bár az elmúlt kb. 20 évben a felsőoktatási intézmények száma szinte megduplázódott, műszaki területen új intézményt nem hoztak létre, mivel ehhez több évtizedes múltra visszatekintő szakmai műhelyek szükségesek. A vegyész-képzésben kiemelkedő vidéki egyetemek esetén a problémát abban látom, hogy a mérnök-képzés alapvetően más megközelítést, illetve szemléletmódot igényel.

Az egyetemek átszervezése olyan kérdéseket vet fel, amelyekre most nehéz lenne választ adni. Bár a hallgatók szempontjából érdektelen, hogy a fenntartó az állam vagy egy konzorcium (a képzés csak az akkreditált tanterv szerint folyhat), kérdés, hogy a kétségtelenül nagyobb mozgástér mellett milyen prioritások fognak érvényesülni (minőség vagy mennyiség, tömegképzés vagy elitképzés, egyes cégek/cégcsoportok kiszolgálása és az ebből fakadó kutatási prioritások stb.).

– A bevezetés megemlíti néhány nagyon komoly kutatási-ipari projekt irányítását. Melyek voltak a legjelentősebbek?

– Az általam vezetett legfontosabb projektek nagy, integrális programok voltak, több száz oktató/kutató részvételével. Ezek közül a legjelentősebb a győri Széchenyi István Egyetemen közös „Mobilitás és környezet” elnevezésű TÁMOP-projekt volt



A nagy Mobilitás-projekt konferenciáján

2010 és 2012 között, 3,2 milliárd Ft támogatással. Veszprémi részről én, győri részről Czinege Imre professzor koordinálta a szakmai munkát, Palkovics László akadémikus volt a kutatási igazgató. Ez a projekt azért volt modellértékű, mert megmutatta, hogy a különböző területeken dolgozó szakemberek együtt tudnak működni egy közös cél – jelen esetben a környezetkímélő mobilitás – elősegítése érdekében. Új, a gyakorlatban közvetlenül alkalmazható tudományos eredmények születnek az olyan – egymással látszólag össze nem függő – területeken, mint például a műanyag nanokompozitok fejlesztése, a magnetoreológiai folyadékok járműipari alkalmazása, a gépjárművektől származó részecskeemisszió ökotoxicitás-vizsgálata, a toxikus nehézfémek állati szervezetekre gyakorolt hatásának vizsgálata, a járműipari elektromos rendszerek, szoftver-szenzorok és diagnosztikai módszerek fejlesztése,

a környezetbarát üzemanyagok kidolgozása, motorkopás-vizsgálatok. A projekt befejezésekként 12 ipari/egyetemi partner együttműködésével megalakult a Járműipari Konzorcium, mely a kutatómunka folytatását és az eredmények hasznosítását tűzte ki célul.

A Mérnöki Kar működését kezdetektől fogva az iparral való szoros együttműködés jellemezte. Különösen fontos volt ez például a szilikátkémia és -technológia vagy az ásványolaj- és széntekológia területén, mivel ezeknek az iparágaknak a szakmai hátterét – néhány budapesti kutatóintézetet leszámítva – Veszprém adta. Az iparral való együttműködés új formái is megjelentek, ilyenek például a Kooperációs Kutatási Központok. A szakemberek iránti megnövekedett igény következtében jött létre például a MOL Ásványolaj- és Széntekológia Tanszék, amely már a vállalat által megadott feladatokra készíti fel a végzős mérnököket.

Bár a vegyész-mérnök-képzés változatlanul magas színvonalú, problémát okoz az oktatói gárda előregedése és a szakemberutánpótlás nehézsége. A jelenlegi jövedelmi viszonyok mellett már nem vonzó az egyetemi karrier, a PhD megszerzése után a tehetséges fiatalok leginkább az iparban képzelik el a jövőjüket.

– *A vegyészek között sok házastársi kapcsolat szövődik, de kevés olyan akad, ahol mindketten professzorok lesznek. A Kristóf házaspár a kevesek közé tartozik, és közös kutatásaik is vannak. Összemosódtak az*

otthoni és a munkahelyi élet, vagy egy kutatónak amúgy is leginkább a feje a „munkahelye”?

– Feleségem, Horváth Erzsébet, korábban oldat-egyensúlyokkal és elválasztástechnikával foglalkozott. A közös munkát a felületek és réteges szerkezetű anyagok vizsgálata jelenti. Jelenleg a Felületek és Nanostruktúrák Kutatócsoport vezetője, és három GINOP-program keretében az agyagásványok környezet-technológiai hasznosítását megalapozó alapkutatásokat koordinálja.

Életünkben, természetesen, a közös szakmai érdeklődés összekötő kapocs, de nem csak ez a meghatározó. Mindketten erős szálakkal kötődünk a népi, paraszti kultúrához és a hagyományokhoz. Gyermekkoromat Gödöllőn töltöttem, a családom 1728-ig visszavezethetően földműveléssel foglalkozott. A kertészkedés, mint hobbi, innen eredeztethető. Huszonöt évvel ezelőtt egy kis faluban (Hidegkút) vettünk egy dűlédező parasztházat, hatalmas kerttel. Ezt rendbe hoztuk, és már 10 éve itt élünk. Az elültetett mintegy 60 gyümölcsfa már szépen terem, a gyümölcs nagy részét elajándékozunk, a maradékot feldolgozzuk lekvár, gyümölcsle vagy pálinka formájában. Ez is értékes „valuta” a barátok körében. Egy falusi gazdaságban semmi sem megy veszendőbe...

– *Engedd meg, hogy még egyszer gratuláljak a rangos elismeréshez! Köszönöm szépen az interjút!*

Ziegler Ildikó

Kedves Szerzőink!

Az utóbbi időkben több baráti jelzést kaptunk olvasóinktól, hogy a lapban megjelent cikkekben sokasodni látszanak a kémiai helyesírásnak vagy az elfogadott kémiai szóhasználatnak nem megfelelő kifejezések, az ábrákon hibás kémiai képletek, egyenletek szerepelnek, ami szokatlan a lap eddigi színvonalához képest.

A szerkesztőségnek, élén a felelős szerkesztővel vállalnia kell a felelősséget a lap hibátlan megjelenéséért mind tartalmában, mind formai elemeiben, és törekednie kell arra, hogy ennek az elvárásnak mindenben eleget tegyen. Több alkalommal kaptunk arra biztatást a szerkesztőbizottságtól, hogy a cikkek bírálati folyamatában jobban építsünk a SZB tagjaira is. Ezt a jövőben megpróbáljuk fokozottan kihasználni.

Meg kell jegyeznünk azonban, hogy a szerkesztőség nem tudja átvenni a szerzők feladatát, amely a kéziratok gondos előkészítését és beküldés előtti alapos átnézését illeti, beleértve az ábrák körültekintő elkészítését. Nyomatékosan leszögezzük, hogy ez a szerzők feladata. A szerkesztőség a beküldött cikkeket elsősorban a közölhetőség végett, a lap célkitűzésének való megfelelés szempontjából vizsgálja.

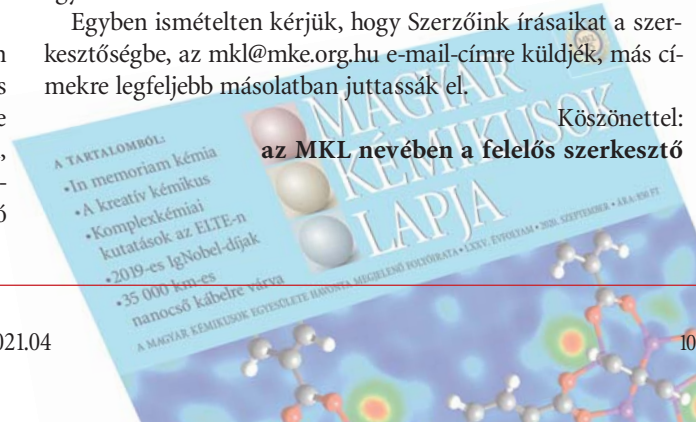
A lap színvonalának megőrzése érdekében a jövőben a szerkesztőség – a szerkesztőbizottság és a bírálók segítségével bízva – körültekintőbb és szigorúbb bírálati rendszert próbál alkalmazni, ami a visszautasítottság szintjének megnövekedését eredményezheti.

A korábbi bírálati elveken túlmenően a felületesen összeállított, hibás képleteket, egyenleteket tartalmazó közleményeket nem fogjuk korrigálni, hanem visszaküldjük a szerzőknek.

Mindez nem szerzőink ellen irányuló intézkedés, hanem közös érdekünk, a lap olvasottságának és népszerűségének megőrzését célozza. Ebben kérjük szerzőink segítségét! Bízunk együttműködésükben!

Egyben ismételtlen kérjük, hogy Szerzőink írásait a szerkesztőségbe, az mkl@mke.org.hu e-mail-címre küldjék, más címekre legfeljebb másolatban juttassák el.

Köszönettel:
az MKL nevében a felelős szerkesztő





Dormán György

■ TargetEx Kft., SZTE Gyógyszerésztudományi Kar

A kombinatorikus kémia tündöklése, hanyatlása és újjászületése

Hatása a modern gyógyszerkutatásra | II. rész

Cikksorozatunkat Furka Árpád professzornak ajánljuk közelgő 90. születésnapjára a kombinatorikus kémia történetében betöltött, nemzetközileg elismert, úttörő szerepéért.

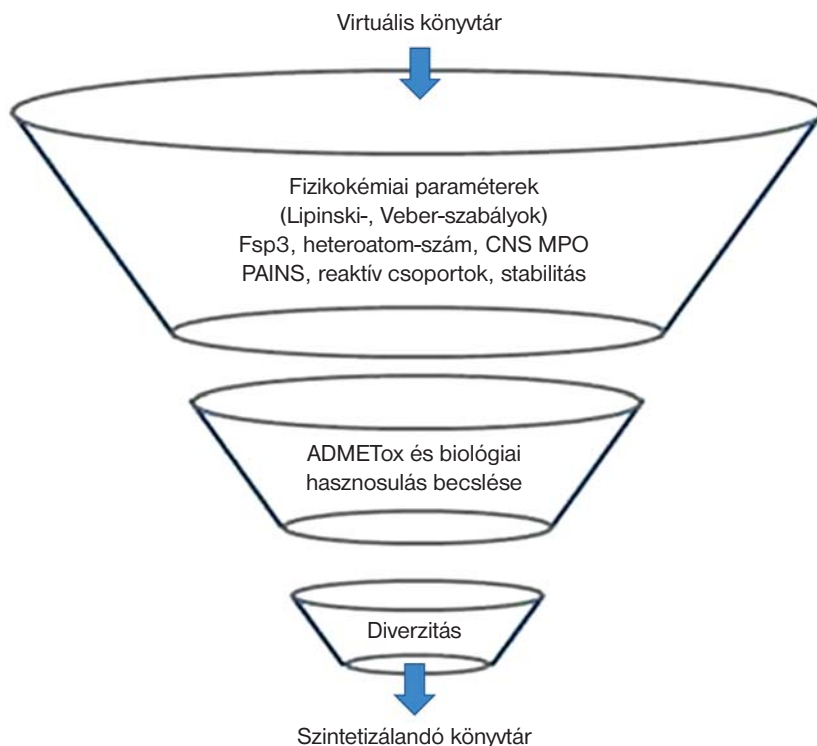
Négyrészes sorozatunkban a gyógyszerkutatás elmúlt 25 évében komoly szerepet játszó kombinatorikus kémia felmerülését, virágzását, hanyatlását, végül újjászületését kívánjuk bemutatni kitekintéssel a hazai szakmai műhelyek hozzájárulására is.

1. Mennyiségből átmenet a minőség irányába

Az innovációk korai szakaszában elsősorban azok a technológiai megoldások domináltak, amelyek nagyszámú vegyület gyors előállítására irányultak, a minőség különösen a keverékkönyvtárak esetén háttérbe szorult. Időközben rájöttünk, hogy bár a kombikem elve az, hogy minden egyes szerkezeti kör összes lehetséges variációját előállítsák, a HTS találati aránya csak 0,01–0,14% [1] között mozgott, azaz nagyszámú szerkezetiileg hasonló hatástalan vegyületet mértek.

Emellett az is nyilvánvalóvá vált, hogy a nagyszámú új molekula önmagában nem javítja a gyógyszerfejlesztés kiesési rátáját, tehát azt, hogy a fejlesztés során a gyógyszerjelölt molekuláknak hány százaléka hullik el különböző okokból. Statisztikák szerint ugyanis az *in vitro* aktív vegyületek 80%-a kiesik a későbbi fázisokban a nem megfelelő farmakokinetikai tulajdonságok, illetve a nem várt toxicitás miatt. [2,3] Az egy gyógyszerre vonatkoztatott kb. 800 millió dolláros ráfordítási költség 75%-a a fejlesztés során elbukott vegyületekre fordítódik.

Ezt a felismerést követően a nagy gyógyszergyárak arra törekedtek, hogy minél korábbi fázisban derüljön ki a molekula alkalmatlansága a későbbi fejlesztésekre, amivel jelentősen csökkenthetik a ráfordításukat („fail fast, fail cheap”). [4]



1. ábra. Virtuális könyvtár *in silico* szűrési lépései

A következő időszak trendjét tehát a szerkezeti diverzitás, a molekulák magasabb minősége, illetve az adott gyógyszerfejlesztésben releváns tulajdonságok korai figyelembevétele jelentette.

A biológiai szűrésben, illetve gyógyszerfejlesztésben releváns tulajdonságok *in silico* szűrésével kisebb méretű, gazdaságosan szintetizálható könyvtárakat nyertek (1. ábra). [5] Ez csökkentette a költségeket, a munka- és környezeti terhelést is. Természetesen ehhez még a szintetizálhatóság előértékelése is igen fontos, mivel ez bizonyos könyvtárakat kiejthet, ami torzíthatja az eredetileg eltervezett diverzitást. [6] Ugyancsak fontos volt a könyvtár alapjául szolgáló vázszerkezet- (kemotípus) új-

donság vizsgálata is, valamint a költséghatékonyság előzetes becslése.

Diverzitás és könyvtárméret

A számítógépes modellezés fejlődésével a lehetséges összes szerkezeti variációból képzett hatalmas virtuális könyvtárakból diverzitásalapú válogatással [7] képezett kisebb molekulaszám is elegendőnek bizonyult a biológiai szűrések tapasztalatai alapján. Jacoby molekuláris ujjlenyomaton alapuló számításai szerint a kémiai tér lefedéséhez 1000–5000 könyvtárméret elegendő. [8] Ennek ellenére a 2001-re a publikált könyvtárak 3/4-e 100 vagy kisebb tag-számú könyvtárat jelentett, elsősorban a



szintetikus kihívások vagy sikertelenség miatt. [9]

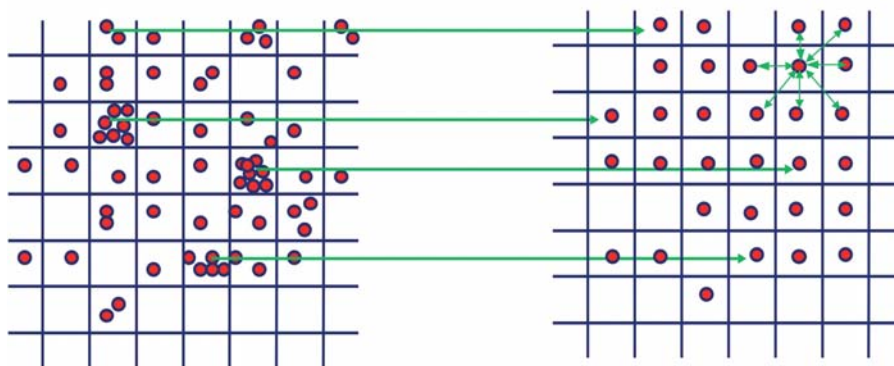
A legfontosabb könyvtártípusok jelentősen eltérnek a diverzitás és a könyvtár-méret szempontjából

1. Felfedező („találomra” szintetizált – „random”)
2. Diverz, kisebb méretű, válogatott könyvtár (2. ábra)
3. „Találatra” fókuszált analógon-könyvtár (3. ábra)
4. Fehérje-célpontra fókuszált könyvtár
5. Fragmentum- vagy vezérmolekula-jellegű könyvtárak

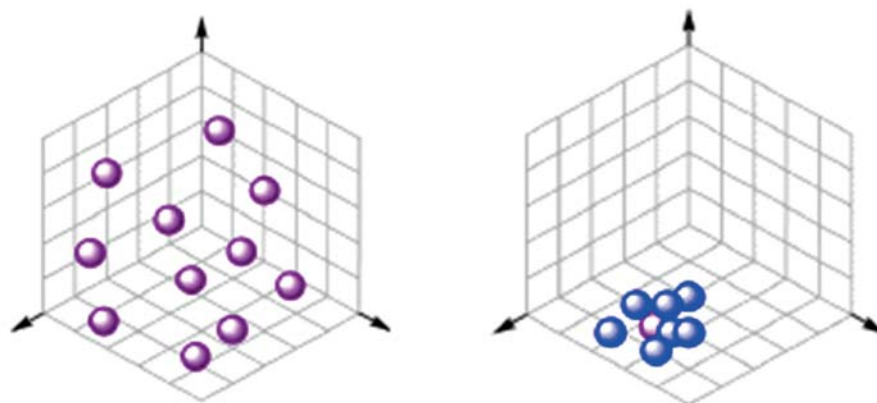
A diverzitás kemoinformatikai megközelítése a vegyületek 2D molekuláris „ujjlenyomatának” (alszerkezeteik bináris kódjának) hasonlóságán és különbözőségén alapszik. [10] Ha a vegyületek egymáshoz való átlagos hasonlósága (vagy a szerkezetileg legközelebb álló vegyületek hasonlósága) alacsony, akkor a vegyületek diverz.

A korai nagy tagszámú (> 5000), ún. felfedező könyvtárak a szintetikusan elérhető összes szerkezeti variációt a szintézis sikerességétől függően véletlenszerűen tartalmazták. Ennek gazdaságosságát és hatékonyságát hamar megkérdőjelezték, így a 2000-es évek közepétől a kisebb célzott/előszűrt molekulakönyvtárak párhuzamos szintézise terjedt el. Első lépésként számítógéppel itt is legenerálták az összes lehetséges szerkezeti variációt, majd az így nyert (gyakran többmillió) virtuális könyvtárat diverzitás, fizikokémiai és gyógyszerjellegűsége jellemző paraméterek becslésével *in silico* leszűrték. [11] A fókuszált analógon-könyvtárak alkalmazási célja az aktív kémiai szerkezet megerősítése, ill. a szerkezet és biológiai aktivitás összefüggésének feltárása volt. E lépés során a találat („hit”) szerkezetéhez közeli analógonokat generáltak le, amelyek az aktív vegyületek legfontosabb szerkezeti motívumait tartalmazták vagy a diverz könyvtár lyukait töltötték ki. [12]

Fehérje-célpontra fókuszált könyvtárakat az ismert aktív ligandumok 2D/3D szerkezeti hasonlósága vagy a célfehérje 3D szerkezetéhez történő dokkolás alapján, ún. virtuális szűréssel generálhatunk. A kemoinformatikai módszerek alkalmasak fizikailag még nem rendelkezésre álló, csak „papíron” elképzelt vegyületek szűrésére, ami lehetővé teszi, hogy csak a virtuálisan aktívnek tekintett vegyületeket állítsák elő. A humán genom DNS és fehérje szekvenciáinak megismerését követően kialakult kemogenomika elve kiterjeszti az egyes fehérje-célpontra célzott könyvtárakat fe-



2. ábra. A diverzitás-szelekció sematikus ábrázolása. A mátrix a kémiai teret jelképezi



3. ábra. A diverz és találatra fókuszált könyvtár szemléltetése a virtuális kémiai térben

hérjecsaldókra, amelyek a szervezetben rokon funkciót látnak el, mechanisztikus és szekvenciahasonlóság kapcsolja össze őket. A fehérjecsaldók tagjaival gyakran hasonló vázszerkezetű kismolekulák (ún. kiváltságos szerkezetek, pl. benzodiazepin) lépnek kölcsönhatásba. Így virtuális szűréssel például a kinázcsaldóra [13] vagy G-fehérje-csatolt receptorok családjára [14] célzott (fókuszált) inhibitor- vagy antagonistakönyvtárakat generálhatunk. Az aktív vegyületek találati aránya az ilyen könyvtárak esetében jóval magasabb, mint a felfedező könyvtárak esetén tapasztalt 0,1–5%. [15]

Fragmentum- vagy vezérmolekula-jellegű könyvtárak esetében a Lipinski-féle 5-ös szabály mintájára 3-as szabályt alkalmaznak (Rule-of-3, $Mwt \leq 300$ Da ; $\log P \leq 3$). A fragmentum-könyvtárak biológiai szűrésekor azonosított aktív vegyületek optimalizálása hatékonyabb diverz szerkezetű, sok esetben lipofil csoportok bevezetésével, összehasonlítva a nagyobb molekula-tömegű aktív vegyületek vezérmolekula optimalizációjával.

A könyvtárak minősége, ami biológiai szűréskor fontos

E tekintetben az alábbi tulajdonságokat tartalmazó vegyületek nem kívánatosak:

1. Gyakori nem specifikus találatok (frequent hitter, pan-assay interference compounds – PAINS) [16], például aggregációra képes vegyületek, fluoreszcens vegyületek, melyek fluoreszcencián alapuló HTS esetén hamis pozitív eredményt adnak [17]
2. Reaktív csoportokat tartalmazó vegyületek (pl. alkil-halogenidek, epoxidok, diszulfidok stb.)
3. Nem megfelelő tisztaságú anyagok

A korábbi, elsősorban nagy vegyület-igény kielégítésére irányuló törekvések után előtérbe kerültek az új vegyületekkel szemben támasztott minőségi követelmények. Míg korábban az elsődleges szűrésnél 85% volt az ipari sztenderd, a későbbiekben nagy tisztaságú (> 95%) vegyületekre volt igény, ami megerősítette, hogy ténylegesen az adott kémiai szerkezet felelős a biológiai aktivitásért. Ha nem a kívánt szerkezetű vegyületet nyerték és az nem mutatott aktivitást, akkor hamis negatív, ha pedig egy szennyező felelt az aktivitásért, akkor hamis pozitív találatot kaptak. Ez korszerű elválasztási és detektálási technikákat igényelt, amilyen például a tömegspektrométer által [18] vagy UV-elnyelés által vezérelt HPLC vagy NMR alkalmazása, [19] valamint az ehhez kapcsolódó magas szintű adatkezelés és kiértékelés. Míg korábban az egyedileg előállított (nem keve-



rék) vegyületek kis hányadán ($\leq 10\%$) végeztek teljes analitikai vizsgálatot (tisztaság, azonosság), ezt később a teljes könyvtárra kiterjesztették. Ez azért is vált fontossá, mert a nagy gyógyszergyárak jelentős molekulabankokat építettek ki, ahol a minőség, a hosszú távú, bomlás nélküli eltarthatóság vált kulcskérdéssé a szűrési kampányok között.

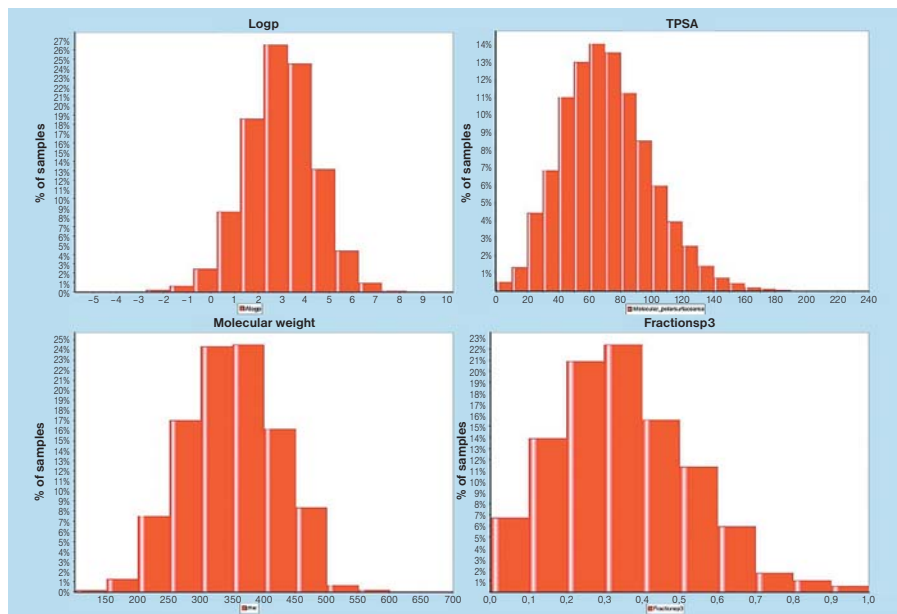
A vegyületkönyvtárak lejárati idejének becslésére Darvas és munkatársai kidolgoztak egy nagy kapacitású analitikai rendszert, amely gyorsított módon határozta meg a termikus stabilitást. Ennek alapján megfelelő extrapolálással a vegyületek, szerkezeti klaszterek lejárati ideje becsülhetővé vált. [20] A gyakorlatban a leghatékonyabbnak a tiszta állapotban, $-20\text{ }^\circ\text{C}$ -on, argon alatti tárolás bizonyult, de praktikus okokból a DMSO-oldatban való lefagyaszthatás terjedt el. Itt a stabilitás jelentősen függött a vegyület eredeti tisztaságától is. [21] A DMSO-oldatban való tárolás esetén az időleges biológiai szűrések a felolvasztás-lefagyasztás ciklusait követelték meg, melyek hatással voltak a vegyületek és az oldat stabilitására. [22]

A gyógyszerfejlesztésben releváns tulajdonságok korai kiszűrése

A Pfizer gyógyszerkutatói folyamatában korábban felmerült nagyszámú vegyület elemzése során született meg az ún. Lipinski-féle 5-ös szabály. [23] (Molekulatömeg < 500 , hidrogénkötés-donorok száma $(\text{OH}+\text{NH}) < 5$, hidrogénkötés-akceptorok $(\text{O}+\text{N}) < 10$, $\log P < 5$), amit a vegyületkönyvtárak számítógépes (*in silico*) előszűrésére használtak oly módon, hogy ha legalább 2 feltételnek nem felelt meg a vegyület, akkor várhatóan orálisan rosszul szívódik fel. Az 5-ös szabály hamarosan ipari sztenderddé vált. Későbbiekben további kritériumokat azonosítottak: a Veber-szabály [24] szerint a forgatható csoportok száma < 10 és a poláris felület területe $< 140\text{ \AA}^2$.

A molekulák 3 dimenziós jellege a planáris szerkezetekhez képest kedvező a biológiai kötődés és szelektivitás szempontjából, és javította a gyógyszerfejlesztés sikerarányát, így az fsp^3 érték (sp^3 szénatomok száma/összes szén atomok száma) előnyösen $> 0,4$. [25]

Hasonlóan a nem hidrogénatomok száma („heavy atom count”) < 20 , és a gyűrűk száma < 3 is kedvező a későbbi sikerarány szempontjából. A központi idegrendszerbe való bejutás több tényezőtől álló empirikus kritériuma az ún. CNS MPO érték (CNS MPO kritérium > 4). [26] A szer-



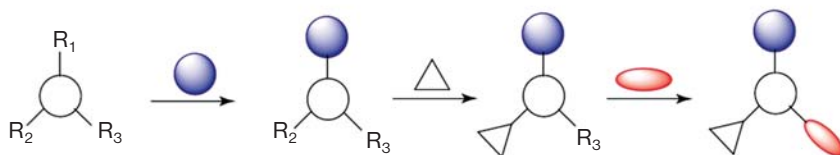
4. ábra. Egy tipikus vegyületkönyvtár 4 jellemző paraméterének eloszlása ($\log P$, molekulatömeg, topografikus poláris felület területe (TPSA), sp^3/sp^2 arány) [27]

(a) Linear, divergent synthesis

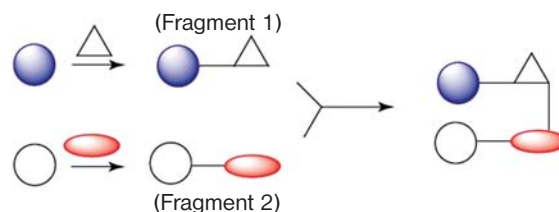
(i) Oligomer synthesis



(ii) (Eq 2): Scaffold modification



(b) Convergent synthesis



5. ábra. Különböző tipikus könyvtárkiépítési stratégiák [34]

kezeti diverzitás mellett a fizikokémiai paraméterek szabályos (Gauss-) eloszlása ugyancsak fontos a biológiai szűrésre szánt könyvtárakban (4. ábra).

A nagy kapacitású biológiai szűrőrendszerek *in vitro* természetük miatt nem adnak választ arra, hogy a „találatok” biológiai hasznosulása, farmakokinetikai tulajdonságai alkalmasak-e gyógyszerfejlesztésre vagy sem.

A predikciós szakértői rendszerek elterjedése és pontosságuk javulása azt eredményezte, hogy a vegyületeket még szintetizálásuk előtt virtuális ADMETox- (orá-

lis felszívódás (A), eloszlás (D), metabolizmus (M), kiürülés (E) és toxicitás (T)) szűrésnek lehet alávetni, ami további jelentős költségcsökkentést eredményez, mivel csupán az előszűrt gyógyszerjelölt vegyületeket kell előállítani. Az *in silico* ADME predikciós módszerek [28] bekerültek a kombinatorikus könyvtárakat előállító vállalkozások és nagy gyógyszergyárak napi rutintevékenysébe, így a várhatóan nem megfelelő vegyületeket már a könyvtárak tervezésénél ki tudták szűrni. [29, 30] A toxicitás korai előrejelzésére számos szakértői rendszer [31] mellett a könyvtárak to-



xikogenomikai profilozása jelentett új lehetőséget. [32]

2. Szintetikus megközelítések szerkezeti diverzitás kiépítésére

A könyvtárak szerkezete szempontjából a diverzitás fogalmát több módon közelíthetjük meg:

1. Toldalékdiverzitás – szerkezeti változatosság a központi váz körül
2. Funkcióscsoport-diverzitás
3. Sztereokémiai diverzitás
4. Váz- (szkaffold) diverzitás [33]

A központi vázon (többnyire gyűrűn vagy gyűrűrendszeren) alapuló könyvtártervezés során 3-4 különböző térirányba vezetünk be különböző szubsztituenseket (előnyösen farmakofor elemeket). A diverzitásért felelős szubsztituenseket hordozó reagensek és az azokat beépítő reakciólépések szempontjából lineáris, divergens, vázdekoráló („feldíszítő”) és konvergens szintéziseket különböztethetünk meg (5. ábra).

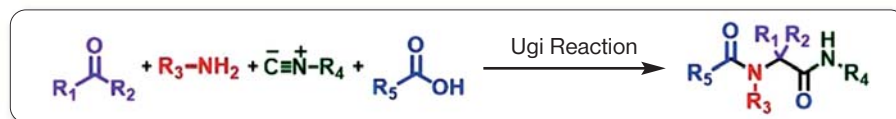
A 2000-es évek közepére a természetes anyagokat imitáló központi váz és sztereokémia sokféleségére törekvő diverzitásorientált szintézis (DOS) komoly áttörést jelentett a gyakran redundáns szerkezetű, többnyire sikserű heterociklusos könyvtárakhoz képest.

A lineáris könyvtárépítési stratégiában a diverzitást hordozó elemeket egymást követően építjük be, de köztük lehetnek olyan lépések, amelyekben csak funkcióscsoport-csere valósul meg annak érdekében, hogy a következő diverzitást hordozó elemet beépíthessük. A diverzitás kiépítésének hatékonysága: a diverzitást hordozó elemek száma osztva az összes reakciólépéssel. E tekintetben a leghatékonyabb módszert a több mint 100 éves múltra visszatekintő többkomponensű reakciók jelentik (Passerini, Biginelli, Ugi stb.). [35] Tipikus példa erre az Ugi-reakció (6. ábra), ahol egy lépésben 4-5 diverzitási elemet is be lehet építeni.

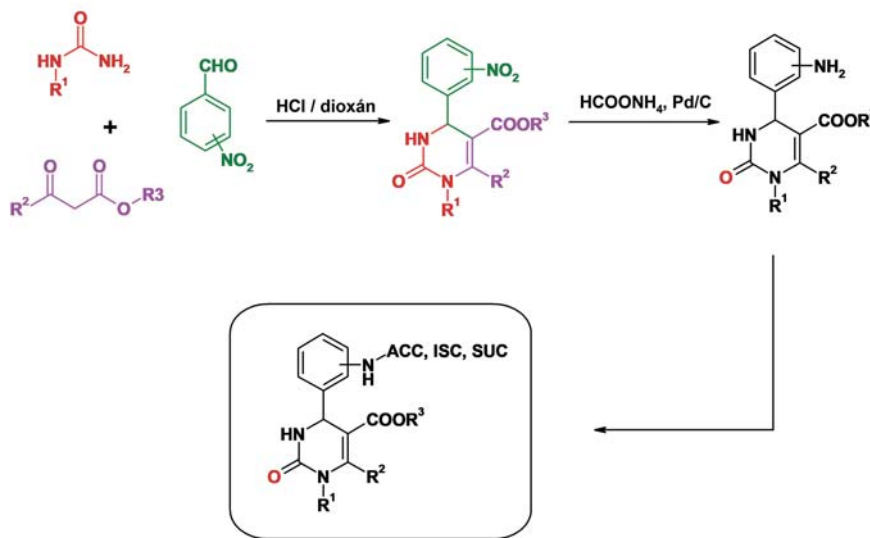
A Biginelli-reakció az egyik legsokoldalúbban alkalmazható többkomponensű reakció, amivel különböző (akár 4 diverzitási ponton át) szubsztituált vagy módosított dihidropirimidinon-könyvtárakat lehet előállítani (7. ábra). [36]

Ennek kiterjesztéseként a többkomponensű reakciókkal nyert vegyületeket poszt-szintetikus gyűrűzárással további nagy diverzitású könyvtárrá lehet alakítani (8. ábra). [37]

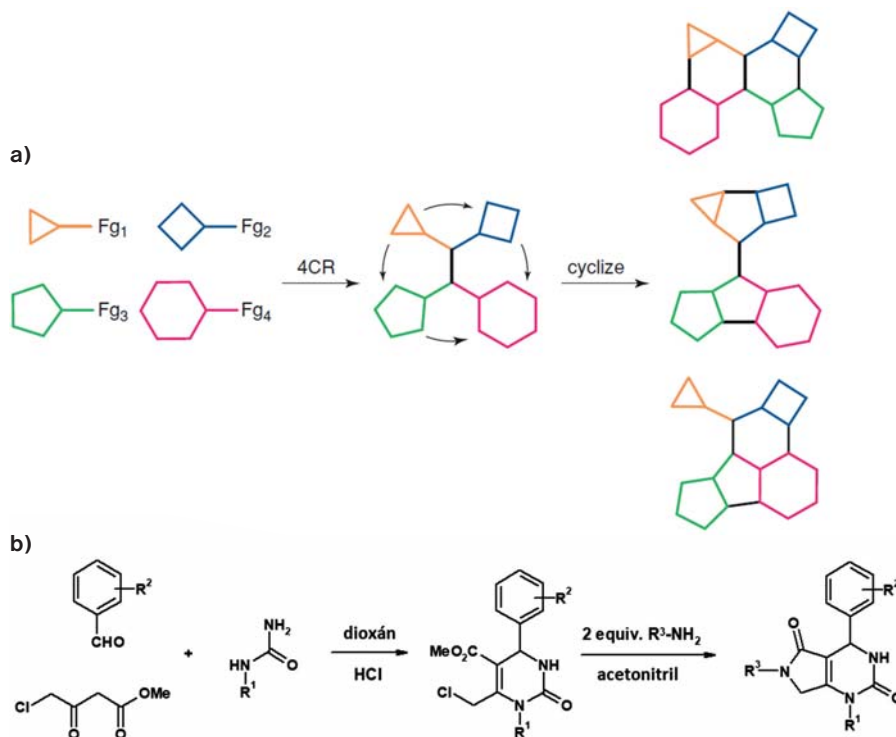
A szintetikus könyvtárak jelentős mértékben tartalmaznak sikserű, főleg *N*-he-



6. ábra. Az Ugi-féle többkomponensű reakció általános sémája



7. ábra. Biginelli-féle többkomponensű reakció alkalmazása dihidropirimidinon-könyvtárak szintézisére – (ACC = acil-klorid, ISC = izotiocianát, SUC = szulfonil-klorid) – *in memoriam* Lukács András (1969–2015)



8. ábra. Többkomponensű reakció poszt-szintetikus gyűrűzárással. a) Long et al. [37], b) Gerencsér J., Lukács A. nem közölt eredményei (2005)

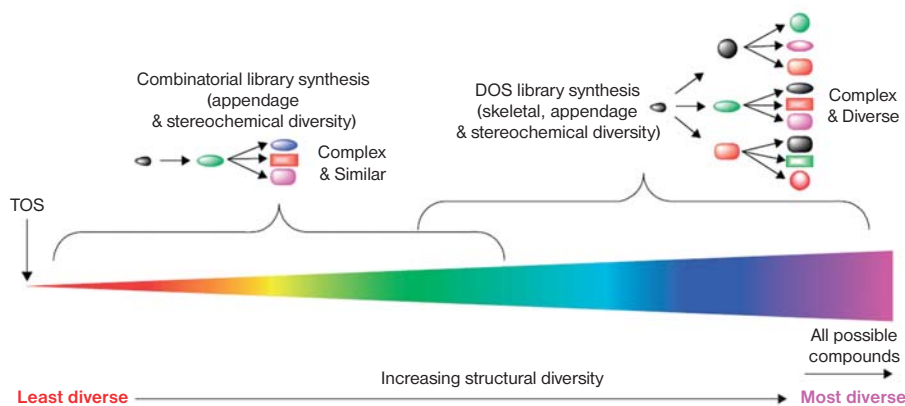
terociklikus, akirális vegyületeket, melyek biológiai aktivitása korlátozott, és a sejten belül számos célpontra hatástalannak bizonyultak. A természetes anyagok fokozott biológiai aktivitása miatt a figyelem az ilyen komplex szerkezetű vegyületek felé fordult. Ganesan és mtsai összehasonlí-

tották a természetes anyagok, bevezetett gyógyszerek és szintetikus vegyületek (benn a könyvtárak) szerkezeti és fizikokémiai tulajdonságait (1. táblázat). Megállapították, hogy a természetes anyagok több királis centrummal rendelkeznek, a C–O kötések aránya magasabb a C–N kö-

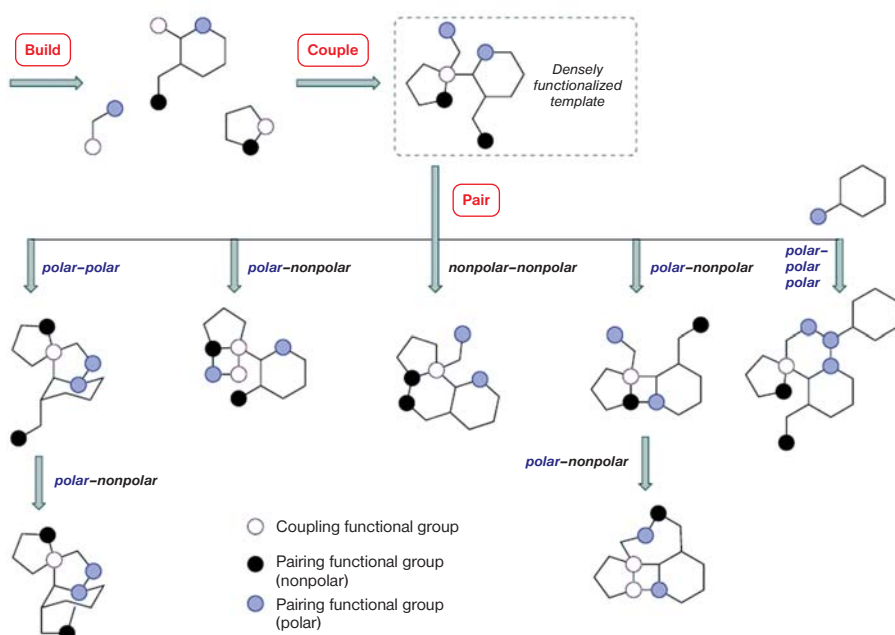


	Természetes anyagok	Törzskönyvezett gyógyszerek	Szintetikus könyvtárak
Molekulatömeg	387	348	393
LogP	2,65	2,15	4,3
Királis centrumok száma	4,7	1,75	0,25
N-atomok száma	0,84	1,64	2,69
O-atomok száma	5,9	4,03	2,77
Aromás gyűrűk aránya	31%	55%	80%

1. táblázat. Természetes anyagok, gyógyszerek és szintetikus könyvtárak tulajdonságainak összehasonlítása [38] (A táblázat a paraméterek átlagértékét tartalmazza.)



9. ábra. A klasszikus kombinatorikus szintézis és a DOS lényegi összehasonlítása (TOS = targetorientált szintézis, azaz egyedi molekulaszintézis) [6]



10. ábra. A diverzitásorientált szintézisek B/C/P algoritmuson alapuló stratégiája [40]

tésekénél, valamint kevesebb aromás (plánaris) gyűrűt tartalmaznak, és a molekuláris vázak igen nagy változatosságban fordulnak elő. [38]

A természetes anyagok által inspirált diverzitásorientált szintézis (DOS) stratégia [39, 40] alapjait Schreiber és Mitsunaga fektették le. A DOS olyan szintetikus eljárás,

aminek során egyetlen kiindulási anyagot reagáltatnak különböző reagensekkel, ami különböző szerkezeti vázú intermedierekhez vezet. [41] Ezekből nagy vázdiverzitású, komplex, 3D térszerkezetű (magas fsp³ aránnyal rendelkező), szerkezetileg és funkcionálisan is diverz kombinatorikus könyvtárakat lehet nyerni. A DOS által

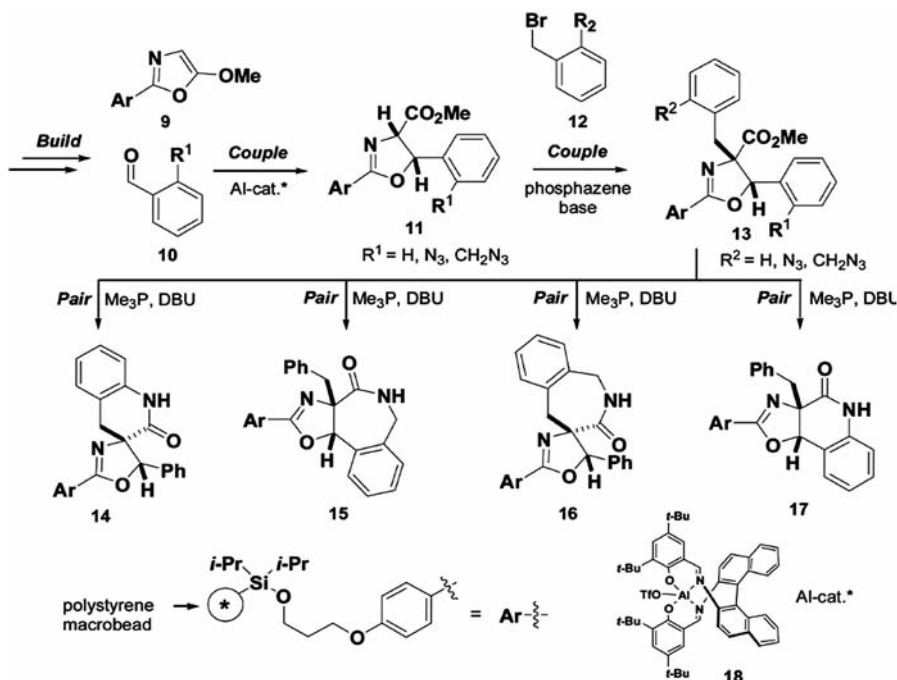
nyert diverzitás messze felülmúlja a klasszikus kombinatorikus lineáris vagy konvergens stratégiáival előállított könyvtárak diverzitását (9. ábra). [6]

A humán génállomány DNS- (fehérje-) szekvenciájának azonosítását követően a nagyszámú új fehérje-célpont felmerülése a gyógyszerkutatás számára új terápiás lehetőséget hordoz. Schreiber víziója az volt, hogy a DOS által előállított nagy diverzitású vegyületekkel minden új célfehérje számára sikerül szelektív moduláló (gátló) szert azonosítani, így a betegségben játszott szerepük azonosítható az adott fehérje, illetve jelátviteli útvonal időleges gátlásával (ami sejtes esszében sejtalapú – fenotípusos – változások formájában jelentkeznek). [42] Konceptióját kémiai genetikának nevezte a funkcionális genetikai analógiájára, ahol a sejtalapú változásokat mutáció révén érik el. [43] A kémiai genetikai/genomikai kismolekulák sokaságával (magasan diverz kombinatorikus könyvtárakkal) sejtalapú biológiai esszében vizsgálja a kismolekulák a sejtet alkotó összes fehérjével való direkt vagy a jelátviteli hálózatokon át kiváltott kölcsönhatását, ami fenotípusos (morfológiai stb.) vagy gényexpressziós változásokat, sejtválaszt vált ki. [44,45,46]

A DOS egy jól megtervezett, 3 lépésből álló szintetikus algoritmust követ. A B/C/P (build/couple/pair = felépít/kapcsol/párosít) algoritmus első lépéseként a kiindulási vegyületeket állítják elő, amelyek királisak, és alkalmas csoportokkal rendelkeznek, hogy a második lépésben komplex és diverz módon funkcionálított intermedierek molekulát eredményezzenek. A harmadik lépésben a különböző karakterű funkcionális csoportok „párosításával” adott reakciókörülmények között nagy vázdiverzitású, komplex, természetesanyag-szerű vegyületekhez jutnak (10–11. ábra). [47]

A DOS stratégiát az elmúlt évtizedben számos módon továbbfejlesztették, például a kismolekulákkal kevésbé kölcsönható fehérje-fehérje interakciók kiváltására is adaptálták makrociklusos vázak előállítására. [48] A DOS-hoz hasonló Waldmann megközelítése a biológiai orientált szintézis (BIOS), [49] amelyben a természetes anyagokban fellelhető vázak köré épített könyvtárakat.

Komoly kritika érte a DOS által szintetizált molekulákat abban a tekintetben, hogy megsértik a Lipinski-féle 5-ös gyógyszer-szerűségekre vonatkozó szabályt. Valóban, a gyógyszerre fejlesztés során más innovatív megoldások szükségesek, hogy orálisan felszívódó készítményt nyerjenek. [50]



11. ábra. Példa a diverzitásorientált szintézisek B/C/P algoritmuson alapuló stratégiájára [47]

A cikksorozat 3. részében a molekulagyárak és molekulabankok létrehozását és gyógyszerkutatói alkalmazását, valamint a nagyszámú hazai műhelyt mutatjuk be.

Köszönetnyilvánítás. A szerző köszönettel tartozik Gerencsér Jánosnak a kézirat szakmai lektorálásáért.

IRODALOM

[1] Zhu, T., Cao, S., Su, P. C., Patel, R., Shah, D., Chokshi, H. B., et al. (2013). Hit identification and optimization in virtual screening: practical recommendations based on a critical literature analysis: miniperspective. *J. Med. Chem.*, 56(17), 6560–6572.

[2] Kennedy, A. (1997). Managing the Drug Discovery/Development Interface. *Drug Discov. Today*, 2, 436–444.

[3] Leeson, P. D. (2016). Molecular inflation, attrition and the rule of five. *Adv. Drug Deliv. Rev.*, 101, 22–33.

[4] Eddershaw, P. J., Beresford, A. P., Bayliss, M.K. (2000). ADME/PK as Part of a Rational Approach to Drug Discovery. *Drug Discov. Today*, 5, 409–414.

[5] Dandapani, S., Rosse, G., Southall, N., Salvino, J. M., & Thomas, C. J. (2012). Acquiring, and Using Small Molecule Libraries for High-Throughput Screening. *Curr. Protoc. Chem. Biol.*, 4, 177–191.

[6] Galloway, W.R., Spring, D.R. (2009). Is synthesis the main hurdle for the generation of diversity in compound libraries for screening? *Expert Opin. Drug Discov.*, 4(5), 467–472.

[7] Gorse, A.-D. Diversity in medicinal chemistry space. *Curr. Top. Med. Chem.*, 2006, 6(1), 3–18.

[8] Jacoby, E., Schuffenhauer, A., Popov, M., Azaoui, K., Havill, B., Schopfer, U. et al. (2005). Key aspects of the Novartis compound collection enhancement project for the compilation of a comprehensive chemogenomics drug discovery screening collection. *Curr. Top. Med. Chem.*, 5(4), 397–411.

[9] Dolle, R.E. (2002) Comprehensive survey of combinatorial library synthesis: 2001. *J. Comb. Chem.*, 4, 369–418.

[10] Maldonado, A. G., Doucet, J. P., Petitjean, M., & Fan, B. T. (2006). Molecular similarity and diversity in chemoinformatics from theory to applications. *Mol. Divers.*, 10(1), 39–79.

[11] Paricharak, S., Méndez-Lucio, O., Chavan Ravindranath, A., Bender, A., IJzerman, A. P., & van Westen, G. J. (2018). Data-driven approaches used for compound library design, hit triage and bioactivity modeling in high-throughput screening. *Brief Bioinform.*, 19(2), 277–285.

[12] An, Y., W. Sherman, and S. L. Dixon, (2012). Hole filling and library optimization: Application to commercially

available fragment libraries. *Bioorg. Med. Chem.*, 20(18), 5379–5387.

[13] Jacoby, E., Wroblewski, B., Buyck, C., Neefs, J. M., Meyer, C., Cummings, M. D., & van Vlijmen, H. (2018). Protocols for the Design of Kinase-focused Compound Libraries. *Mol. Inform.*, 37(5), e1700119.

[14] Guo, T., & Hobbs, D. W. (2003). Privileged structure-based combinatorial libraries targeting G protein-coupled receptors. *Assay Drug Dev. Technol.*, 1(4), 579–592.

[15] Zhang, X., Betzi, S., Morelli, X., & Roche, P. (2014). Focused chemical libraries—design and enrichment: an example of protein–protein interaction chemical space. *Future Med. Chem.*, 6(11), 1291–1307.

[16] Baell, J. B., G. A. Holloway, (2010). New substructure filters for removal of pan assay interference compounds (PAINS) from screening libraries and for their exclusion in bioassays. *J. Med. Chem.*, 53(7), 2719–2740.

[17] Senger, M. R., Fraga, C. A., Dantas, R. F., & Silva Jr, F. P. (2016). Filtering promiscuous compounds in early drug discovery: is it a good idea? *Drug Discov. Today*, 21(6), 868–72.

[18] Cheng, X., & Hochlowski, J. (2002). Current application of mass spectrometry to combinatorial chemistry. *Anal. Chem.*, 74(12), 2679–2690.

[19] Karancsi, T., Gödörházy, L., Szalay, D., & Darvas, F. (2005). UV-triggered main-component fraction collection method and its application for high-throughput chromatographic purification of combinatorial libraries. *J. Comb. Chem.*, 7(1), 58–62.

[20] Darvas F., Dormán G., Karancsi T., Nagy T., Bágyi I. (2002). Estimation of Stability and Shelf Life for Compounds, Libraries and Repositories in Combination with Systematic Discovery of New Rearrangement Pathways. In: *Handbook of Combinatorial Chemistry* (Eds. Nicolau KC, Hanco R and Hartwig W), 806–828, Wiley-VCH, New York, Weinheim.

[21] Ilouga, P.E., Winkler, D., Kirchoff, C., Schierholz, B., & Wölcke, J. (2007). Investigation of 3 industry-wide applied storage conditions for compound libraries. *J. Biomol. Screen.*, 12(1), 21–32.

[22] Kozikowski, B. A., Burt, T. M., Tirey, D. A., Williams, L. E., Kuzmak, B. R., Stanton, D. T., et al. (2003). The effect of freeze/thaw cycles on the stability of compounds in DMSO. *J. Biomol. Screen.*, 8, 210–215.

[23] Lipinski, C. A., Lombardo, F., Dominy, B. W., Feeney, P. J. (1997). Experimental and computational approaches to estimate solubility and permeability in drug discovery and development settings. *Adv. Drug Delivery Rev.*, 23, 3–25.

[24] Veber, D. E., Johnson, S. R., Cheng, H.-Y., Smith, B. R., Ward, K.W., Kenneth, D.K. (2002) Molecular properties

that influence the oral bioavailability of drug candidates. *J. Med. Chem.*, 45, 2615–2623.

[25] Lovering, F., Bikker, J., Humblet, C. (2009). Escape from flatland: increasing saturation as an approach to improving clinical success. *J. Med. Chem.*, 52, 6752–6756.

[26] Wager, T. T., Villalobos, A., Verhoest, P. R., Hou, X., & Shafer, C. L. (2011). Strategies to optimize the brain availability of central nervous system drug candidates. *Expert Opin. Drug Discov.*, 6(4), 371–381.

[27] Besnard, J., Jones, P. S., Hopkins, A. L., & Pannifer, A. D. (2015). The joint european compound library: Boosting precompetitive research. *Drug Discov. Today*, 20(2), 181–186.

[28] Darvas F., Keserű G., Papp Á., Dormán G., Úrge L., Krajcsi P. (2002). In Silico and Ex Silico ADME Approaches for Drug Discovery. *Curr. Top. Med. Chem.*, 2, 1269–1277.

[29] High-throughput ADMETox Estimation: In vitro & in silico approaches, (2002) BioTechniques Press, Eaton Publishing Eds Darvas F and Dormán G, BioTechniques Press, Eaton Publishing, Westborough, MA, USA.

[30] Darvas F., Dormán G., Papp Á. (2000). Diversity Measures for Enhancing ADME Admissibility of Combinatorial Libraries. *J. Chem. Inf. Comp. Sci.*, 40, 314–322.

[31] Smithing, M. P., Darvas, F. (1992). HazardExpert: an expert system for predicting chemical toxicity. In: *Food safety assessment*, Eds. J. W. Finley, S. F. Robinson and D. J. Armstrong. ACS-Symposium-series-American-Chemical-Society (USA), (no. 484) p. 191–200.

[32] Vass L., Kis Z., Fehér L. Z., Zvara Á., Lórinicz Z., Borbola I., Cseh S., Kulín S., Úrge L., Dormán G., Puskás L.G. (2006). Medium-Throughput Microarray-Based Approach for Toxicogenomic Profiling of Small Molecules. *QSAR Comb. Sci.*, 25(11), 1039–1047.

[33] Burke, M.D., Berger, E.M., Schreiber, S.L. (2004). A Synthesis Strategy Yielding Skeletally Diverse Small Molecules Combinatorially. *J. Am. Chem. Soc.*, 126, 14095–14104.

[34] Beeler, A.B., S.E. Schaus, J.A. Porco Jr. (2005). Chemical library synthesis using convergent approaches. *Curr. Opin. Chem. Biol.*, 9(3), 277–284.

[35] Ugi, I. (2001). Recent progress in the chemistry of multi-component reactions. *Pure Appl. Chem.*, 73(1), 187–191.

[36] Kappe, C.O. (2000). Recent advances in the Biginelli dihydropyrimidine synthesis. *New tricks from an old dog. Acc. Chem. Res.*, 33(12), 879–888.

[37] Long, A. (2012). Parallel chemistry in the 21st century. *Curr. Protoc. Pharmacol.*, 58(1), 9–16.

[38] Ortholand, J. Y., Ganesan, A. (2004). Natural products and combinatorial chemistry: back to the future. *Curr. Opin. Chem. Biol.*, 8(3), 271–280.

[39] Tan, D. S. (2005). Diversity-oriented synthesis: exploring the intersections between chemistry and biology. *Nature Chem. Biol.*, 1(2), 74.

[40] Galloway, W. R., A. Isidro-Llobet, D. R. Spring (2010). Diversity-oriented synthesis as a tool for the discovery of novel biologically active small molecules. *Nat. Commun.*, 1(1), 1–13.

[41] Schreiber, S. L. (2000.) Target-oriented and diversity-oriented organic synthesis in drug discovery. *Science*, 287(5460), 1964–1969.

[42] Galloway, W.R.J.D., Spring, D.R. (2013) Towards drugging the undruggable: enhancing the scaffold diversity of synthetic small molecule screening collections using diversity-oriented synthesis. *Divers. Oriented Synth.*, 1, 21–28.

[43] Schreiber, S.L. (1998). Chemical genetics resulting from a passion for synthetic organic chemistry. *Bioorg. Med. Chem.*, 6(8), 1127–1152.

[44] Darvas F., Dormán G., Krajcsi P., Puskás L. G., Kovári Z., Lórinicz Z., Úrge L., (2004). Recent Advances in Chemical Genomics. *Curr. Med. Chem.*, 11, 3119–3145.

[45] *Chemical Genomics and Proteomics*, (2013). Eds. Darvas F., Guttman A., Dormán G., Taylor and Francis/CRC Press, New York, Basel.

[46] Dormán, G. (2011). Fenotípus alapú megközelítések, kémia genomika Gyógyszerkutatók kémiaja (szerk. Keserű Gy.), Akadémiai Kiadó, Budapest, 116–152 old.

[47] Nielsen, T.E., Schreiber, S.L. (2008) Diversity-oriented synthesis – towards the optimal screening collection: a synthesis strategy. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 47(1), 48–56.

[48] Beckmann, H. S. G., Nie, F., Hagerman, C. E., Johansson, H., Tan, Y. S., Wilcke, D., Spring, D. R. (2013) A strategy for the diversity-oriented synthesis of macrocyclic scaffolds using multidimensional coupling. *Nature Chem.*, 5, 861–867.

[49] Wetzel S., Bon R.S., Kumar K., Waldmann H. (2011). Biology-oriented synthesis. *Angew. Chem. Int. Ed. Engl.*, 50, 10800–10826.

[50] Hajduk, P. J., Galloway, W. R. J. D., Spring, D. R. (2011) A question of library design. *Nature*, 470, 42–43.

A közelmúlt és a jelen

A 75 éves MKL tavaly visszaemlékező sorozatot indított, amelyben néhány érdekes cikket közöl az elmúlt időkről, főleg a fiatalabb olvasók részére. A sorozat darabjait az MKE elnökeinek és az MKL főszerkesztőinek írásaiból állítjuk össze; a kiválasztott cikkhez felkért kollégák fűznek kommentárt, amelyet kiegészítenek a szerzőhöz fűződő emlékeikkel.

Ezúttal, rendhagyó módon, az MKL mostani főszerkesztőjének néhány interjújából válogattunk. Kiss Tamás 2008-ban vette át a főszerkesztői posztot, és számos interjút készített a főszerkesztői munka mellett. Megújította a lapot, amely magazinszerű és színes lett. Ezzel növelte az általános érdeklődést, és minden kollégának sok értékes információt adott és ad ma is. Több új rovatot indított, amelyek a mai élet legfontosabb eseményeiről tudósítják az olvasót. A jól kiválasztott sorozatok szerkesztői segítségével (Lente Gábor: Vegyészletek, illetve Banai Endre és Ritz Ferenc: Vegyipari mozaik) minden számban friss információt kap az olvasó a legújabb tudományos eredményekről, érdekességekről, illetve a kémiai iparban lejátszódó eseményekről. Kiss Tamás emellett megtartotta a magyar tudományos iskolák, műhelyek bemutatását, amit nagy érdeklődéssel vesznek az olvasók. Megemlítendő, hogy egyre több cikk jelenik meg az oktatás területéről, ami bővítheti a pedagógusok lap iránti érdeklődését.

Most tehát Kiss Tamás kutatókkal és tanárokkal készült interjúiból idézünk néhányat szemelvénytyszerűen.

Liptay György

Kiss Tamás, vegyész diplomája megszerzése után a debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem munkatársa lett. 1996-tól 2014-ig a Szegedi Tudományegyetem Szerzetlen és Analitikai Kémiai Tanszékét, 2017 nyaráig az MTA-SZTE Bioszerzetlen Kémiai Kutatócsoportot vezette. 2018 óta professor emeritus. Szűkebb szakterülete a koordinációs kémia, a bioszerzetlen kémia. 2015-ben a Magyar Érdemrend lovagkeresztjével, 2017-ben Akadémiai Díjjal tüntették ki.



különböző módszereivel dolgoztam (diplomamunka: IR, disszertáció: proton-NMR, utána a Fourier-spektroszkópia kezdetekor, az 1970-es évek elején a szén-NMR-spektroszkópia). Nem sokkal az ionofóralapú ionszelektív elektródok felfedezése után ionofórtervezéssel és -szintézissel kezdtem foglalkozni. Ezt követte a számítógépes ionofór-tervezés, amit Enrico Clementinél, az első általánosan használható *ab initio* program (IBMOL) alkotójánál tanultam. A modellezés egyik problémája az, hogy a számítógépes optimalás eredménye nem független a kutató elvárásától. Mivel a programok nem képesek a globális optimum keresésére, a beadott kiinduló konfiguráció befolyásolja az eredményt. Ezért kezdtem genetikus algoritmusokkal foglalkozni, amelyek sokféle kiindulási konfigurációt generálnak automatikusan, függetlenül a tervező vegyész elképzelésétől.

Ezzel párhuzamosan a számítógépes spektruminterpretáció területén is folytattam sok éven keresztül kutatásokat. Még az internet feltalálása előtt készítettünk egy elektronikus könyvet,

Pretsch Ernő az MKE Fabinyi-díját veszi át Simonné Sarkadi Liviától



A megosztott dicsőség dupla dicsőség: Pretsch Ernő

Pretsch Ernő a budapesti Műegyetemen és a zürichi ETH-n tanult. Az ETH Szerves Kémiai laboratóriumában kezdte pályafutását. A műszeres analitika különböző területein (pl. nyomelem-analízis ionszelektív elektródokkal, potenciometrikus szenzorok miniatürizálása, biofelismerési reakciók potenciometrikus detektálása, NMR-spektrumok becslése) ért el jelentős eredményeket. Több magyar kutatóval dolgozott együtt, akik hosszú hónapokat töltöttek el nála, majd szép tudományos karriert futottak be. 300 publikációja jelent meg, 10 könyvet írt, 8 szabadalma van. Hivatkozásainak száma 17 000 feletti. Az MTA 2001-ben külső tagjává választotta.

Legalább két területen maradandót alkottál a kémiában. Röviden bemutatnád kutatásaidat olvasóinknak?

Abban a szerencsés helyzetben voltam, hogy több érdekes területen is kutathattam. Az egyetemen először a spektroszkópia

amely referenciaadatok és -spektrumok mellett spektruminterpretáló és szerkezetgeneráló programokat tartalmazott. Mái is világszerte használják az ekkor készült és azóta folytonosan optimalizált NMR-spektrumot becselő programjainkat, amelyeket több képletraajzó és spektrumkiértékelő programcsomagba integráltak.

Említenél néhányat?

A ChemDraw talán a legismertebb és a legtöbbek által használt program, és van egy feltörő spanyol cégnek (Mestrelab) egy ugyancsak eléggé elterjedt programja, a Mnova, amelyik szintén alkalmazza a mi becselő modulunkat.

Wilhelm Simon váratlan halála után, 1992-től kezdve megint főleg ionszelektív elektródákkal foglalkoztam. Az ezt követő évek munkája vezetett a leglátványosabb eredményeinkhez, mivel sikerült 5–6 nagyságrenddel megjavítani az elektródok mérésátlát, a mikromolárisról a pikomoláris tartományba. (2012)

A laboratóriumi munkának nemcsak izzadságszaga van, hanem varázsa is: Szántay Csaba

Szántay Csaba vegyészmérnök, akadémikus. Élete végéig, 2016-ig, a BME Szerves Kémiai Tanszékén dolgozott. A tudományos értékteremtés mellett – a nagy hazai gyógyszergyárakat szem előtt tartva – komoly hangsúlyt helyezett szintetikus munkáinak ipari hasznosíthatóságára. Munkásságát a Cavinton márkanéven ismertté vált gyógyszer hatóanyaga, a vinpocetin totálszintézisének kidolgozása fémjelzi. Elméleti szerves kémia könyvéből generációk tanultak. Több mint 360 közlemény szerzője (társ szerzője), 250 szabadalmat jegyzett be. A Magyar Feltalálók Egyesületének alapító elnöke (1989), többek között az Állami Díj, a Széchenyi-díj, a Tudományért Nagydíj, a Prima díj, a Gábor Dénes-díj, a Kametani-díj tulajdonosa.



Professzor úr munkája során igen szoros kapcsolatot alakított ki a hazai gyógyszergyárakkal. Hogyan látja az egyetemi-akadémiai szféra és a gyógyszergyárak közötti kapcsolatok alakulását/változását/fejlődését az elmúlt 40–50 évben?

A gyárakkal való együttműködésünk továbbra is folyamatos. A Chinoinban a prosztaglandinok gyártása és így az ebből származó bevétel is folyamatosan növekszik. ...

A gyógyszeripar, az ipar – a vegyipar – húzóágazata. Milyen fejlődési irányokat lát perspektivikusnak ma, illetve a közeljövőben a gyógyszeriparban?

Három kiemelkedő hazai gyógyszeripari cég van. Ezeknek a jelene eléggé különböző. A Richter a vezető cég, annak a kutatása is megmaradt, és fejlődik. Sajnos, a sanofi-aventis/Chinoin gyakorlatilag leépítette a magyarországi kutatását. A harmadik az Egis. A francia tulajdonos, a Servier cég néhány éve külön kutatóintézetet hozott létre szoros francia kapcsolódással, ami jól működik.

A kutatásban és a gyártásban is a biotechnológiai vonal az egész világon az előtérbe került. Ennek legutóbbi hazai megnyilvánulása a Richter által a közelmúltban Debrecenben felavatott kutatócentrum (lásd az MKL 2012. májusi számát).

A gyártás területén vetekszik egymással a természetes és a szintetikus ágazat. Mára már nagyon sok, korábban természetes anyagokból kinyert hatóanyag totálszintézisének megoldották, és változott a gyártás alapja. A szintetikus gyártás nagy előnye, hogy a természeti hatások változékonysága nem befolyásolja a gyártás biztonságát. Persze, vannak eljárások, amikor a természetes alapon való gyártás sokkal olcsóbb (pl. a morfin alkaloidok), ilyenkor nem vetélytárs a szintetikus termék. A biotechnológia területén is vetekszik a természetes és a szintetikus ágazat. (2012)

Lauri Niinistö Fabinyi-díjat kapott



Lauri Niinistö a Helsinki Műegyetemen szerzett diplomát, majd a Szeretlen Kémia Tanszékén dolgozott. Hosszú időn keresztül a tanszék vezetője, közben a kar dékánja is volt. Professor emeritus, a tallini és a Budapesti Műszaki Egyetem díszdoktora. A Federation of Chemical Societies (FECS) elnöke (1995 és 1999 között). A BME-vel jó munkakapcsolatot alakított ki (Pungor Ernő, Polkol György, Liptay György). A Finn Kémiai Társaság elnöke is volt. *(Ebben a pozíciójában a 75 éves MKE-t is köszöntötte 1982-ben, Egyesületünk ünnepi megemlékezésén. Beszédének első 8 mondatát (!) magyarul mondta el, illetve olvasta fel. A jelenlévők a szokásos, udvarias taps után hosszan tartó vastappsal fogadták e nemes gesztust.)* 370 cikkére több mint 8400 hivatkozást kapott.

A Finn Kémiai Társaság elnökeként is dolgozott. Hogyan törekedett a szervezet népszerűségének a növelésére a kémikusok, elsősorban a fiatal, pályakezdő kémikusok körében?

Már az egyetemisták tanulmányainak korai szakaszában igyekeztünk vonzóvá tenni a társaságot, ingyenes tagságot ajánlva, a tagság minden előnyével együtt, mint amilyen például a társaság folyóirata.

És mi a helyzet a fiatalabb korosztállyal, mondjuk, a középiskolásokkal?

Középiskolások nem lehetnek a társaság tagjai. Az ingyenes taggá vált egyetemisták viszont az egyetem befejezése után teljes jogú tagságunk fő tömegét alkották. Ily módon a társaság taglétszáma több ezerre nőtt, ami az ország 5 milliós lakosságához mérve egészen figyelemreméltó.

Számunkra Finnország mindig követendő példa: olyan ország, amely a gazdasági nehézségek idején is sokat költött az oktatásra, és kiemelten támogatta/támogatja az akadémiai szféra és az ipar közötti együttműködést.

Hosszú távon, úgy gondolom, ez az egyedüli járható út, mivel a gazdasági válságok követik egymást. Ebben a helyzetben válság esetén sem veszíthetjük el a magasan képzett, kiemelkedő képességű fiatal embereket. Tehát szükségünk van a folyamatosságra az oktatásban és a munkaerő alkalmazásában. A legjobb képességű hallgatók segíthetnek az egyetemek és az ipar közötti kapcsolatok kimunkálásában és kiteljesítésében is.

Végül egy nagyon konkrét kérdés: fizetnek a hallgatók tandíjat a finn egyetemeken?

A finn (és más EU-országbeli) egyetemisták nem fizetnek tandíjat. Ezzel eléggé egyedi a helyzetünk Európa nyugati felében. Továbbá fejlett ösztöndíj- és diákhitel-rendszer segíti az egyetemistákat a tanulásaikkal kapcsolatos költségek előteremtésében. (2012)

Munkatársaim sokszínűsége és tehetsége boldogga tesz: Fülöp Ferenc

Fülöp Ferenc kémikus, gyógyszervegyész, egyetemi tanár, az MTA rendes tagja, az MTA Kémiai Osztályának korábbi elnöke. Kutatási területe a szerves kémia, ezen belül a telített heterociklusok szintézise és konformációi, az önszerveződő béta-peptidek szerkezete, alkalmazásai és a felfedező gyógyszerkutatás. A Szege-di Tudományegyetem Gyógyszerésztudományi Karának korábbi dékánja, az egyetem Gyógyszerkémiai Intézetének igazgatója. 470 cikk szerzője (társszerzője), 20 szabadalma van. Számos elismerése közül néhány: Széchenyi-díj, Gábor Dénes-díj, Than Károly Emlékérem, Charles Simonyi-ösztöndíj, a Magyar Érdemrend tisztikeresztje, Prima-díj.

Fiatal egyetemista korodban eljegyezted magad a biológiai aktivitású heterociklusos vegyületekkel. Azért ezek elég széles spektrumát fogták át a te kutatásaidnak is. Beszélnél arról, honnan hová vezetett ez az út?

Az első 10–15 évemben Bernáth professzor úr kezei alatt elsősorban a heterociklusos vegyületek szintézise területén dolgoztam. Később nagyon sok alkalommal Turkuban dolgoztam testvéregyetemünk kémiai intézetében, ahol a heterociklusok mellett felfedeztem magamnak a gyűrű-lánc tautoméria jelenségét, melyre sok éven keresztül foglalkoztam. Erre a témára mostanában is gyakran visszatérünk, hiszen a jelenséggel kapcsolatosan még mindig közölnek tévhiteket tartalmazó közleményeket. Jelentős volt számomra, amikor a 90-es évek elején izolálták a *cisz*-pentacint, mely aztán számos új területre vezetett át, mint például az enzimkatalizált kinetikus és dinamikus rezolválások, vagy akár a foldamer-kémia. Ma egyre gyakrabban dolgozunk olyan fejlesztéseken, melyek új technikák irányába mutatnak. Ilyen például az áramlásos kémia, vagy egyes „zöld kémiai” eljárások.

Hobbinak élve: gombagyűjtés közben, nagy özlábgombákkal



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

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

Általában nemkovalens erővel kialakított, rendezett szerkezetű polimereket értünk alatta, melyek lehetnek biotikus és abiotikus elemeket tartalmazó molekulák. A területről legutóbb az *Eur. J. Org. Chem.* folyóiratban egy különszám (17. füzet) is megjelent ez év júniusában, melyet örömmel ajánlok az olvasók figyelmébe. A terület hatalmas fejlődésen megy keresztül, és egyre inkább a biológiai (gyógyszer-) felhasználás irányába halad. ...

Milyen szerepet töltenek be kutatásaidban a szakmai kapcsolatok kül- és belföldön? Ehhez szorosban kapcsolódnak, hogy esetekben a kapcsolatok elsősorban a hardvert vagy a szoftvert szolgálják? Azaz a kapcsolatban a partner tudása, kiegészítő ismeretanyaga, vagy az általa szolgáltatott műszerpark, mérési kapacitás szolgáltatja a fő vonzerőt?

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

Kétségtelen, hogy gyakran erősebbek voltak a hardver tekintetében, mint mi. De az évek során a hardverkülönbségek megszűntek, és szoftver tekintetben is tovább dolgozunk. Itthon korábbi kapcsolataim Sohár Pál és Kálmán Alajos professzorokkal kiemelkedő jelentőségűek. Az egyetemen belül a kémiaiában a Péter Antal és Tóth Gábor professzorokkal való együttműködést emelném ki, míg a farmakológia területén a Vécsei László, Varró András, Toldi József és Vígh László professzorokkal való együttműködéseink kiemelkedőek és igen sikeresek.

A kooperációkkal formálisan a munkatársak számát bővíthetem és ez a műszerpark-bővítést, gyakran más ismeretanyag könnyebb megszerzését segíti. (2013)

Hiszek a példa erejében, hiszek a nevelésben: Szántay Csabáné

Interjú a Rázt Tanár Úr Életműdíj elnyerése alkalmából

Szántay Csabáné (sz. Imre Judit) okleveles vegyész-mérnök, mérnök-tanár. 1964-től 1993-as nyugdíjba vonulásáig a József Attila Gimnázium kémia tanára volt. 1988-ban jelentős újjáépítésként bevezette a kémiaoktatásban a „csempén végzett cseppreakció-kísérleteket”. Nyugdíjba vonulása óta is rengeteg, hazai és külföldi kereskedelmi forgalomban is megjelent oktatási újítása és szabadalmaztatott találmánya született a kémia mellett olyan témákban is, amelyekkel azelőtt nem is foglalkozott. Kitüntetései közül



néhány: Pro Renovanda Cultura Hungariae jutalom; WIPO-aranyérem; IFIA Lovagrend lovagja; KUTOSZ Kajtár Márton-díj; IFIA Glory Medal, Rátz Tanár Úr Életműdíj.

Mi változott legjobban a 40 évvel ezelőtti és a mai iskola között? Hangulata között?

Demokratikus érzelmű, liberális embernek tartom magam, mégis úgy vélem, a túlzott liberalizmus ártott az oktatásnak.

Visszakanyarodnék egy pillanatra az amerikai élményeimhez. Az 1960-as években még kevesen juthattak ki Amerikába hosszabb ideig dolgozni, talán még kevesebben voltak azok, akiknek a hazai egyetemi és gimnáziumi oktatást egyaránt ismerő mérnök-tanárként megadatott, hogy saját helyi tapasztalatokon alapuló összehasonlításokat tegyen az ottani és a hazai viszonyok között. Nyugodt szívvel mondhatom, hogy abban a korszakban a hazai oktatás színvonala messze felülmúlta azt, amit Amerikában tapasztaltam. Ahogy korábban is említettem, akkoriban az egész hazai oktatási és tanulási szellemiség volt merőben más, mint a mai, és szerintem ez volt az igen magas fokú képzés sikerének a titka. Ennek a szellemiségnek, értékrendnek a hiányát nem kompenzálja semmilyen modern élményalapú módszertan. Az olyan megközelítések, mint például az összevont természettudományos oktatás, pedig egyenesen ártanak neki. A rohamos informatikai fejlődés a kétségtelen pozitív eredményei mellett azt is jelenti, hogy a diákok ismeretszerzése „online” jellegűvé válik. A természettudományok oktatása is hangsúlyosan az elmélet irányába tolódik. Az oktatás nem magánügy, de közügy, általa javul a társadalom életminősége, fejlődik a gazdaság. És hogy ismét kicsit „filozófáljak”, Helvétius, a felvilágosodás francia filozófusa szerint az ember boldogulásának kulcsa, az „ész, erény, tehetség” a neveléstől függ. 1951-től kezdve 6 éves kortól 14 éves korig kellett kötelezően, megszakítás nélkül iskolai tanulmányokat végezni, 1959-től ez a 15 éves korra tolódott, 1993-tól a 16 éves korra, 1996-tól pedig 18 éves korig emelkedett a tankötelezettség. Napjainkban a 16 évre való csökkentés visszalépés, aminek eredményeként képzetlen sokaság kerül ki a munkaerőpiacra. Ez nem szolgálja a diákok érdekeit. Ami a magatartásukat illeti, amennyire látom, megváltozott mindenféle emberi kapcsolat. E-mail, facebook, okostelefon, internet – mindez szabaddá teszi az egyént, nem kell kérdeznie, nem kell megbeszélnie a problémáit, mindenre kap választ a „kütyüktől”. Nincs egyenruha, nincs ösztartó erő, kollektív identitás, nem büszkék az iskolájukra, sokan kényszernek érzik a tanulást. (2019)



A Magyar Kémiaoktatásért Díj két kitüntetettje: Kertész Éva és Karasz Gyöngyi

Kertész Éva a Debreceni Szakképzési Centrum Vegyipari Szakgimnáziumában tanított. Az ELTE TTK vegyész szakán szerzett okleveles vegyész diplomát 1973-ban. Tanári pályafutását Debrecenben kezdte, a tanítás mellett részt vett a Világbanki Szakképzési Modell tantervének kidolgozásában, társszerzője volt a Fizi-

kai kémia tantárgyi gyakorlatok tankönyvnek. Diákjai több alkalommal végeztek az OKTV döntőjében az első tíz között, a Grand Prix Chimique nemzetközi verseny döntőin is több alkalommal voltak tanítványai a magyar csapatban. Sikerei kulcsa „a kémia az életünk része reggeltől estig” gondolat közvetítése.

Karasz Gyöngyi a Gödöllői Török Ignác Gimnázium tanára. 1985-ben, a Debreceni Kossuth Lajos Tudományegyetem matematika-kémia szakán szerzett diplomát, később ugyanitt pedagógus szakvizsgát tett kémiából. 1985-től Gödöllőn tanít, egy évtizede foglalkozik a tehetséggondozással. Számos diákja jutott az Irinyi-, a Curie-verseny és az OKTV döntőjébe, és nyert értékes helyezéseket. Két tanulója a Nemzetközi Diákolimpián és Nemzetközi Kémia Tornán szerepelt sikerrel. Hiszi, hogy a sikeres szereplés csapatmunka eredménye, tanárok és diákok együttműködése. Talaly elnyerte a Mol Mester-M Díját.



Kertész Éva



Karasz Gyöngyi

A pedagógusi elhivatottság mikor alakult ki bennetek?

Karasz Gyöngyi: Hatodik osztályos koromban határoztam el, hogy tanár leszek. Általános iskolai tanulmányaim alatt sok pozitív hatás ért. A sorból kiemelném Zentai Dezsőné, aki magyart és történelmet és Tüske Ferencné, aki rajzot és földrajzot tanított nyolcadikban. Az utóbbival a mai napig tartó barátságot ápolok.

Hiszem, hogy nekünk, tanároknak óriási a felelősségünk a gyerekek életének alakulásában. Jó vagy rossz példával befolyásolhatjuk azt, hogy diákjaink mit és hogyan tanulnak, milyen pályát választanak, ezzel egész életüket meghatározhatjuk.

Kertész Éva: A Debreceni Vegyipari Technikumba jártam középiskolába, ahol magasak voltak a követelmények, nagyon sokat kellett tanulnunk. Tanári példaképem nem volt, bár azt elismerem, hogy a szakmai tudásom alapját akkori tanáraitól kaptam. Valami mégis hiányozhatott, mert eszembe sem jutott a tanári pálya, vegyésznek készültem. Mégis örülök, hogy erre a komplex, teljes embert igénylő pályára kerültem.

Szerintetek mi tartja ma a pedagógusokat a pályán elsősorban?

Karasz Gyöngyi: Azt tudom, mi tart engem ezen a pályán: A gyerekek csillogó tekintete, mosolya, tudásvágya, tisztelete, humora, fiatalága... Ez inspirál arra, hogy lehetőleg minden nap felkészülten menjek be órára, ösztönöz arra, hogy megpróbáljak szárnyalni a tehetségekkel, segíteni azoknak a tanulóknak, akik nehezebben tudják elsajátítani a tananyagot.

Kertész Éva: Néhányukat valóban az elhivatottság, ők, reméljük, maradnak. A középkorú vagy idősebb tanároknak nincs lehetőségük váltani, a fiatalok pedig sokszor azért kötnek ki a tanári pályán, mert máshol nem tudtak elhelyezkedni. Ez már el-

vezet a szomorú kontraszelekcióig, de a jövő még szomorúbb, mert most még csak azt mondjuk, hogy nincs elég, jól felkészült, lelkes tanár, de rövidesen elegendő tanár sem lesz. Ez katasztrófa lenne, és meg kellene előzni a bekövetkeztét. (2018)

Beszélgetés egy kitüntetettel (a 2012-es Rátz Tanár Úr Életműdíj átadása után) Forgács József



Forgács József 1962 júniusában szerzett vegyész diplomát a Kosuth Lajos Tudományegyetemen, később elvégezte a pedagógia szakot és doktori fokozatot is szerzett. A debreceni Vegyipari Szakközépiskolában kezdte meg tanári pályáját, ahol egészen nyugdíjba vonulásáig az intézmény egyik legkiemelkedőbb pedagógusaként tevékenykedett. Egykori tanítványai közül ma többen akadémikusok, vállalatvezetők, a vegyipar meghatározó dolgozói. Szakmai munkásságához tartozik tantervek, vizsgáztatási követelményrendszerek, tananyagtartalmainak kidolgozása, felvételi, verseny- és képesítő feladatsorok készítése, szakértői és vizsgaelnöki feladatok ellátása is.

Aranydiplomás kémiatanár, pedagógus. 50 év tanári pálya köt a debreceni Vegyipari Technikumhoz/Szakközépiskolához. Mennyi megélt élmény, öröm és talán csalódás is. Ma az örömök napja van. Hogy éled meg ezt a kitüntetést? Milyen gondolatok keverednek a fejedben?

Nagy megtiszteltetés számomra ez a nagyon ünnepélyes körülmények között, családom jelenlétében átadott szakmai díj, amely a tanárok számára a legértékesebb. Köszönettel tartozom ezért a már nem élő volt igazgatóknak, Újvárosi Imrének, aki meglátta bennem, vegyész végzettségű volt tanulójaként tanárt. Ő jött ki az egyetemre ötödév végén, és arra kért, legyek a volt iskolám tanára. Én először tiltakoztam. Nem tanár a végzettségem, nem próbáltam még a tanítást. Igazgató úr azt mondta, ismer ő engem, próbáljam meg. A fő érve az volt, hogy félévkor is elenged, ha nem megy ez nekem. Ezzel meggyőzött, igent mondtam. Rögtön alkalmazott, bár még nem kaptam meg a diplomát – azzal, hogy „megvédted már és kell neked a pénz”. Erre azt mondtam: Igazgató úr, munka nélkül nem vehetem fel a pénzt, elmegyek üzemi gyakorlatra egy hónapra Kazincbarcikára. (A szakmát tanító tanároknak, a diákokkal együtt, el kellett menni a nyári szünetben valamelyik üzembe.)

Bekerültem volt tanárain közzé a Vegyipari Technikumba, kémiai technológiát és laboratóriumi gyakorlatot tanítani. A tanárain szeretettel fogadtak és átsegítettek a nehézségeken. ...

Én is lehúztam négy évet a debreceni vegyiben. Dicsőség volt oda bekerülni, vegyisnek lenni, a régi nagy tanároktól tanulni a kémiát és nem kémiát. Újvárosi Imre, a diri bácsi, Kopcsa József, Forgács József, Nagy Sándor (nekem osztályfőnököm is volt), Felle Tibor, Nyeste Elek (fizika), Oláh József (történelem), Halász István (orosz), Tar Lászlóné (matematika), Simai Attiláné (ma-

gyar) ... nagy tanáregyéniségek. Tanultunk szakmát, intelligenciát, emberséget, életet, valamennyire értelmiségivé kezdtünk válni. Vannak a mai fiataloknak ilyen tanárelményei a középiskolában, és lesznek is? Remélem, igen: Te hogy látod?

„A tanári hobbi, lelkesedés ragadós, mindig akad diák, aki követi.” Szerencsés ember vagyok, mert azt csináltam 47 éven keresztül, amit szerettem, taníthattam. Családom megértő, támogató volt a hobbiimmal szemben, biztosította a nyugodt légkört számomra. Szerintem a tanítás szorgalommal, a gyerekek szeretetével, az adni akarással, igényességgel, a sikerélmény biztosításával elsajátítható.

A tanuló érdeklődése könnyen felkelthető a tananyag érdekes tanításával.

A mi iskolánkban ma is vannak elkötelezett tanárok, akik szabadidejüket nem sajnálva segítik a diákokat. Úgy gondolom, hogy az elődök példáját követik többen, de nekik nehezebb dolguk van, mert a gyerekek a szakközépiskolákban sokkal gyengébbek, mint a mi időnkben.

Pályafutásom során kijártam tanítani a technikusjelölteket az Alkaloidába, a Gumigyárba, a Kénsavgyárba és nyugdíjasként Tiszaujvárosba. Így közvetlenül ismerhettem meg ezekben az üzemekben is az általam tanított vegyipari gyártási folyamatokat. Sajnos, ma már sokan úgy tanítják a vegyipari technológiát, hogy sohasem látták az üzemet. Én középiskolás korom óta járom az üzemeket és tájékozodom az új eljárásokról. (2013)

Végül néhány mondat egy Kiss Tamással készült interjúból

... Akkoriban négy helyen folyt komplexkémiai kutatás, Budapesten, Szegeden, Debrecenben, Veszprémben, és a szakma a komplexkémiai kollokviumokon találkozott. A nagyok figyelemmel kísérték a második generáció tevékenységét, és egy ilyen találkozáson [Burger] Kálmán többünknek – például kollégám-barátomnak, Sóvágó Imrének és nekem is – említette, hogy ha majd nyugdíjba megy, szeretne „valakit” Szegedre. „Gondolkodjatok rajta” – mondta. Ennyiben maradtunk. 1994-ben vagy '95-ben megint szóba hozta...

Elmentem Szegedre, megtartottam a bemutatkozó előadást – jól sikerült. 1996-ban Lübeckben, egy konferencián találkoztam a szegedi komplexkémikusokkal. Elmondtam, hogy pályázni fogok a tanszékvezetői posztra, és megkérdeztem, mi a véleményük. Azt mondták, hallottak a tervről, mert Kálmán már beszélt róla. A senior kutatók mindannyian támogattak – egy ember kivételével. Megpályáztam a tanszékvezetést, és a tanszék a véleménynyilvánító szavazáson egyöntetűen támogatott. Tudtam, hogy ez nem nekem szólt, hanem Kálmánnak, mert én az ő választottja voltam, és Kálmánt hihetetlenül tisztelték, szerették a munkatársai. Hát így kerültem Szegedre. Mindig is a mobilitás híve voltam, mert úgy gondolom, egy kutatónak bizonyos idő után váltania kell. Ez neki is jó, és annak a helynek is, ahová megy...

Tavaly sokat tépelődtem: kaptam egy jól működő kutatócsoportot Kálmántól – és én mit hagyok magam után? Szerencsére megnyertük a GINOP-támogatást, a fiatalok most már megállhatnak a saját lábukon.

Elégedetten megyek nyugdíjba. Ahogy mondtam, nem távolodom el a kémiától – és a lapot is nagyon szeretem. (2017) ●●●

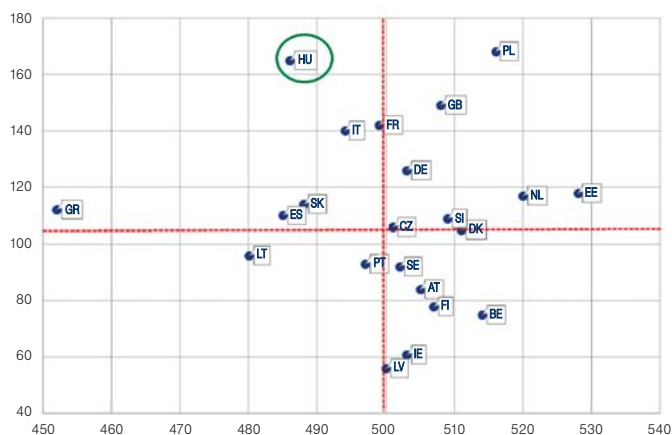
Holtzer Péter¹ – Szakmány Csaba² – Szalay Luca³

¹Szabó Szabolcs Alapítvány; ²ELTE Trefort Ágoston Gyakorló Gimnázium; ³ELTE TTK Kémia Intézet

Mi a kémiaoktatás valódi problémája – avagy hová lettek a tanárok?

Sok hasznos és fontos módszertani vita zajlik – az MKL hátsábjain is – arról, hogy minek és hogyan van helye a keretantetervben vagy az emelt szintű érettségikövetelmények között, vagy hogy milyen problémákkal küzdenek a gimnáziumok az érettségi, illetve a versenyek előtti felkészítés során. Ezek releváns kérdések, mégis ebben az írásban alapvetőbb, súlyosabb és lesújtóbb, ha úgy tetszik, „egyszerűbb” dilemmát igyekszünk adatokkal is körbejárni: *nincsenek kémiatanárok*, általánosabb értelemben nincsenek természettudomány szakos tanárok.

A mindennapi tapasztalatokon túl azért is jogosnak tűnik innen megközelíteni a kérdést, mert bár a hazai közoktatásban az elit- és tömegképzés jó ideje tartó divergálása közismert, mégis mellbevágó, amikor az **1. ábrával** (vagy hasonlóval) szembesítjük magunkat. Ez mindennél jobban illusztrálja (ezúttal matematikából) az égető problémákat.



1. ábra. Az átlagos PISA-tesztpontszám matematikából (vizszintes), illetve a nemzetközi matematikai diákolimpián elért csapatpontszám (függőleges) az európai országokban (a piros szaggatott vonalak az átlagot jelölik)

Forrás: OECD adatok, in „Magyarország 2030 – Jövőkép a magyaroknak” Osiris Kiadó és Egyensúly Intézet, 2020

Nincs még egy ország, amely – miközben sikeresen termeli ki a magas nemzetközi szinten teljesítő szűk elitet – ennyire hagyja leszakadni a többieket. A sok-sok éve kitűnő eredményeket elérő néhány diákolimpikon nem pótolja azt, hogy közben a diákok tömegei érnek el európai társaikétól messze elmaradó teljesítményt, és a rendszer jellemzői miatt esélyük sincs arra, hogy

megközelítsék a magasabb szintet. Nyilvánvaló, hogy az erősen szelektáló iskolarendszer és a „pária” iskolákban ijesztő méreteket öltött tanárhiány meghatározó szerepet játszik abban, hogy sok magyar iskola nem képes ellensúlyozni a hátrányos társadalmi helyzet hatását.¹

Azt a kijelentést, hogy nincsenek kémia, illetve természettudomány szakos tanárok, nem kívánjuk azzal tompítani, hogy „hiány van belőlük”, vagy hogy jövő időben, esetleg feltételes módban írának a mondatot. A „nemlét” sajnos létező, fennálló probléma, amely messze nem „csak” az általános iskolákat, szakgimnáziumokat érinti, hanem a gimnáziumokat is. A helyzet súlyosságát az mutatja, hogy a jelenség immár Budapesten is megdöbbentő méreteket öltött.

Az elmúlt időszakban (években) kémiatanári, illetve a kémiához kapcsolódó szakmai körökben túlságosan hangsúlyossá vált, hogy az első bekezdésben vázolt kérdésekről beszéljünk, vitatkozzunk: tantervekről, óraszámokról, tankönyvekről, tananyag-tartalmakról. Ennek hevében talán túlzottan elsikkadt az, hogy a kémiatanár-hiány valós állapotáról beszéljünk. Aminek oka pedig az, hogy a hiányzó kémiatanárok *nem tudják hallatni a hangjukat*, nincs szószólójuk, az ő feladatukat túlmunkában ellátó kémiatanár-kollégáknak pedig egyszerűen nincs idejük, energiájuk még a társadalmi viták terheit is a nyakukba venni.

Természetesen egyértelmű, hogy a kémiatanár-hiány *következmény*, melynek számos kiváltó oka van, s a fent említett problémák közül több is okozója a kialakult helyzetnek. Ugyanakkor a megoldás érdekében most először is „elsősegélyre”, *a tanárhiány csökkentésére irányuló közvetlen tevékenységek megvalósítására van szükség, méghozzá mihamarabb.*

Célunk ezért *megszólítani minden szereplőt*, akiket a természettudományos tárgyak tanárainak hiánya hátrányosan érint és/vagy közvetlen vagy közvetett ráhatása lehet a helyzet megoldására, a kedvező irányú folyamatok előmozdítására. Az érintett szereplők a következők:

- tanárképző egyetemek és azok természettudományos tanárképzésért felelős szervezeti egységének vezetői, döntéshozói,
- egyetemi szakmódszertani oktatók,
- általános és középiskolák igazgatói,
- általános és középiskolai természettudományos tanárok,
- pályaválasztás előtt álló középiskolások,

¹ Csapó et al.: Az iskolai teljesítmények alakulása Magyarországon nemzetközi összehasonlításban (<https://www.tarki.hu/adatbank-h/kutjel/pdf/b327.pdf>).



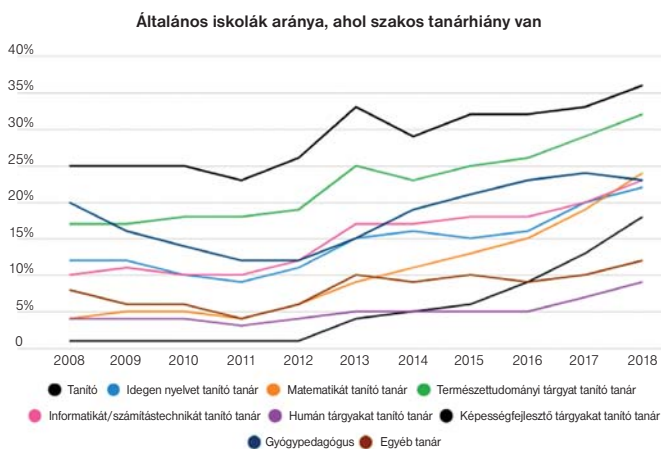
- természettudományos tanári szakos egyetemi hallgatók,
- természettudományos kutatói szakos egyetemi hallgatók, akik rájöttek, hogy nem az a pálya való nekik, de tanári szakon megtalálhatnák a helyüket, mert szeretnek tanítani,
- végül, de nagyon nem utolsó sorban a vállalatok vezetői és döntéshozói, akik anyagi és egyéb eszközökkel is támogatják azt a törekvést, hogy egyre több fiatal válassza a természettudományos tanári szakokat.

A felsorolásból szembetűnő módon hiányzik az állami oktatásirányítás és a tanári fizetések emelése. Ennek több oka van. Egyrészt nyilvánvaló, hogy a tanárok fizetésének (és presztízsének) komoly, érdemi növelése szükséges (és nem elégséges) feltétel. Ezzel azonban nem tudunk mást tenni, mint sokadszor elmondani. De önmagában még ez sem oldja meg a problémát. Eközben, míg a bérrendezésre „várunk”, számos pozitív folyamat, kezdeményezés indítható el, erősíthető meg, amelyek jó része állami beavatkozás nélkül is megvalósítható.

Mit mutatnak a számok?

Elsősorban a Köznevelés Információs Rendszeréből (KIR) kinyerhető adatokat néztük meg, amelyek alapján számszerűsíthető, hogy hány feladatellátási helyen nincs az országban kémia-tanár. Ugyancsak a KIR-ből kaphatunk adatokat a tanárok korfájára, átlagéletkorára, a nyugdíjba vonulási trendekre és a pályára újonnan belépők számára, arányára. Ezen túlmenően megvizsgáltuk a felvi.hu adatbázisa alapján, hogy az elmúlt években hogyan alakult a tanárképző egyetemek természettudományos tanári szakjaira felvettek száma.

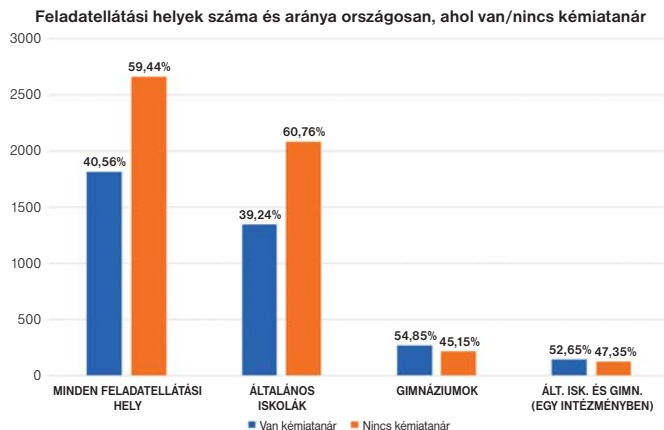
Azt már Nahalka István korábbi számításaiából, írásaiból is tudjuk (2. ábra), hogy (2018-ban) az általános iskolák harmadában hiány van természettudományos tanárokból. Az is közismert, és a kozigallas.gov.hu és az eduline.hu adatai és cikkei alapján jól látható, hogy minden tanévkezdés előtt jellemzően ezer körüli betöltetlen tanári állást szoktak meghirdetni, és ez a szám év közben is jellemzően 5-600 körül alakul. 2021. január végén 33 kémia-, 44 fizika-, 28 biológia- és 14 földrajztanári álláshirdetést láttunk.



2. ábra. Tanárhiány

Forrás: G7, OKM 8. évfolyam, Nahalka István számításai

A KIR adatai alapján végzett számításaink szerint (3. ábra) országosan 2657 olyan feladatellátási helyről hiányzik kémia-tanár, ahol egyébként meglétük „indokolt lenne” (kiszűrtük egyebek mellett az óvodákat, a szakiskolákat, az alapfokú művészeti iskolákat, pedagógiai szakszolgálatokat). Ez a feladatellátási helyek közel 60 százaléka. Budapesten a feladatellátási helyek 51



3. ábra. Kémia-tanár-hiány a feladatellátási helyeken

Forrás: KIR, saját számítások

százalékában van kémia-tanár (azaz 49 százalékában nincs). Az arány Nógrádban a legalacsonyabb országosan, ahol a kémia-tanár-hiány 70 százalékos.

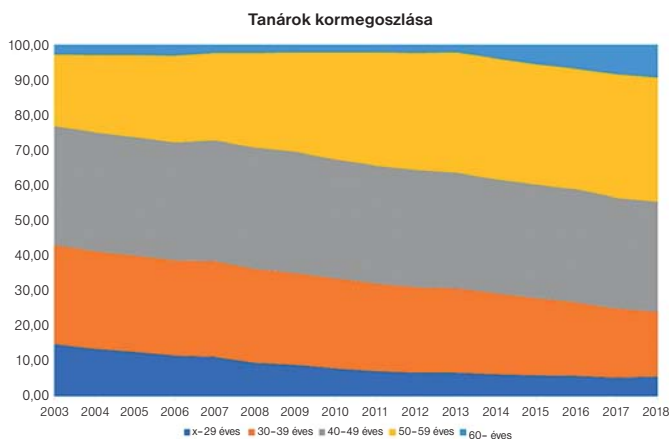
Országosan 2078 általános iskolai feladatellátási helyen nincs kémia-tanár, valamint 214 gimnáziumban és 125 kombinált általános iskola-gimnáziumban sincs. Még a budapesti gimnáziumok 38 százalékában is ez a helyzet. De például a szabolcsi gimnáziumok 68 százalékában hiányzik a kémia-tanár.

Az eredmények a feladatellátási helyre vonatkoznak. Elsősorban vidéken, néhány (3-4) kisebb tagiskola is tartozhat egy intézményhez. Hozzávetőlegesen 2400 általános iskola működik az országban, összesen kb. 3700 feladatellátási hellyel. Az adatbázisok összevetéséből megkapható, hogy az általános iskolák szintjén az iskolák valamivel több mint egyharmadában, az összes feladatellátási helyet együtt vizsgálva kb. 60 százalékukban hiányzik a kémia-tanár, azaz – bár erről nincs pontos kimutatás –, az egy iskolához tartozó kisebb tagiskolák, telephelyek elsősorban többségében hiányozhat helyben a szaktanár.² Írásunk terjedelme és mélysége nem terjedhet ki a bűvópatakként mindig ott lévő kérdésre (mi az előnye-hátránya, ha a legkisebb településen is működik helyben iskola; mi a valós összefüggés az egy tanárra jutó tanulók száma, illetve az oktatás színvonala és hatékonysága között). A fenti tények persze összefüggnek az igen alacsony kémiaóra-számokkal. Hiszen egy kis falu általános iskolájában egy kémia-fizika vagy kémia-biológia szakos tanárnak nem tudnak elég órát adni. Így sajnos általánossá vált, hogy egy kémia-tanárnak három falu iskolái között kell megosztania a figyelmét és a munkaidejét.

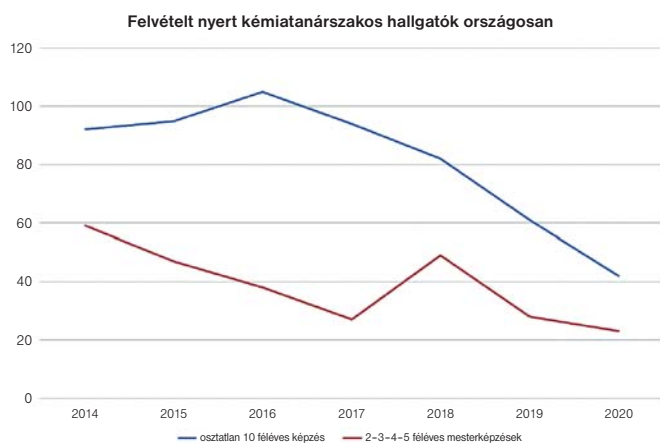
Az idősödő tanárok utánpótlása mindeközben persze távolról sincs megoldva. Ugyancsak a KIR, illetve „A közoktatás indikátorrendszere 2019” kötet adatait igénybe véve, a természettudomány szakos tanárok átlagéletkora 50 év. 6-7 százalékuk 35 év alatti, míg 51% 50 év feletti volt e statisztika készítésekor. Minden évben kb. 4 százalékuk éri el a nyugdíjkorhatárt (6-700 természettudomány szakos tanár). Eközben évente 200-250 új tanár lép be a pályára. A pályakezdő tanárok aránya alig haladja meg az egy százalékot. A mindenféle (nem csak természettudomány szakos) tanárok idősödési trendjét érzékelteti a 4. ábra.

Hová lettek eközben a tanárszakra jelentkezők? A felvi.hu adatait elemezve arra juthatunk (5. ábra), hogy az elmúlt néhány évben a tanárszakra felvettek száma nagyjából megfelelő volt a

² Elképzelhetőnek tartjuk, hogy másoknak lehetnek pontosabb számításai, melyeket természetesen örömmel veszünk. Nem gondoljuk ugyanakkor, hogy az összképet illetően jelentős pontatlanságok maradtak az elemzésben.



4. ábra. A tanárok kor megoszlása. Forrás: A közoktatás indikátor-rendszere 2019. KRTK Közgazdaság-tudományi Intézet, 2019



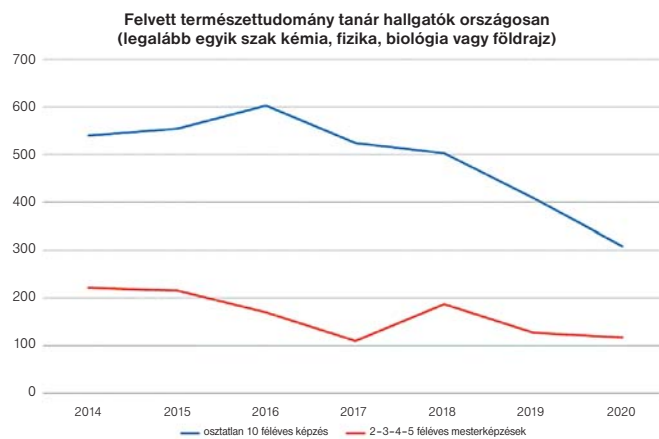
5. ábra. A felvett kémia tanárszakos hallgatók száma. Forrás: felvi.hu, saját számítások

2013 őszén bevezetett osztatlan tanárképzés első éveiben tapasztalt, viszonylagosan megnövekedett érdeklődéshez képest (ami a korábbi kétszintű tanárképzés katasztrofális eredményei után némi reményt adott a fellendülésre).

2020 szeptemberében összesen 42 olyan hallgató kezdte el osztatlan tíz féléves tanárszakos tanulmányait az ország tanárképző egyetemén, akinek az egyik szakja kémia. Közismert, hogy a felvettek száma nem egyezik meg a néhány évvel később a tanári pályára lépők számával, többen nem végzik végül el a megkezdett tanárszakos képzést, és/vagy nem kezdenek tanárként dolgozni. Ez a tapasztalatok szerint elérheti vagy akár meg is haladhatja az 50 százalékot. Mindenesetre a most felvettek egy részéből lesz majd öt év múlva az utánpótlás: eközben a pályán lévő, 60 év körüli kémia tanárok létszáma minden egyes évjáratban 120–140 fő.

További 23 fő kezdett 2020-ban 2–3–4–5 féléves mesterképzést, de közülük már sokan jelenleg is tanárok, akik így képesítést nyerhetnek felsőbb osztályok tanítására, vagy új szakként veszik fel a kémiát, vagy esetleg nem tanárból (pl. vegyészéből) képzik át őket tanárrá. Tehát ha feltételezzük, hogy egy részükből aztán valóban kémia tanár is lesz (marad), még ezzel együtt is bőven akad hézag. Mindeközben ráadásul egyáltalán nem emlékeztünk meg a tanári pályát elhagyókról, mivel erről pillanatnyilag nem áll rendelkezésünkre pontos statisztikai adat (és ez biztosan az egyik tovább kutatandó téma).

A helyzetkép távolról sem csak a kémiára igaz. Gyakorlatilag minden fenti adatot, arányt, életkori átlagot behelyettesíthetünk



6. ábra. A felvett természettudomány-tanár szakos hallgatók száma. Forrás: felvi.hu, saját számítások

a természettudomány szakos tanárok összességére. A 6. ábrán a tanárszakokra felvetteket mutatjuk. Megjegyezzük, hogy a kémia (és a fizika) ezen belül még egy kicsit rosszabbul is áll.

Említsük meg, hogy 2020 őszén az országban egyetlen helyen (ELTE TTK) indult osztatlan 10 féléves kémia-fizika tanárszakos képzés, az erre a szakpárra felvett egyetlen hallgatóval. Ez a szakpár egykor igen kedvelt volt, hiszen a két tárgy tanulása/tanítása nagyon jól segíti, kiegészíti egymást. Manapság azonban a kémia és a fizika tárgyak óraszámainak többszöri, drasztikus csökkentése után a kisebb iskolákban egyszerűen nincs elég fizika- és kémiaóra ahhoz, hogy egy ilyen szakos tanár számára teljes állást biztosíts. Ezért a jelentkezők (racionális megfontolások alapján) inkább valamely kötelező érettségi-tantárgyat (matematikát, történelmet, magyar nyelv és irodalmat, vagy a nem kötelező, de nagyon nagy arányban választott angol nyelvet) jelölik meg a kémiához szakpárként. A biológia-kémia tanári szakpár pedig azért maradt viszonylag népszerű, mert aránylag sokan készülnek orvosi egyetemekre, s így ezekből a tárgyakból gyakran indulnak fakultációs csoportok a gimnáziumokban. Ez részben értelmes munkát és presztízst, illetve némi érdekérvényesítő-képességet ad sok ilyen szakpáros kollégának, részben pedig néhány fiatal az utolsó pillanatban, az orvosi vagy gyógyszerész pályáról „eltérülve” kerül a biológia-kémia tanári szakra.

Miért baj, ha nincsenek kémia tanárok?

Az MKL-t olvasó tanároknak, kutatóknak, oktatóknak, a vállalatoknál, az iparban dolgozó szakembereknek valószínűleg elég egyértelmű a válasz a fenti kérdésre. Mégis azt gondoljuk, hogy nem árt néhány szempontot összefoglalni. Azért is, mert írásunk záró részében teszünk néhány javaslatot, mégpedig attól a magától értetődő, és hosszabb távon megkerülhetetlen intézkedéstől különbözőeket is, mint hogy az állam duplázza meg a fizetéseket. Ugyanis ennek bekövetkezése a jelen helyzetben nem valószínű, nincs is rá közvetlen hatásunk, ráadásul nem is oldana meg minden problémát.

Ha az országban nincs elég kémia tanár, annak a következményei beláthatatlanok. Azoknak a diákoknak, akiknek nincs kémia tanára, nem adatnak meg mindazok a fontos lehetőségek, amelyeket jól ismerünk és amelyeket az alaptantervek, illetve kerettantervek hosszú évek óta mindig kötelezőszerűen felsorolnak; ilyenek például a természettudományos műveltség és a logikus gondolkodásmód kialakulását szolgáló tevékenységek. Így a tanulók nagy tömegei számára elérhetetlen céllá válik a termé-



szettudományos ismeretek mindennapokban való alkalmazása és az áltudományok elleni védekezés. A cikk előző részében felsorolt adatok arra mutatnak rá, hogy a most felnövő gyermekek tömegei nem kapnak esélyt az ezekhez szükséges tudás elsajátítására.

Az oktatási rendszer és a természettudományok tanítása szempontjából azért is végzetes a tanárhány, mert *tanárok nélkül nincs tanárutánpótlás*. A tanári példának döntő szerepe van abban, hogy egy diák választja-e a természettudományos tanári pályát. Ha nincsenek kémia tanárok (vagy csak más iskolából „át-tanító”, folyton rohanó, fáradt és a helyzetet nem mindig uraló, irányító tanárokat lát egy diák), akkor fel sem merül benne, hogy ezt a hivatást válassza. Ez pedig öngerjesztő folyamatként a tanárhány fokozódásához vezet, amelynek immár erősen tapasztalhatóak a jelei. Az is nyilvánvaló, hogy a hiányzó tanárok feladatát a még pályán levők látják el. A fizetésük nemigen lesz több, a feladat viszont igen, így óhatatlanul hamarabb kiegészíthetnek, és válhatnak akár pályaelhagyóvá is. Nemcsak az átlagéletkor növekedése és a tanári pálya csekély vonzása riasztó a fiatalok számára, de a pályán lévő aktív tanárookra fokozódó nyomás is tovább növeli a létszámhianyot.

A vállalatok szempontjából azért végletesen káros a tanárhány, mert *nem lesznek olyan szakemberek, akik a kutató-fejlesztő vagy akár a termelési folyamatokban részt tudnának venni*. Nem csupán arról van szó, hogy a diákok tudása hiányos és alacsony színvonalú lesz, így nem kielégítően képzett munkavállalókat kénytelenek felvenni. Ha nincsenek kémia tanárok, akkor egyáltalán nem jut el a kémia (illetve általánosságban a természettudomány) a diákokhoz. Nincs, aki felkeltse az érdeklődésüket, nincs, aki bemutassa nekik a természet lenyűgöző szépségét, működésének logikáját, összefüggéseit. Nincs, aki kedvet csináljon nekik a kísérletezéshez, a természet megismeréséhez, ismeretterjesztő könyvek olvasásához, a természettudományos ismeretekben való elmélyüléshez. Így a diákok nem fogják továbbtanulási irányként választani a kémiát (vagy más természettudományt), mert egyszerűen nem találkoztak vele, nem ismerik, nincs hozzá semmilyen kapcsolódásuk. A természettudományos szakember-utánpótlás nélkül a magas hozzáadott értékű kutatás, fejlesztés és innováció nem működhet. Ezek az ágazatok nem fejlődhetnek a nemzetgazdaság számára szükséges módon. Nélkülük Magyarország egyre inkább a futószalag mellett dolgozó, olcsó bérű betanított munkások országa lesz.

Az előző rendszerben, a hidegháború idején nagy szükség volt az alap kutatásokat és a csúcstechnológiai fejlesztéseket végző szakemberekre mind a gazdasági fejlődési verseny, mind specifikusan a hadiipari fejlesztések miatt. Ehhez széles merítésre volt szükség, ezért ügyeltek a magas színvonalú és bőséges, alap- és középfokú természettudomány-oktatásra. Ráadásul jó ideig sok „osztályellenesség” értelmiségi gyerekek jelentett az ideológiamentes természettudományos pálya kitörési pontot, önmegvalósítási lehetőséget, anyagi szempontból elfogadható megélhetési körülményeket. Szerencsére ezek az idők elmúltak, de az oktatásban, utánpótlásban érezzük a korábbi hátszél hiányát.

Magyarországnak immár egy évszázada nincsenek jelentős nyersanyag- és energiaforrásai. Ezért fejlődött már a múlt században a legfontosabb húzóágazattá a vegyipar, hiszen kizárólag a kémikusok tudnak – szó szerint – a levegőből eladható termékeket előállítani. A gyógyszeripart is azért „osztották” a szocializmus idején Magyarországnak, mert már megvoltak előtte a hagyományai: kevés nyersanyag és sok tudás kell hozzá, amivel óriási hozzáadott értéket hoz létre.

Ez most is a magyar gazdaság egyik valós kitörési pontja, de a néhány elit gimnáziumban még itt-ott képezhető kutatókon és fejlesztőkön kívül rengeteg más szakember is szükséges hozzá. Ráadásul éppen a kevés jól képzett diák nagy részét viszi el az agyelszívás, és a képzés különböző fokain egyszerűen külföldi egyetemekre és állásokba kerülnek, ha nem tudunk nekik itthon a tanuláshoz és a munkájukhoz megfelelő feltételeket és körülményeket biztosítani.

Nem lehet eleget hangsúlyozni, hogy rendkívül szűk marad így a merítés. Az olyan iskolába járó, a természettudományok terén potenciálisan tehetséges diákok, ahová már nem jutnak szaktanárok, nagy valószínűséggel elvesznek a természettudományos és technológiai kutatás, fejlesztés, innováció (és egyáltalán nem utolsósorban a tanárutánpótlás) számára. Ez mind az egyén, mind a társadalom számára elvesztegetett lehetőség. A természettudományok terén szükséges képességek ugyan fejleszthetők, de *csak a népesség egy bizonyos százaléka születik megfelelő adottságokkal* ahhoz, hogy kedvező környezetben kerülve kiemelkedő teljesítményt nyújtson. Azt pedig saját tapasztalatainkból is tudjuk, hogy a tehetséges gyerekek véletlenül születnek „akárhova”, nem úgy van az, hogy a fővárosi, jobban ellátott iskolák vonzáskörzetében van közülük „természetszerűleg” több, a kis falvakban pedig kevesebb. A gazdasági és humanitárius szempontból egyaránt elfogadható cél pedig csak az lehet, hogy a következő nemzedékekben is meglegyenek azok a kis falvakból indult tehetségek, akikből aztán gyógyszeripari cégek vezetői vagy egyetemi oktatók válnak.

Másrészt *tanárnak is születni kell* abban az értelemben, hogy senkiből nem lehet kitűnő pedagógus, aki nem élvezi azt, ha elmagyaráz, megtanít valamit másoknak. Ez is egy velünk született adottság, amelyet genetikai értelemben csak a populáció bizonyos hányada hordoz. A természettudományok terén jó adottságokkal rendelkezők, illetőleg a „tanárnak” született diákok két halmazának metszetét (a populáció igen kis hányadát) alkotják azok a fiatalok, akik nemcsak értik és (sikerélményeik folytán) élvezik a természettudományokat, hanem szívesen el is magyarázzák azt, amit ők már tudnak. Ők válhatnak potenciálisan természettudomány szakos tanárokká, de csak akkor, ha időben jó kezekbe kerülnek, tehát szakmailag és emberileg is nagyszerű szaktanáraik pozitív mintául, példaképpül szolgálnak számukra. Minél kevesebb ilyen tanárkolléga van a pályán, annál kisebb az esélye annak, hogy lesz utánpótlásuk. Ez önerősítő folyamat, amelyet az alacsony fizetések, a nagy munkateher és a kedvezőtlen munkakörülmények csak tovább gyorsítanak.

Néhány javaslat

Ezen a ponton szokott felmerülni az a közhely, hogy érdemben rendezni kell a fizetéseket, hogy a pálya elég vonzó és fizetőképes legyen, és ez megoldja a problémát. Mint az előzőekben már jeleztük, forradalmi változás belátható időn belül valószínűleg nem fog történni, másrészt pedig messze nem is oldana meg minden problémát. Az óriás tankhajó mozgása miatt akkora az inercia a rendszerben, hogy egyetlen intézkedéssel már nem lehet orvosolni a bajt. Honnan is kerülne ki nagy hirtelen az a sok, tanár szakra jelentkező, valóban ígéretes fiatal (akikből valóban jó tanár válhat majd), ha az elmúlt időszakban egyre kevesebbet készített fel szaktanár a közoktatásban a természettudományos vagy a tanári pályára?

A fenti, közhelynek számító (a fizetések növelését illető) megoldási javaslatnál tehát nem lehet megállni, és meg kell tenni



mindent a javulásért a mai helyzetben is, ráadásul több szinten. A célok nyilvánvalóak: jelentkezzenek többen tanár szakra, végezzék is el, és menjenek is tanári pályára. A tanárok maradjanak a pályán, és közben lehetőleg még tudjanak is pozitív példát sugározni a gyerekeknek. A gyerekek érdeklődését keltsük fel a természettudományok (és egy részük esetében a tanári hivatás) iránt.

A Természettudományos Oktatásért Szabó Szabolcs Emlékére Közhasznú Alapítvány (Sz2A) által középiskolások és tanáraik körében előkészített kérdőíves felmérés tavalyi kismintás pilotja alapján felvillantunk néhány eredményt. A felmérés arról, hogy miért, illetve még inkább: miért nem merül fel a tanári hivatás választása a fiatalokban, vagy miért döntenek ez ellen, egyelőre szűk és nem reprezentatív volt³ (hamarosan szélesebb körben folytatjuk), ezért ezeket még nem szabad teljesen komolyan venni. Ugyanakkor a kismintás felmérés is alátámasztotta, hogy a középiskolások jól érzékelik a helyzetet, a kezdőfizetések szintje alapvető problémát jelent, és hogy még ott is, ahol van számottevő természettudományos oktatás, jelenleg nagyon keveseket vonz ennek tanítása. Viszont visszaigazolták, hogy igenis lehet akár már most is tenni valamit a helyzet javítása érdekében.

A diákok által megadott elvárt tanári kezdőfizetések 250–300 ezer forintos nettó sávban alakultak, azaz a *diákok elvárása a mai kezdő tanári fizetések közel duplája*. A tanárok anyagi és társadalmi megbecsültsége melletti harmadik okként említették az oktatási rendszer egészével kapcsolatos rossz tapasztalatokat, amely elriasztja őket a tanári hivatás választásától. A pályán levő tanárok megtartásában azonban néhány támogató eszköz és program segítségével (a tanárképző egyetemekkel összefogva) javulás érhető el. Ezek növelni tudják a tanárok komfortérzetét, és a mindennapi munka mennyiségének csökkentésével segítheti őket abban, hogy kevesebb energiabefektetéssel tudjanak színvonalas munkát végezni. Fontos szerep jut a civil szervezeteknek, hogy olyan ösztöndíj- és egyéb programokat dolgozzanak ki a természettudományos oktatás terén a mennyiségi és minőségi javulásban érdekelt vállalatokkal együttműködésben, amelyek segítik a tanárok megújulását, anyagi biztonságának megteremtését és fenntartását.

Míg a 9. osztályosok közel 10 százaléka nyilatkozott úgy, hogy érdeklődik a természettudományos tanári pálya iránt, a diákok 12. osztályos korára gyakorlatilag elfogynak az olyanok, akik tanári pályára jelentkeznének, illetve jelentkeztek. Tehát *a középiskola kezdetén a fiatalok egy része esetében az érdeklődésük horizontján még ott van lehetőségként a tanári pálya, de ez a tényleges jelentkezés idejére szinte eltűnik*.

Tanáraik szerint a diákok azért választják a tanári pályát, mert szeretnének gyerekekkel foglalkozni, és szintén fontos hatásként azonosítják a jó tanári példát. A válaszok összecsengtek a diákok válaszaival, mivel az ő esetükben is a gyerekekkel való foglalkozás és a tanári példa volt a két legfontosabb szempont. Azonban a diákok a szülői példa követését sokkal kisebb arányban jelölték meg, talán kedvezőtlen tapasztalataik miatt is.

Az alábbiakban néhány saját javaslat és példa bemutatása következik. Ezek előtt azonban megjegyzendő, hogy természetesen sok kezdeményezés létezik, amely a problémákat igyekszik or-

vosolni. Viszont ezek ötletgazdái és megvalósítói gyakran nem is tudnak egymásról, vagy az iskolák róluk. (Az ehhez hasonló cikkek és a nyilvános beszélgetések után többször kapunk mi is ilyenről nagyon hasznos visszajelzéseket.) Például a digitális távoktatás is adott apropót több elektronikus tananyag-megosztó portál létrejöttéhez és fejlesztéséhez. Ugyancsak erősödtek a mentoráló, korrepetáló online együttműködések, hiszen a járvány idején sok tanuló még inkább lemaradhat, mint korábban. Ezeknél nagyon fontos nemcsak a fogadó oldalnak „örülni”, hogy az adott gyerek több tudáshoz jut, és kevésbé szakad le társaitól, hanem a korábban írtak miatt a mentoráló oldalra is tudatosan kell figyelni, hiszen az ilyen munkát vállaló fiatalok a jövő tanári meritésének kitűnő bázisát képezik.

A vállalatoknak, a kutatók, mérnökök jövőbeli foglalkoztatónak óriási a tét. Néhányan már felismerték, hogy a kérdéssel foglalkozni, a kezdeményezéseket segíteni távolról sem csak divatos „corporate social responsibility” (CSR), ami jól mutat az éves jelentésben, hanem lassan létkérdés, alapvető üzleti érdek. A legjobb végzősök leigazolása, az állásbörzéken megjelenés nem lesz elég, ha az állásbörzéig elvezető másfél évtizedes úton a kínálat drasztikusan csökken. Tehát hosszabb időtávra kell előre gondolkodniuk, és már a gyerekeket fiatalabb korukban elérő (vagy: el nem érő) oktatás problémáit is segíteniük kell enyhíteni. Okos orientációs, motivációs, tudásmegosztó, hálózatépítő, ösztöndíj- és egyéb programokkal már a középiskolásokat (sőt, a felső tagozatosokat) meg lehet szólítani, különösen a képző egyetemekkel együttműködésben. A napi piaci versenyben megméretődő vállalatoknak nehéz 10–15 évre előre gondolkodni, viszont lassan eljutnak oda, hogy ez nem választási lehetőség. Egyelőre az egyetem működési modelljének átalakítása uralja a vonatkozó közbeszédet, de előbb-utóbb jobban előtérbe kell annak is kerülnie, hogy az egyetemig el is kell jutni. Tehát azt gondoljuk, hogy „amíg az államra várunk” a fizetések ügyében, *a civil kezdeményezéseknek, a tanárképző egyetemeknek, illetve a vállalatoknak sok lehetősége (és felelőssége) van az ügyben az összehangolt együttműködésre.*

Az Sz2A saját példáin, fejlesztésein keresztül a rendszer több pontján is igyekszik segítséget, támaszt adni. A *Kémia Mobillabor* programunk előzményét még névadónk, Szabó Szabolcs és Hobinka Ildikó vitték kis vidéki iskolákba jó húsz évvel ezelőtt. Ezt újíttottuk fel 2019-ben, és most (amikor lehetséges) egy tucat kémia tanár járja a saját régiója iskoláit az országban és tart meg egy-két órát kísérletezésekkel, a gyerekek bevonásával. A visszajelzések jól mutatják, hogy sokszor gyakorlatilag ez a program biztosítja „a” kísérletező kémiaórát, sok helyen se szaktanterem, se szertár, gyakran kémia tanár sincs. A korábbiakkal összhangban célunk az, hogy legyenek olyan gyerekek, akikben mi keltjük fel vagy erősítjük az érdeklődést, és akik egy kis iskolából indulva juthatnak el magasra. De ugyanilyen fontos a tanárok támogatása, az az érzés, hogy van hová fordulniuk, nincsenek egyedül.

Persze nem lehet minden iskolába eljutni, csak lassan tudjuk a bemutatókat vinni sok helyre. Ráadásul nagyon jó lenne ugyanoda visszajutni azután többször is, miközben rengeteg más helyre is várnak minket. A cél természetesen a támogatási források növelése és így a bővítés, de addig is elkészítettük a *Digitális Mobillabor*-t,⁴ ahol bármely tanár hozzájuthat a 24 kísérlet videóhoz. A kisfilmek mellett tanári kézikönyv, magyarázatok és kvízfeladatok is rendelkezésére állnak. Azaz ahol „még” lenne igény kémiaóra megtartására, de nincs lehetőség kísérletekre, ez valamennyire pótolni tudja – még ha a valódi órai kísérletek zamatát csak részben adhatja vissza.

³ Az első körben 23 gimnáziumba tudtuk eljuttatni a kérdőívet, ahonnan összesen 487 tanulótól (és 56 természettudomány szakos tanártól, illetve intézményvezetőtől) kaptunk vissza válaszokat. A minta tehát a gimnáziumok 3–4 százalékát érte el, és a válaszadási hajlandóságot is figyelembe véve a diákok országos létszámának egy százaléka alatt volt a kitöltők száma. Ezért a válaszok egyelőre statisztikai elemzésre nem alkalmasak, de ezen remélhetőleg még 2021 tavaszán javítani tudunk.

⁴ <https://sz2a.hu/digitalis-mobillabor/>



A tanárok segítése, munkájuk egyszerűsítése a cél a *Tanseged.hu*⁵ honlappal is. Kémia, fizika, biológia, földrajz, természetismeret és környezetismeret szakos tanárok számára folytattak az együttműködő szaktanárok, egyetemi módszertani oktatók gyűjtést az interneten található oktatási anyagok, filmek, animációk, feladatlapok és más eszközök szelektálásával, ellenőrzésével, és a tananyag egyes elemeihez, a tanórákhoz való csoportosításával. Ez nagyban segítheti a tanárok órai felkészülését, az óra megtartását és a számonkérést. Igyekezünk ezzel kicsit segíteni abban is, hogy „mosolygósabb” arcukat mutathassák a gyerekek felé, hiszen a tanári példa és hatás szinte mindent eldönt.

A tanárok pályán tartásának segítésén túl a Tansegéd.hu projekt elért számos fiatal, végzés közeli tanár szakos egyetemi hallgatót, illetve az elmúlt egy-két évben kezdett pályakezdő tanárt, hiszen ők is részt vettek a munkában. Ezzel igyekezünk bővíteni a fiatal és elhivatott tanárok körét, akik a közös célért dolgoznak, és akikből jó eséllyel valóban kitévő szaktanárok, pedagógusok lesznek, azok maradnak. Ezt a hálózatot tovább kívánjuk erősíteni, a tanárképző egyetemekkel együttműködésben.

A (békeidőkben) rendezett versenyek között van a viszonylag új *Szabó Szabolcs Természettudományos Vándorkupa*, amely – mint a neve mutatja – nem matematika-, fizika- vagy kémia-, hanem komplex természettudományos verseny (7–8. osztályos gyerekeknek, csapatoknak). Továbbá vándorkupa, tehát aki nyer, az rendezheti legközelebb, ami rengeteg plusz izgalmat és kihívást visz a nyertes és rendező iskolába, gyerekeknek és tanáraiknak.

⁵ <https://tanseged.hu/>

A feladatokat alapvetően azok a diákok gyártják, akik előző évben nyolcadikosként a nyertes csapat tagjai voltak, de immár kilencedikesként középiskolában tanulnak tovább. Ehhez segítséget és irányítást kapnak, főleg egy-két végzős tanárszakos önkéntesünktől. Tehát itt is ugyanaz a többszintű megközelítés: gyerekek motiválása, tanáraik és iskoláik buzdítása és hálózatba kapcsolása, és hallgatók bevonása, az ő szakmai tapasztalataik erősítése. Végül, de nem utolsósorban, a Vándorkupára való toborzást kisebb vidéki iskolákra fókuszáljuk, az ő csapataikat igyekezünk elhívni, részvételük és utazásuk költségeit vállalni, majd jutalmazni.

A fentiek is megtalálhatók az Alapítvány honlapján (<https://sz2a.hu/>). A konkrét kezdeményezések bemutatásával azt kívánjuk illusztrálni, hogy a fennálló helyzetben is lehet lépéseket tenni a rendszer különböző pontjain, szintjein az érdeklődés felkeltésére, a tehetségek felkarolására és a „hősök” támogatására. *Ebben az érdekeltek összekapcsolására és összekapcsolódására óriási szükség van, mi pedig próbálunk kezdeményező szerepet játszani.* Ehhez várunk minél több partnert, iskolákat, tanárképző egyetemeket, tanár szakos hallgatóikat és nemrég végzett, fiatal tanárokat. Valamint persze érdekeltységük, erőforrásaik és lehetőségeik okán a vállalati szektort.

Abban bízunk, hogy ha közösen teszünk érte, még megéllhetjük, amikor ismét a bevezetőben említett módszertani kérdések jelentik majd a kémiaoktatás valódi problémáját: hogy hogyan tanítjuk a kémiát, s nem pedig az, hogy vajon ki tanítja. ●●●

Köszönetnyilvánítás. A hasznos és fontos adatokat, illetve az adatbázisok elemzését köszönjük Réti Mónikának, illetve Filep Erikának.

Braun Tibor

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

Szemelvények az algák és tengeri növények kémiájából

Alkalmazásuk emberi fogyasztásra

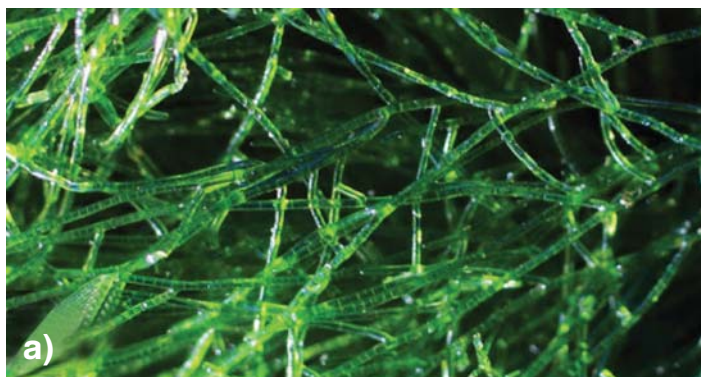
Előszó

Az algák nagy számban előforduló egysejtű (unicelluláris) vagy soksejtű (multicelluláris) növényi szervezetek. Ezek egyaránt előfordulnak tengervízben és más vizekben. Méretük szerint az algákat mikroalgákként és makroalgákként, más szóval tengeri és más vízi növényekként tartják számon. [1] A mikroalgák prokariotikus és eukariotikus makroszkópos szervezeteket képeznek egyszerű sejtű és összetettelekben. Az egysejtű mikroorganizmus-csoportok egyénileg vagy csoportokban élnek és fitoplankton néven ismerete-

sek. A kovamoszatok a domináns életformák a fitoplanktonban, és a biomassza legjelentősebb előállítói a Földön. [2] A makroalgák soksejtű (multicelluláris) fotoszintetikus szervezetekként jellemezhetők, sokváltozatú morfológiával. Természetes környezetükben a makroalgák sziklás alapkönnyűnek, és állandó, stabil, sokrétegű élőként fordulnak elő.

A makroalgák növekedését és tápanyagtermelését nagyszámú szükséglet szabályozza, például a tápanyagok, a sótartalom, a hőmérséklet, a fény, a mélység és az áramlatok. Ezenfelül az a tény, hogy sziklás alapon rögzülnek (például sziklákon),

növeli a makroalgák növekedését és termelékenységét, ami nem jelentkezik a fitoplanktonnál. [3] Az algák kulcsszerepet játszanak a tengerekben és az óceánokban a táplálkozási láncban. A napfény, a szén-dioxid és a víz segítségével a makroalgák a Föld oxigénjének legnagyobb előállítói. Változataikra számos elnevezést javasoltak az idők folyamán. [4] Jelenleg a makroalgákat három fő csoportra osztják a fotoszintetikus pigmentek előfordulása és jelenléte alapján (**1. ábra**). Ennek megfelelően ismeretesek zöld algák (*Phylum Chlorophyta*), vörös algák (*Phylum Rhodophyta*) és barna algák (*Phylum Heterokontophyta*).



1. ábra. A főbb alगतörzsek bemutatása:
a) zöld algák,
b) vörös algák,
c) barna algák



Bevezetés

A zöld algákat a földi növények leszármazottainak tekintik, és a velük való hasonlóságnak köszönhetően a növényekhez sorolják. [5] Inkább tengervízben fordulnak elő, és több mint 7000 fajtát tartanak számon. [6] A zöld algák klorofill a-t és b-t, β -karotint és xantofileket tartalmaznak a földi növényekhez hasonló arányban.

A zöld algák más eukariotikus makroalgáktól abban is különböznek, hogy pirenoidokat tartalmaznak citoplazmák helyett. Ezen szervezetek sejtfalai cellulózt tárolnak fő poliszaharidként annak ellenére, hogy bizonyos fajtákban xilánok helyettesíthetők cellulózzal. [7] Ez az alga gyors kolonizálásra és növekedésre képes, ha kedvezőek a körülmények. Növekedése során jól tárol tápanyagokat, főleg cukrokat és fehérjéket.

A vörös algákból több mint 6000 fajtát azonosítottak, de csak kis részüket találták meg friss vizekben (nem tengervízben). A vörös algák minden szélességi fokon előfordulhatnak az Egyenlítőtől a hidegebb tengerekig. Megtalálhatók a sarki és a sarkok körüli tengerekben. A zöld és a barna algák gyakoribbak a temperált és tropikus vizekben. Ezek a fajták többféle pigmentet tartalmaznak, beleértve a klorofill a-t, fehérjéket, vörös fikoeitrint, kék fikocianint, karoténeket, luteint és zeaxantint. A fikoeitrint a legfontosabb pigment: ettől származik az algák vörös színe, mert a kék fényt elnyeli. A kevés pigmentet tartalmazó vörös algák inkább kékesnek, mint vörösesnek tűnnek más pigmentek jelenlétében. Más algáktól eltérően, a kék színnek megfelelő hullámhosszú fényt abszorbeálva, a vörös algák képesek 200 m mélységben is élni az óceánban.

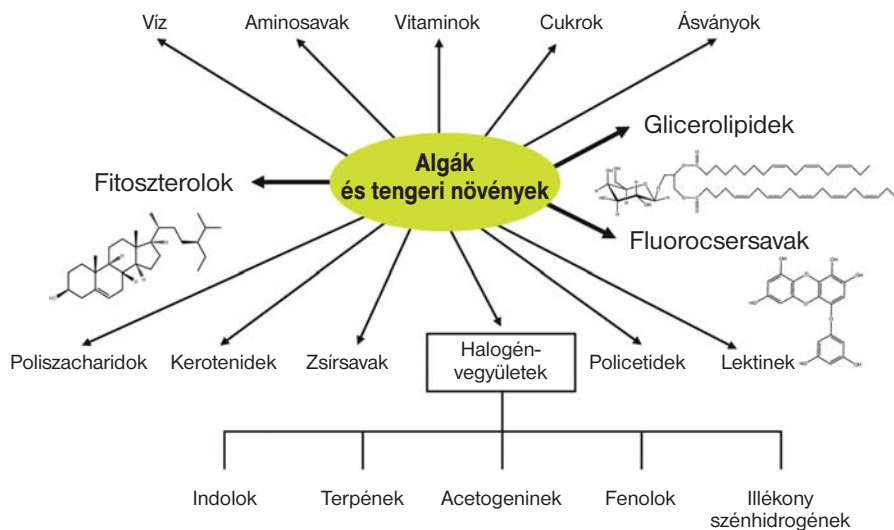
A barna algák a *Heteropontophyta* [7] vagy *Phaeophyta* [8] törzshöz tartoznak a taxonómiai beosztás szerint. A barna algák makroszkópos szervezetek, tengervizekben élnek. A körülbelül 2000 ismert fajta közül kevesebb mint 1% él friss vizekben. A barna algák színe (barna vagy sárgásbarna) a fucoxantin karotinoidból származik. A fucoxantin mellett a barna algák fotoszintetikus pigmentjei az α - és β -karotin, a klorofill-c, a violaxantin és a diatoxantin. Barna színüket a florotanninok is befolyásolják. [9] Ellentétben a zöld és vörös algákkal, fő fotoszintetikus termékük nem a keményítő, hanem a laminarin, egy vízdoldódó poliszaharid. Sejtfaik cellulózból, alginasvból és szulfatált poliszaharidokból állnak, amelyek bizonyos tengeri fajtákban nagy mennyiségekben képződnek.

Mint az előbbieken említettük, nagyon nagy számú algafajtát azonosítottak a három csoportban. De itt meg kell említsük, hogy jelenleg világszerte 221 algafajtát, 125 fajta vörös algát, 32 zöld algát és 64 barna algát használnak emberi ételmezésre. [10]

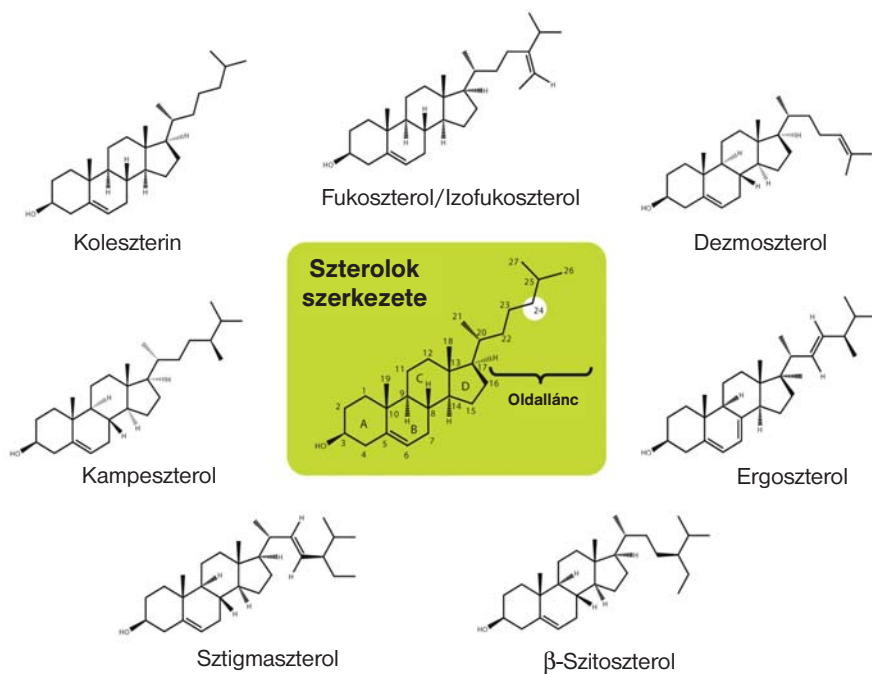
Az algák kémiai összetétele

Ősi idők óta a tengeri növények fontos szerepet játszanak az ázsiai lakosság étrendjében, ahol széleskörűen alkalmazzák őket az élelmiszeriparban gazdag kémiai összetételük, rostjaik, ásványaik, vitaminjaik és különböző antioxidánsaik miatt. [11] A száraz tengeri növények összetétele fajtafüggő, de körülbelül 45–75% szénhidrátból, 7–35% fehérjéből és rostból, valamint kevesebb mint 5% zsírból áll. A cukrok nagy része mannit a barna algákban, szorbit a vörös és szaharóz a zöld algákban. Az elsődleges ásványi összetevők a jód, kalcium, foszfor, magnézium, vas, nátrium, kálium és klór. Ami a vitaminokat illeti, az algák nem tartalmaznak D-vitamint, de dúsak A- és B-vitaminokban (B₁, B₂, B₃, B₆ és B₁₂), valamint C-vitaminban. A taurin az algák legfontosabb aminosavja. [12] Az agar és az alginátok a domináns poliszaharidok, ezek a tengeri növények gazdaságilag legfontosabb összetevői. Nagy molekulás változataik a tengeri növények legfőbb szerkezeti összetevői, és fontos biológiai hatásuk folytán az élelmiszer- és kozmetikai iparban széleskörűen alkalmazzák őket.

A tengeri növények bőven tartalmaznak hosszú láncú, többszörösen telített zsírsavakat, amiket nagyon jótékonyak tekintenek az emberi egészségre. [13] A főleg vörös és barna algák által előállított halo-



2. ábra. Algákban és tengeri növényekben kimutatott főbb vegyületcsoportok



3. ábra. A fitoszteronok alapszerkezete és az algákban és tengeri növényekben található szterolok [20]

génezett vegyületek széles körű, heterogén molekulacsoportot képeznek; ezek primer és szekunder metabolitokban terjednek, és vannak köztük indolok, terpének, acetogéninek, fenolok és illékony szén-hidrátok. A poliketidek és lektinek szintén vonzó szekunder metabolitok a tengeri növényekben. A poliketidek, például a makrolidok antibiotikus alkalmazásukért, míg a lektinek a szénhidrogén-lekötési jellegzetességükért lehetnek fontosak.

Nagyon sokféle kémiai összetételük (2. ábra) folytán az algák (tengeri növények) fontossága annyira megnőtt az elmúlt néhány évtizedben, hogy jelentőségük a véletlenszerű vad betakarítástól az ellenőrzött természetiség, illetve algafarmok létrehozásáig terjed annak érdekében, hogy

széles körben lehessen értékes és hasznos termékeket előállítani és forgalmazni. [8] A fitoszteronok olyan koleszterin-szerű molekulaosztályt képviselnek, amelyet emberi lények nem szintetizálnak; a növények, valamint algák sejtmembránjaiban jönnek létre. Az ionkariota membránok lényeges összetevői, fontos szerepet játszanak a membránok folyékonyságának és átjárhatóságának ellenőrzésében, valamint hormonokként, illetve hormonális prekurzorokként jelek továbbításában. [14] A szterolkapcsolat meglehetősen stabil a különböző algacsoportok esetében (3. ábra). Persze az ökológiai különbségek, a földrajzi eredet és a szervezetek fejlődési állapota hozzájárulhat a különböző fitoszterol-összetételhez. [15]

Étkezésre alkalmas algák és tengeri növények

Valószínűleg nincs a főzési-sütési kellékek között olyan alkotóelem, amelyik az algáknál és tengeri növényeknél sokoldalúbb lenne. [16] Ezek ehetőek nyersen, főzve, sütvé, pírítva, pürésítve, szárítva, granuláltan vagy olajban sütvé. Fogyaszthatók önmagukban vagy számtalan módon társítva más hideg vagy meleg összetevőkkel (4. ábra). A tengeri növényekről feltételezik, hogy a legtöbb esetben változatlanul megtartják tápértékük nagy részét. Ihletként abból lehet meríteni, amit az „haute cuisine” (minőségi konyha) képviselői a tengeri algákból produkáltak az utóbbi években. Nevezetesen konyhafőnökök és séfek karolták fel konyháikban és éttermeikben ezeknek a komponenseknek a használatát annak érdekében, hogy építsenek az ízek, textúrák, formák és színek algákra és tengeri növényekre jellemző jellegzetességekre. Nagyon gyakran és nagyon sokan ösztönzést kerestek és találtak a klasszikus ázsiai konyháiban, amiben az algák és tengeri növények különleges szerepet töltenek be. [17]

Az algákban és tengeri növényekben található ásványok, fehérjék, aminosavak, nyomelemek, vitaminok, jó d, alacsony kalóriájú diétás rostok és politelítetlen zsírsavak mennyisége jelzi az „étkezési minőséget”, amely miatt emberi táplálékként alkalmazhatók ezek az anyagok. Ezt természetesen elismerték és jelenleg is elismerik bizonyos országokban, mint például Kína, Korea, Polinézia és különösképpen Japán, ahol a tengeri növények feltétlenül szükséges összetevői a klasszikus konyháknak. Nagyra tartják tápértékeit, ízeit, illatait és textúráit. [18] A mikroalgáknak általában nincs érdekes íze és textúrája, ezzel szemben a makroalgák rendkívül érdekesek és vonzóak ízüik, illatuk és textúrájuk révén. Annak ellenére, hogy vörös, zöld és barna algafajtákat az összes tengerparti nép fogyasztott az őskortól kezdve, főleg az ázsiai országok, mint Japán, Kína, Korea és a Fülöp-szigetek konyháiban alkalmazták őket a napi étkezés és gasztronómiai különlegességek elkészítésében.

Észak-Amerika parti államaiban és Észak-Európában az algák és tengeri növények fogyasztása, illetve ínyenc felhasználása jelentősen előretört az utóbbi néhány évtizedben. Ez történik például Brit-Kolumbiában, Új-Skóciában, Kanadában és Izlandon is. Európában ezek szintén helyet kaptak Wales és Írország konyháiban és ebédlőasztalain. Skandinávia konyhafőnökei alkotó utakat találtak az algák és a



4. ábra. Gasztronómiai (étkezési) célokra felhasznált néhány alga és tengeri növény

tengeri növények felhasználására, új, érdekes fogások előállítására részben az északi étkezési kultúrák fúziós felélesztésének érdekében. [20]

Magyarországon az algák és tengeri növények emberi fogyasztása még a kezdeti bevezetésnél tart, de azt meg tudjuk állapítani, hogy egyrészt szárított, csomagolt, főleg a Távol-Keletről importált változataik a kereskedelemben már hozzáférhetőek. Ilyen például a Wakame zöldalga-saláta (5. ábra).

Utóirat

Jelentős szakirodalom foglalkozik világszerte az algák és tengeri növények tanulmányozásával, biológiájukkal és alkalmazásukkal. A több tízezer fajtát magában



5. ábra. Wakame zöldalga-saláta

foglaló részletes ismertetésre itt sem hely, sem lehetőség nincs, de mint a fentiekből kiderült, figyelmet fordítottunk ezek ké-

miájára és röviden, dióhéjban igyekeztünk az emberi fogyasztásra való alkalmazásukat – talán mondhatnánk – gasztronómiájukat is megemlíteni. Ez természetesen csak hiányosan történhetett. Amennyiben lesz, aki erről a témáról mélyebben kíván informálódni, annak ajánljuk a [16]-os hivatkozás átlapozását.



IRODALOM

- [1] D. Bhattacharya, *Origins of Algae and their Plastids*. Springer Verlag, Wien, 1997.
- [2] A. Pulz, W. Gross, *Appl. Microbiol. Biotechnol.* (2004), 65, 635.
- [3] K. Lüning, S. Pang, *Appl. Phycol.* (2003) 15, 115.
- [4] A. Sambamurty, *A Textbook of Algae*. Int. Pwt. Ltd., 2005.
- [5] L. Schwark, P. Empt, *Paleogeogr. Paleocool.* (2006) 240, 225.
- [6] C. Van den Hoek, *Algae: An Introduction to Phycology*. Cambridge University Press, 1995.
- [7] R. T. Wilce, *J. Phycol.* (1966) 2, 57.
- [8] W. A. J. P. Wijesinghe, Y.-J. Jeong, *Phytochem. Rev.* (2011) 10, 431.
- [9] T. Goodwin, *Karotenoids and Biliproteins*, in: W. D. Stewart, ed., *Algae Physiology and Biochemistry*. California, Blatwell Scientific Publications Ltd., 1974.
- [10] L. Pereira, *A review of the nutrient composition of selected edible seaweeds*, in: V. H. Hojosa, ed., *Seaweed: Ecology, Nutrient Composition and Medicinal Uses*, Nova Scotia Publishing, 2011.
- [11] G. F. El-Said, A. El-Sikaily, *Environ. Monit. Asses.* (2013) 185, 6089.
- [12] U. G. Mauritsen, *Seaweeds: edible, available and sustainable*. University of Chicago, Chicago Press, 2013.
- [13] J. L. Harwood, I. A. Guschina, *Biochemie* (2009) 91, 679.
- [14] V. Piironen, D. G. Lindsay, T. A. Miettinen, J. Toivo, A.-N. Lampi, *J. Sci. Food. Agr.* (2000) 80, 939.
- [15] F. N. Chualain, C. A. Maggs, G. W. Saunders, M. D. Guiri, *J. Phycol.* (2004) 40, 1112.
- [16] J. Coopermadlener, *The Seavegetable Book: Faraging and Cooking Seaweeds*. New York, Clarkson N. Potter, 1977.
- [17] C. D. Chavannes, *Algues. Legumes de la mer*. Edition La Plage, 2002.
- [18] J. Gusman, *Vegetables from the Sea: Every Day Cooking with Seagreens*. New York, William Morrow Books, 2003.
- [19] E. Lewallen, I. Lewallen, *Sea vegetable gourmet book and wildcrafter's guide*. Mendocino, Mendocino Sea Vegetable Co., 1996.
- [20] G. Lopes, C. Sousa, P. Valentau, P. B. Andrade, in: B. Hernandez-Ledesma, N. Herrera, eds., *Bioactive compounds from marine foods*, J. Wiley & Sons Ltd. 2013.

Az Európai Bizottság javaslatot tett közzé a vegyi anyagokra vonatkozó fenntarthatósági stratégiára

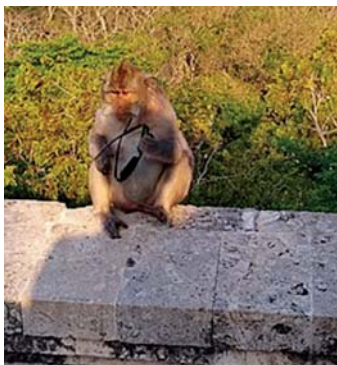


a toxikus anyagoktól mentes környezetért. A javaslat a Bizottság kinyilvánított szándéka szerint lehetőséget kínál az éghajlatváltozással, a körforgásos gazdasággal, az innovációval, a kereskedelemmel és a digitálizáció előmozdításával foglalkozó európai és tagállami hatóságok számára, hogy szorosabban működjenek együtt a vegyiparral az európai Zöld Megállapodással kapcsolatos célkitűzések megvalósítása érdekében. A javaslatban megfogalmazott célok megvalósítása hozzájárulhat az EU-27 gazdasági fejlődéséhez, a Covid-19 utáni zöld helyreállításhoz és az EU stratégiai értékláncainak megerősítéséhez. A Magyar Vegyipari Szövetség véleménye a MAVESZ honlapjáról letölthető: https://mavesz.hu/wp-content/uploads/2020/12/MAVESZ-publ_v%C3%A9lem%C3%A9ny-_EU-vegyianyag-strat%C3%A9gia-2020-12.pdf



TÚL A KÉMIÁN

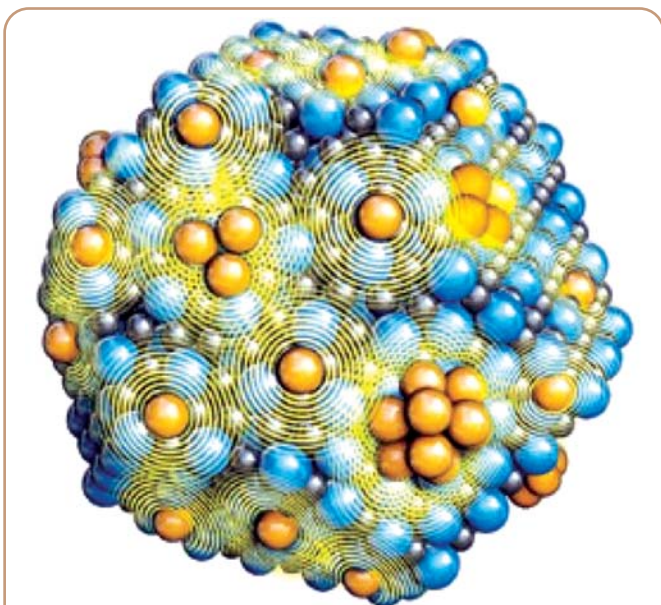
Monkey business



A Bali szigetén lévő Uluwatu templom környékén élő makákók igen fejlett gazdasági érzékről adtak tanúbizonyságot. A turisták körében igen népszerű helyen a majmok egyik fő foglalatossága az, hogy a látogatóktól értéktárgyakat lopnak el, amelyeket aztán csak váltságdíj fejében adnak vissza. Egy kutatócsoport kilenc hónapot töltött a makákók viselkedésének filmezésével, s az elemzések igen érdekes eredményre jutottak. A maj-

mok sok jel szerint tisztában vannak azzal, hogy az egyes tárgyak mennyit érnek az emberek számára, ezért általában mobiltelefonokat, fényképezőgépeket és pénztárcákat emelnek el a turistáktól, amit aztán a templom személyzetének bevonásával tárgyalás után, élelemért cserébe adnak vissza. A tárgyalás ideje és a majom által végül elfogadott váltságdíj nagysága elég szorosan korrelált a tárgy emberek által vélelmezett értékével.

Phil. Trans. R. Soc. B 376, 20190677. (2021)



Katalizátorvédő katalizátor

Egy újonnan előállított katalizátor a hidrogénalapú tüzelőanyag-cellák jelentős fejlődése felé nyithatja meg az utat. A molibdén-karbidot (MoC) és platinaszemcséket tartalmazó anyag a szén-monoxid és a víz közötti reakciót katalizálja, amelyben szén-dioxid és hidrogén keletkezik, s hatékonysága minden korábban ismert anyagénál nagyobb. A hidrogén nehezen szállítható, ezért a modern autókoncepciók egy része továbbra is folyékony szénhidrogéneket használ üzemanyagként, de ebből megfelelő reakcióval hidrogént állít elő. Ilyen folyamatokban szén-monoxid gyakran keletkezik, ez viszont a tüzelőanyag-cellák katalizátorait károsítja. A MoC/Pt katalizátor ezen a problémán segít úgy, hogy nagyon lecsökkenti a szén-monoxid-tartalmat.

Nature 589, 396. (2021)

CENTENÁRIUM



Norman R. Campbell: Atomic Structure *Nature Vol. 107, p. 170. (1921. április 1.)*

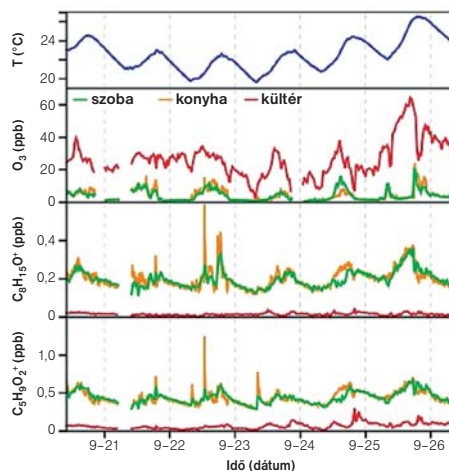
Norman Robert Campbell (1880–1949) angol fizikus és tudományfilozófus volt. Az elektront felfedező J. J. Thompsonnal dolgozott a Cavendish Laboratóriumban.

Számos ismeretterjesztő mű fűződik a nevéhez, sokat tett azért, hogy a természettudományos ismereteket a közoktatásban is minél szélesebb körben tanítsák.

Ózonkémia otthon

Az ózon szerepéről a Föld ultraibolya sugárzás elleni védelmében már sokat tudunk, és az ózon káros hatása a városi levegőben is jól ismert. A lakásokban szokásos körülmények között azonban még alig-alig voltak vizsgálatok. Ezt a hiányosságot próbálta pótolni egy amerikai kutatócsoport, amely hosszabb időn át elemezte a levegőt egy tipikusnak számító amerikai otthonban. Az eredmények szerint az ózon beltéri koncentrációja lényegesen kisebb volt a kültérnél, és szoros korrelációt mutatott néhány, a bőr felszínén jelen lévő lipidből képződő oxidációs termék, például a 4-oxopentanal és a 6-metil-5-heptén-2-on koncentrációjával. Így a beltéri levegőben lévő ózon hatását elsősorban az határozza meg, hogy hozzáférhetőek-e ezek az anyagok.

Proc. Natl. Acad. Sci. USA 118, e2018140118. (2021)



APRÓSÁG

2021. február 11-én 17 óra 45 perc és 18 óra között a magyar villamos hálózat országos terhelése minden idők legnagyobb értéke, 7119 MW volt: a Paksi Atomerőmű jelenlegi kapacitásának három és félszeresét is meghaladta.

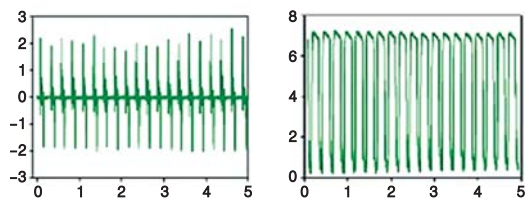
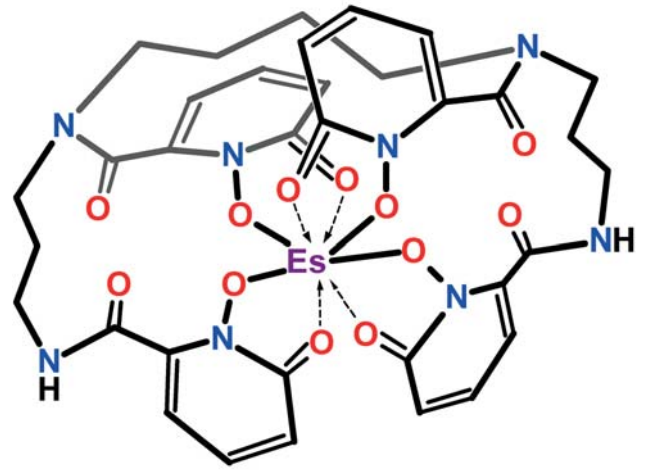


Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: lenteg1206@gmail.com. A rovatszerkesztő korábbi írásait is tartalmazó blog elérhető a következő internet-oldalon: http://lenteg.ttk.pte.hu/ScienceBits/index_magyar.html



A HÓNAP MOLEKULÁJA

Az ábrán látható fémkomplexben ($C_{34}H_{34}EsN_8O_{12}$) igazából koordinációs kémiai szempontból semmi különleges nincsen, mégis hatévnyi tervezés után készítették el, mert benne a központi fémion einsteinium(IV). Az Es a legnagyobb rendszámú elem, amelyből még kémiailag is értékelhető anyagmennyiségeket lehet előállítani. A nyolcas koordinációs számú, csak oxigén donoratomokat tartalmazó molekula előállításához kb. 200 ng einsteinium-254-izotópot használtak fel, ennek a felezési ideje 276 nap. *Nature* 590, 85. (2021)



Szendvicsenergia feszültségekkel

A szendvicsekre sokan gondolnak energiaforrásként, de viszonylag kevesen értenek elektromos energiát az energia alatt. Ezen a világszerte akartak változtatni kínai és amerikai kutatók, akik szendvicsből állítottak elő triboelektromos nanogenerátort: így az természetes anyagból készül és a környezetben le is bomlik. A triboelektromosság lényege a mechanikai deformációk révén létrejövő feszültség. A tapasztalatok szerint egy szendvics összenyomásával egy LED működtetéséhez elegendő energia nyerhető. Több különböző összetételt vizsgálva azt tapasztalták, hogy elemként a kínai kelt tartalmazó szendvicsek működtek a legjobban, minden bizonnyal azért, mert a sejtek átlagos mérete ott volt a legnagyobb a kísérletekben használt zöldségek közül.

Nano Energy 79, 105411. (2021)

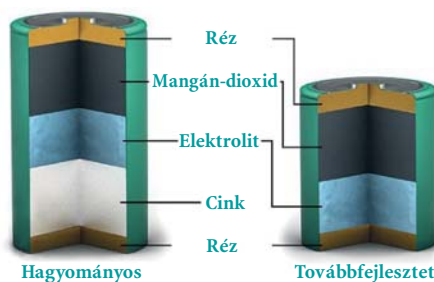
Macskamenta: dupla élvezet

Az illatos macskamenta (*Nepeta cataria*) onnan kapta a nevét, hogy szinte ellenállhatatlan hatással van a cicákra. Az érdekes vonzalom biokémiai hátterét nemrég sikerült tisztázni: a növény egy nepetolaktolnak elnevezett molekulát tartalmaz, amely önmagában is ugyanúgy hat a macskák viselkedésére, mint maga a macskamenta. Ha ez az anyag bejut az állat szervezetébe, akkor az opioidok fájdalomcsillapító hatásában is jelentős szerepet játszó (időnként „boldogsághormon”-ként is emlegetett) béta-endorfin szintje megnövekszik, vagyis a morfinhoz vagy heroinhoz hasonlóan eufória alakulhat ki. A részletes vizsgálatok azonban azt is kimutatták, hogy a nepetolaktolnak a hozzá nagyon közeli szerkezetű, de sokkal jobban ismert nepetolaktolhoz hasonlóan csótány- és szúnyogriasztó hatása is van, ami tovább javíthatja a macskák közérzetét.



Sci. Adv. 7, eabd9135. (2021)

Újragondolt cinkelem



A ma használatos, általában lítiumionon alapuló újratölthető elemek meglehetősen drágák, és környezetbarátnak sem nevezhetők. Ezen a problémán próbál segíteni az elemekben

az elsők között használt fém, a cink szerepének újragondolása. A hagyományos, mangán-dioxidon és cinken alapuló szárazelemet amerikai kutatók úgy tervezték át, hogy újratölthetővé vált, és nincs benne szükség nagy méretű cinktömbre. A fémet az elektrolit tartalmazza, és így a tömegegységre vonatkozó energiatárolási képesség közel 70%-kal növekedett. A szerzők az elrendezést „anódmentes”-nek nevezték el, noha természetesen erről valójában nem lehet szó: csak az anód nagy sűrűségű, elemi fém része hiányzik az elrendezésből, maga az anód nem.

Nano Lett. 21, 1446. (2021)

Bíborbaktérium

A tüskés bíborcsiga (*Murex brandaris*) nagy becsben állt a Római Birodalomban, mert a ruhák készítésénél használt, a faj nevében is szereplő színtű festék (tyrosi bíbor) egyetlen forrása volt. Ma már tudjuk, hogy a csigában a pigment a 6,6'-dibrómindigó, amelyet ipari módszerekkel eddig nem lehetett gazdaságosan előállítani. A közelmúltban *Escherichia coli* baktériumokat génmódosítással sikerült rávenni arra, hogy nagy mennyiségben állítsanak elő bíborindigót. A sikerhez három enzimet kellett megtervezni, amelyek együtt triptofánból állítják elő a kívánt molekulát.

Nat. Chem. Biol. 17, 104. (2021)



Ronald Gillespie (1924–2021)

Nemrég kaptuk a szomorú hírt, hogy életének 97. évében (2021. február 26-án) elhunyt Ronald J. Gillespie angol születésű kanadai kémikus (nevének kiejtése *gilleszpi*, a hangsúly a középső szótagon van). A *Magyar Kémikusok Lapja* 2014. évi 11. számában (334–338.) a Hargittai István műegyetemi előadásán készített jegyzetek alapján cikk jelent meg Gillespie VSEPR-modelljéről és a hozzá kapcsolódó történetekről. Az alábbiakban a szokásos nekrológ helyett személyes hangú „mozaikkal” emlékezünk a nagy tudósra (Hargittai István, *Mozaikokból egy élet*, Akadémiai Kiadó, 2019, 71–75.). Az eredeti írásban mindent változtatás nélkül hagytunk.



Hargittai István és Ronald Gillespie egy texasi nemzetközi konferencián, 1994 (Ismeretlen szerző felvétele)

Első amerikai utam 1969 januárjában Texasba vezetett, de útközben megálltam Indiana állam Bloomington városában, mert az Indianai Egyetem kémiai tanszékétől meghívást kaptam előadásra. A bloomingtoni volt az első amerikai előadásom és az egyik első tudományos előadásom. Ma már tudom, hogy a meghívásom nem elsősorban eredményeimnek szólt, sokkal inkább annak, hogy ritka volt a „keletről” jövő tudományos kutató. Főleg kísérleti eredményeket mutattam be; elég eredeti kísérleteket építettünk, és keveset foglalkoztam az eredmények értelmezésével. Az előadást követő kérdés-felelet részben valaki megkérdezte, hogy nem próbáltam-e alkalmazni Ronald J. Gillespie (1924–) elméletét az eredményeim értelmezésére. Nem, nem próbáltam, de az előadást követő éjszakát a könyvtárban töltöttem – nem volt nehéz fennmaradnom az időkülönbség miatt. Mindent elolvastam, amit csak találtam Gillespie elméletéről, amelynek külön neve is volt, VSEPR, „vegyértékhéj-elektronpár taszítás”. Azonnal láttam, hogy valóban nagyon hasznos az eredményeink értelmezéséhez. Még azon az éjszakán hosszú, színes rajzokkal illusztrált levelet írtam Magdinak, aki akkor már a feleségem volt, de egyúttal a diákom is.

Gillespie elmélete, melyet helyesebb modellnek, mint elméletnek nevezni (erről majd kicsit később) azt állapítja meg, hogy az egyszerű molekulákban hogyan helyezkednek el az atomok egymáshoz képest. A molekulák térbeli szerkezetének ismerete nélkül nem érthetjük meg a molekulák kémiai viselkedését. Az én diákkoromban ezeket a térbeli szerkezeteket még mind egyenként meg kellett je-

gyeznünk, míg Gillespie modelljével sok vegyület molekulaszervezetét ki lehet találni. Az egyszerűbb molekulákban van egy központi atom, és ehhez kapcsolódik a többi atom. Gillespie modellje azt mondja meg, hogyan helyezkednek el egymáshoz képest az atomok közötti kötések, és ezzel megadja az atomok térbeli elhelyezkedését, a térbeli szerkezetet. A kötések elektronpárok alkotják, ezekhez a kötésben részt vevő két atom egy-egy elektronnal járul hozzá. A közös elektronpárok az atomok külső héjában helyezkednek el, ezt a héjat vegyértékhéjnak nevezzük. A vegyértékhéj elektronjainak száma utal az adott atom vegyértékére, ami azt fejezi ki, hogy az atom hány másik atommal tud kapcsolatba lépni. Maradhatnak olyan elektronok a vegyértékhéjban, amelyek nem fordulnak elő más atommal közös elektronpárban. Ha ezekből alakul elektronpár, azt magános elektronpárnak nevezzük. Egy-egy elektronpárt úgy kell elképzelni, hogy elfoglalja a tér bizonyos hányadát, mintha dió vagy felfújott léggömb lenne, és a „könyöklésükön” múlik, hogyan helyezkednek el a vegyértékhéjban. Mindegyiknek térre van szüksége, és a könyöklés eredménye, hogy az elektronpárok, vagyis az atomok közötti kötések milyen térbeli alakzatot hoznak létre. Ez lesz a molekula alakja, vagyis szerkezete. Az elektronpárok, akárhány van is belőlük a központi atom vegyértékhéjában, mindig kitöltik a teljes rendelkezésre álló teret. Minél több elektronpár van a vegyértékhéjban, annál jobban kell az elektronpároknak könyökölniük a közös térben való kényelmes elhelyezkedésért.

Ha a vegyértékhéjban csak egyetlen elektronpár található, akkor annak nincs kitüntetett iránya. Ha két elektronpár van, akkor azok egymástól a lehető legtávolabb helyezkednek el, és ha ez a két elektronpár két kémiai kötést jelent, akkor a legegyszerűbb esetben olyan háromatomos molekulához tartoznak, amelyben a két kötés egy egyenes mentén található. Ha a vegyértékhéjban három elektronpár van, és mind a három egy-egy atomot kapcsol a központi atomhoz, akkor a molekula háromszög alakú. Az előbbi két eset különösen egyszerű volt, mert intuíciónk alapján ugyanezt várnánk. Amikor viszont a vegyértékhéjban négy elektronpár van, akkor négyzetes szerkezetet várhatnánk, amelyben a négy kötés a középen levő központi atomtól egy olyan négyzet sarkai felé irányul, amelynek a négy sarkában egy-egy atom van. Ebben az esetben azonban a kötések tartalmazó sík nagyon zsúfolt lenne, míg a sík alatt és fölött a tér kihasználatlan maradna. A négy elektronpár tetraéderesen is elhelyezkedhet, és ez mind a négyük számára kényelmesebb. A sort lehetne folytatni, de már ennyi példa is érzékelteti a modell egyszerűségét.

Gillespie modelljét olyan példákkal is illusztrálhatjuk, amelyek a szó szoros értelmében kézzel foghatók. Ha léggömböket fújunk fel, és nyílásuknál összekötjük őket, akkor a léggömbcsoportok ugyanolyan alakzatokat hoznak létre, mint az elektronpárok. Ha négy felfújott léggömböt kötünk össze a nyílásuknál, és magára hagyjuk az így összekötött csoportot, a négy léggömb tetraéderesen helyezkedik el. A négy léggömböt kényszeríthetjük arra, hogy mind egy síkban helyezkedjenek el, de amikor elengedjük őket, akkor visszaáll a tetraéderes elrendezés. Ha ilyen modellt készítünk, ne hurkaszerű, hanem minél kövérebb léggömböket válasszunk, hogy valóban zsúfolódjanak a rendelkezésre álló térben. A természetben megfigyelhetjük, hogy az együtt növekedő diók is követik a fenti alakzatokat. Az ok egyszerű, az elektronpárok, léggömbök, diók mind a lehető legkényelmesebb elrendezésre törekednek, ami a legjobb térkihasználás. Ahogy itt bemutattam Gillespie modelljét, csak a legalapvetőbb elvét említettem meg. Sok más szempontot figyelmen kívül hagytam. Amikor a számba vehető sok szempont közül csak a legalap-



vetőbbet vesszük figyelembe, és a többi elhanyagoljuk, modellt alakítunk ki. Ez még nem elmélet, csak modell. A modell nagyon hasznos az egyszerűsége miatt. A modellt aztán lehet finomítani – ezzel kiterjeszhetjük az alkalmazását és az érvényességét. Egyre több szempont figyelembevételével a modell egyre inkább elméletté válik, és alkalmazása is egyre bonyolultabb lesz.

Gillespie egy Ronald Nyholm nevű társszerzővel már 1957-ben leírta a modelljét egy hosszú cikkben. Kezdetben nem sokan alkalmazták – ez késztette arra, hogy 1972-ben könyvet jelentessen meg róla. A könyvtől azt remélte, hogy a modellt többen megismerik és alkalmazzák. Ma a modell, Gillespie nevével vagy anélkül, minden egyetemi általános kémiai és szervetlen kémiai tankönyvben szerepel, sőt középiskolai kémiai tankönyvekben is, de ötven-hatvan évvel ezelőtt alig ismerték. Úgy érzem, hogy itthon népszerűsíteni kell, és hazatérésem után írtam róla a *Természet Világa* című folyóiratban.

A tudomány-népszerűsítésnek és az ismeretterjesztésnek van egy fontos mellékterméke. Ha az ismeretterjesztéssel komolyan foglalkozunk, akkor értenünk kell azt, amiről írunk, mert csak úgy tudjuk mások számára is elmagyarázni. Én is arra törekedtem, hogy a lehető legegyszerűbb példákkal illusztráljam a *Természet Világa* olvasói számára Gillespie modelljét. Meglepetésemre, éppen ezekre a legegyszerűbb esetekre valami nem működött a modellben. Írtam erről Gillespie-nek – ekkor kerültem először kapcsolatba vele, és örültem, hogy válaszolt. Gillespie akkor már híres tudós volt, én még kezdő kutatónak számítottam. Gillespie komolyan vette a problémát, és megkért, hogy egyelőre ne hozzam nyilvánosságra megfigyelésemet, mert éppen akkor várta, hogy megjelenjen a modellről szóló könyve, és nem szeretne volna, ha kételyek gyengítenék a sikerét. A *Természet Világában* hamarosan megjelentem a cikkemet, de angolul csak évekkel később írtam róla, akkor, amikor már volt magyarázatom is a problémára. A megoldást olyan kiegészítés jelentette, amely megbízhatóbbá tette a modell alkalmazását. Gillespie-vel időről időre folytattuk a levelezést, és 1991-ben közös tankönyvet jelentettünk meg a modell korszerű változatáról, sok alkalmazási példával. A könyv hamarosan eltűnt a piacról, sokat idézték, de kapni már nem lehetett, mert az eredeti kiadót elnyelte a sok egyesülés és felvásárlás, ami a könyvkiadást az elmúlt években jellemezte. A könyv orosz és olasz fordításban is megjelent. 2012-ben egy neves kiadó utánnyomással újra kiadta.¹

Gillespie nem volt teljesen megelégedve a modelljével, amihez az is hozzájárult, hogy a saját egyetemén volt egy kollégája, aki folyton azzal piszkálta, hogy a modell primitív. Ha Gillespie-nek nagyobb önbizalma lett volna, kevésbé törődött volna ezzel. Gillespie modelljét remekül lehetett becslésekre és változási irányok előrejelzésére alkalmazni. A részletes információk az elméletekből és az egyre pontosabb számításokból jöhetnek.

Egyszerű modelljével Gillespie két alkalommal is óriási sikert aratott már a kezdet kezdetén, amikor kísérleti adatok alapján következtetett szerkezeteket cáfolt meg és ajánlott helyettük más szerkezeteket, amelyekre a modelljéből következtetett, és amelyeket azután további kísérletek alátámasztottak. Az eredeti kísérleti adatok nem voltak hibásak, csak a következtetésekben tévedtek a kutatók. Gillespie modellje sikertörténet, de neki nem hozta meg az igazi elégedettség érzését. Erről egy alkalommal nyers őszinteséggel beszélt nekem, mégpedig Oláh György Nobel-díja kapcsán. Gillespie szerint Oláh tökéletesen megérdemelte a Nobel-díjat. Egyik érdemének a legjobb értelemben vett nagyvonalúságot látta, amivel Gillespie-nél bátrabban el tudott jutni az eredményeihez. Gillespie és Oláh kutá-

tásai sok ponton találkoztak egy nagyon fontos területen, a szupersavak kémiájában. A szupersavak kutatásában Gillespie valamikor előbbre járt, mint Oláh, segítette is a kutatásait. Oláh remekül alkalmazta ezeket a szupersavakat – és újakat is felfedezett –, amikor szerves kémiai reakciók átmeneti köztitermékeinek hosszabbította meg az élettartamát. Maga Oláh György mondta nekem, hogy ha a Nobel-díjat a szupersavak kémiájáért adták volna, akkor az lett volna igazságos, ha a díjat megosztják kettejük közt – de a díjat nem a szupersavakért adták. **HI**

HUNGAROCOAT DiGiT 2021, avagy Nemzetközi Festékipari Kiállítás és Konferencia a virtuális térben

28 éve rendeztük meg a Budapesti Műszaki Egyetem aulájában az EMP 93' (East-European Meeting Point) néven bemutatkozó nemzetközi résztvevői festékipari konferenciát. Az akkori programban, a szakmai előadások mellett, először vettek részt kiállítóként a hazai festékipar magyar és külföldi beszállítói.

A pozitív visszajelzések arra biztattak minket, hogy hosszabb távra tervezzük meg rendezvényünk jövőjét, hogy itthon is folyamatos megjelenési lehetőséget kapjanak a festékszakma fontos szereplői. Új elnevezéssel, immár HUNGAROCOAT néven folytatódott a kétéves ciklusú rendezvénysorozat, melynek X. kongresszusára 2018-ban került sor. Két alkalommal a budapesti Múcsarnok, 2003-ban a Budapesti Kongresszusi Központ, 2006 óta az ELTE ad otthont a találkozóknak.



Amikor a 2020 novemberében tartandó XI. rendezvényünk előkészületeibe kezdtünk, valami más, újat, különlegesen szeretnénk volna hozzáadni az eddigi megszokott tematikához. Sok mindenre gondoltunk, de arra nem, hogy „kihúzzák a talajt a lábunk alól”.

Kimentek a körlevelek, lefoglaltuk a helyszínt, jöttek az első bejelentkezések a kiállításra és a konferencia-előadásra. Október közepéig döntenünk kellett, megtartjuk vagy elhalasztjuk a rendezvényt.

Gyors körkérdést küldtünk a hagyományos résztvevőknek: legyen-e online rendezvény? Mit szólnának ehhez az új formához? A szokásos kérdés: hogyan lehet megszervezni egy kiállítást megfogható tárgyak, személyes találkozók nélkül? Hogyan? Hát úgy, hogy megpróbáljuk kivetíteni a virtuális térbe képzeletbeli standjainkat, előadásainkat, ismereteinket. Képekkel, feltöltött broszúrákkal, filmekkel, személyes részvételünk írott vagy videoközvetítésével. Ez komoly kihívás kiállítóknak, konferenciaelőadóknak és a látogató résztvevőnek egyaránt. A piaci szereplők „ki vannak éhezve” arra, hogy végre, legalább online kapcsolatba kerüljenek vevőkkel, partnereikkel.

¹ R. J. Gillespie and I. Hargittai, *The VSEPR Model of Molecular Geometry* (Allyn and Bacon, 1991; Dover, 2012).



Vágjunk bele! Egy ilyen rendezvényen csak nyerni lehet! Miként a február 11-én záródó kétnapos kiállítás és konferencia 5 szerencsés résztvevője is nyert a tombolasorsolással búcsúzó előadássorozaton.

Imponáló számokat mutatnak a részvételi statisztikák. A regisztrált résztvevők száma 224 fő volt, 160 cég képviseletében 84 külföldi és 140 magyar. A kiállításon 199 cég képviseletében 19 standon fogadták az online bejelentkező látogatókat. A párhuzamosan zajló konferencián 11 streamelt előadás hangzott el, egyidejűleg átlag 65 online néző jelenlétében.

Őszinte tisztelet mindazoknak, akik kiállítóként és előadóként vállalták a részvételt! Köszönjük a látogatóknak a széles körű érdeklődést, az online platform 6-8 fős technikus gárdájának a folyamatos informatikai segítségét!

A szervezők nevében:

Bognár János

Lakk- és Festékipari Szakosztály



A rendezvény demója: HungaroCoat 2021 - MKE- 2021-02-23 16-11-30_vagott.mp4 - Google Drive

HÍREK AZ IPARBÓL

Vegyipari mozaik

A MOL-csoport 2020-as pénzügyi eredményei: a kihívásokkal teli évben is erősen teljesített a vállalat. A kihívásokkal járó járványhelyzet és gazdasági válság ellenére a MOL-csoport 464 millió dollár (140 milliárd forint) tiszta CCS EBITDA-t termelt 2020 utolsó negyedévében, az egész éves tiszta CCS EBITDA-ja pedig 2,05 milliárd dollár (630 milliárd forint) volt, ami meghaladja a vállalat frissített célkitűzését.

A zavarokkal, gyorsan változó külső környezettel és bizonytalanságokkal teli évben a vállalatcsoport minden szegmense pozitív, egyszerűsített szabad pénzáramot generált, amely 2020-ban 636 millió dollárt (197 milliárd forintot) eredményezett, többet, mint egy évvel korábban. Az organikus CAPEX az iránymutatásnak (legfeljebb 1,5 milliárd dollár) megfelelően 2020-ban 1,41 milliárd dollár volt. A MOL 2021-ben 2,3 milliárd dollár körüli EBITDA-ra számít, mivel a makrokörnyezet részben normalizálódhat.

A *Kutatás-termelés* (Upstream) szegmens EBITDA-ja 2020 negyedik negyedévében 181 millió dollárra (55 milliárd forintra) csökkent, amit az ACG-vel, a MOL új azerbajdzsáni eszközével kapcsolatos technikai kiigazítások befolyásoltak. Az utolsó negyedév eredményét is beleszámítva a szegmens egész éves EBITDA-ja 689 millió dollár (210 milliárd forint) volt, ami 34%-kal alacsonyabb az előző évhez képest. Az ACG hozzájárulása 8%-kal megemelte a vállalat szénhidrogén-termelését, mindez azonban az üzletág eredményességét befolyásoló bezuhant olaj- és gázárakat csak részben tudta ellensúlyozni. A vállalatcsoport bizonyított és valószínűsített szénhidrogén-készlete 2020 végére 364 millió hordóra nőtt (a 2019 végi 270 millió hordóról), tükrözve az ACG hozzájárulását és az egyéb készletek nettó pozitív kiigazítását, ami 312%-os készletpótlásnak felel meg.



A *Feldolgozás és kereskedelem* (Downstream) 2020-as újrabeszerzési árakkal becsült „tisztá” EBITDA-ja 15%-kal csökkent, és 740 millió dollárt (229 milliárd forintot) tett ki, ami a gyenge makrogazdasági környezetnek tudható be. Az év utolsó negyedévében elért 133 millió dolláros (41 milliárd forintos) eredményt pedig a nyomott finomítói árresek és a hagyományos negyedik negyedéves szezonális is sújtotta. A járványhelyzet második hulláma miatt a finomítói termékek értékesítési volumene 14%-kal csökkent. A poliol-projekt meghaladta a 75%-os készültséget az év végére. A járványhelyzetből adódóan a MOL a mérnöki, beszerzési és építési vállalkozókkal egyeztetve a projekt befejezését 2022 második felére tette át (2021 második feléve helyett). A késedelem következtében a teljes beruházás költsége kb. 1,3 milliárd euróra emelkedik (az eredetileg tervezett 1,2 milliárd euróról).

A *Fogyasztói Szolgáltatások* eredményessége töretlen: az üzletág EBITDA-ja 2020 negyedik negyedévében 23%-kal emelkedett az előző év azonos időszakához képest, és 128 millió dollárt (39 milliárd forint) termelt, ami elsősorban a javuló üzemanyag-jövedelmezőségnek és az alacsonyabb működési költségeknek tudható be. A szegmens minden idők legmagasabb, 510 millió dolláros (156 milliárd forintos) EBITDA-ját produkálta 2020-ban, ami 8%-kal magasabb a 2019-es eredménynél. Az egyszerűsített szabad pénzáram több mint megduplázódott 2020 utolsó negyedévében, az egész évet tekintve pedig 28%-kal, 381 millió dollárra (117 milliárd forintra) ugrott. A nem üzemanyag típusú tevékenységek kiépítése a járványhelyzet ellenére is folytatódott: míg 2019 végén 877 Fresh Corner volt a régióban, addig ez a szám 955-re emelkedett 2020 végére.

A *Gázszállítási* üzletág 2020-ban 201 millió dollár (62 milliárd forint) EBITDA-t ért el, ami 8%-kal magasabb, mint 2019-ben. A negyedik negyedévben az EBITDA éves összehasonlításban 41%-kal, 42 millió dollárra (13 milliárd forintra) csökkent, a határkeresztelő kapacitások lényegesen alacsonyabb lekötéseinek és ezáltal az alacsonyabb szabályozott bevételeknek, valamint a csökkenő tranzit bevételeknek és a magasabb működési költségeknek köszönhetően. (MOL Magyarország Kommunikáció)



Frissítette hosszú távú stratégiáját a MOL. Jóváhagyta a MOL igazgatósága a vállalat hosszú távú stratégiájának aktualizálását, és meghatározta a 2030 utáni időszakra vonatkozó jövőképét. A frissített stratégiában még nagyobb hangsúlyt kapnak a fenntarthatósági célok, illetve új elemként megjelenik a körkörös gazdaság.

A MOL elegendő működési cash flow-t generál majd a 2021–2025 közötti időszakban, miközben az EBITDA a 2021-es 2,3 milliárd dollárról 2025-re 2,6 milliárd dollárra nő.



A MOL felgyorsítja a már 2016-ban megkezdett átalakulását azért, hogy tevékenysége 2050-re karbonsemleges legyen, ennek érdekében 2030-ig minden második dollárt fenntartható projektekre költ. A vállalat a következő öt évben mintegy 1 milliárd dollárt fektet be a körforgásos gazdaságot támogató projektekbe.

A vállalat közleményében hangsúlyozta: figyelembe véve a fosszilis motorüzemanyagok iránti kereslet hosszú távon várható csökkenését, a MOL folytatja és felgyorsítja az átállást az üzemanyag-termelésről a vegyiparra, hogy Kelet-Közép-Európa vezető, fenntartható vegyipari vállalatává váljon.

A MOL feldolgozás és kereskedelem üzletága (downstream) megőrzi kiemelkedő készpénztermelő pozícióját az európai finomítási üzletágban, 2025-ig 1,2 milliárd dollárt meghaladó EBITDA elérését célozza meg, amelyet 150 millió dollár értékű hatékonyságnövelés támogat.

A fogyasztói szolgáltatások területén célul tűzték ki, hogy 2030-ig magas szinten digitalizált kiskereskedelmi, illetve integrált mobilitási szolgáltatóvá váljon a vállalat. Az üzletág tovább növelheti hozzájárulását a csoport eredményeihez azzal, hogy 2025-ig 700 millió dollárt meghaladó EBITDA-t, valamint 2021 és 2025 között 2 milliárd dollár feletti szabad cash flow-t biztosít.

A kutatás-termelés szegmensben (upstream) a profittermelésre, a közép-kelet-európai termelés-csökkenés kezelésére, a nemzetközi portfólió lehetőségeinek kihasználására, valamint a széndioxid-leválasztás, -hasznosítás és -tárolás (CCUS) területén történő befektetésekre összpontosít a cég. 2021 és 2025 között maximalizálják készpénztermelő képességüket és az értékteremtést, megközelítőleg 1,8 milliárd dollár egyszerűsített szabad pénzáramlást termelve.

A MOL kulcsszerepet kíván játszani az alacsony szén-dioxid-kibocsátású körforgásos gazdaság kialakításában. Ehhez a CCUS mellett olyan új üzletágakba tervez beruházni, mint a második generációs bioüzemanyagok vagy akár a hidrogénnel kapcsolatos lehetőségek. (MTI)



RICHTER GEDEON



Jelentősen nőtt a Richter nyeresége és árbevétele 2020-ban.

A Richter Gedeon Nyrt. 2020-ban 115,164 milliárd forint adózás előtti nyereséget ért el, ami 126,5 százalékkal nagyobb az előző évinél.

A társaság éves árbevétele 566,776 milliárd forint volt, 11,6 százalékkal haladta meg az előző évit a nemzetközi pénzügyi jelentési szabvány (IFRS) alapján készült, konszolidált gyorsjelentés szerint.

Tavaly az utolsó negyedévben 21,748 milliárd forint adózás utáni nyereséget ért el a Richter, a bázisidőszakban mért 13,617 milliárd forint veszteség után. Az árbevétel az előző év azonos időszakához viszonyítva 8,4 százalékkal nőtt, 150,387 milliárd forint lett tavaly az utolsó negyedévben.

A Portfolio.hu által készített elemzői konszenzus mediánja a Richter negyedik negyedévi árbevételét 147 milliárd forintra, adózott eredményét 24,6 milliárd forintra várta.

A Richter 2020-ban, a nehezített körülmények ellenére is teljesítette küldetését: elérhető árú és magas minőségű készítményeket tavaly is megfelelő mennyiségben tudtak biztosítani szerette a világon. Árbevételük és fedezeti hányadaik a tervek szerint vagy a felett alakultak, amiben a javuló jövedelmezőségű alaptevékenységen túl a Vraylar amerikai felfutása különleges szerepet játszott.

Miután megvásárolták a Johnson & Johnson leányvállalata, a Janssen fogamzásgátló tapasztát, a Richter a világ legszélesebb körű női fogamzásgátló megoldásait nyújtó vállalatává vált.

A jelentés szerint a gyógyszergyártási szegmens 2020-as árbevétele Magyarországon 41,086 milliárd forint lett, ami forintban 3,2 százalékos éves növekedés. Magyarországon a teljes gyógyszerpiac növekedése 7,3 százalékos volt, a Richter-termékek kiskereskedelmi forgalma 1 százalékkal emelkedett a rendelkezésre álló adatok alapján. A Richter a magyarországi piaci szereplők rangsorában 4,6 százalékos részesedéssel az ötödik helyen áll. A vényköteles patikai piacot tekintve a Richter 7,3 százalékos piaci részesedéssel a második legnagyobb forgalmazó.

Szintén a gyógyszergyártási szegmenset tekintve az Európai Unióban, a magyarországi piac nélkül, a társaság árbevétele 389,9 millió eurót tett ki, ami 0,7 százalékos éves növekedés.

A Richter részvényeivel a BÉT prémium kategóriájában kereskednek. Az elmúlt évben a legmagasabb árfolyama 9065 forint, a legalacsonyabb 5200 forint volt. (MTI)



A BorsodChem elnyerte az EcoVadis legmagasabb fenntarthatósági besorolását. A BorsodChem a 2020-ban végzett fenntarthatósági és vállalati társadalmi felelősségvállalási (CSR) tevékenységéért elnyerte az EcoVadis Platina medált, amivel az értékelésben bevont vegyipari és rokon ágazatokban működő vállalatok legjobb 1 százalékába került.



A tájékoztatás szerint az egyedi módszertannal dolgozó, független EcoVadis nemzetközi minősítő szervezet 160 országban, 200 iparágban mintegy 75 000 szervezet fenntarthatósági tevékenységét elemzi. Elsősorban azt értékelik, hogy egy vállalat mennyire integrálta a fenntarthatóság és a CSR alapelveit üzleti és menedzsmentrendszerébe, beleértve a globális ellátási láncokban szereplő vállalatokat.

Az EcoVadis minősítése a BorsodChem működési alapelveinek, folyamatainak felülvizsgálatán és értékelésén alapul. Az eddigi



nél is magasabb pontszáma annak köszönhető, hogy a vállalat átfogó fenntarthatósági irányelveket követ, aktívan közreműködik nemzetközi szakmai szervezetek munkájában, és jelentős javulást ért el a fenntartható beszerzés területén.

Az EcoVadis komplex és egységes értékelési módszertanának segítségével a BorsodChem fel tudja méríteni az iparág számára mérvadó elsődleges fenntarthatósági kockázatokat, a szabályozási környezet változásait, valamint kiválaszthatja az aktuális fókuszterületeket és megoszthatja a jó gyakorlatokat.

A BorsodChem Zrt. a poliuretán műanyagok egyik fő alapanyagcsoportját képező MDI és TDI izocianátok, továbbá PVC porok, valamint speciális vegyi és alapanyagok egyik vezető európai gyártója. Vegyipari nyersanyagokat biztosít számos iparág, például a járműipar, építőipar, cipő- és ruhaipar, bútoripar, gyógyszeripar és gumiipar számára.

Nyilvános céginformációk szerint a kínai Wanhua Chemical Group Co. Ltd. csoporthoz tartozó társaság 2019. évi értékesítési árbevétele közel 1,412 milliárd euró, adózott eredménye mintegy 168 millió euró volt. 2018-ban árbevétele 1,758 milliárd euró, adózott eredménye 443,9 millió euró volt.

A BorsodChem csaknem 3 ezer dolgozót foglalkoztat. (MTI)



Vegyipari vélemény a 2021–2027 közötti fejlesztéspolitikai ciklusról. A 2021–2027 közötti uniós fejlesztéspolitikai ciklus hazai terveivel kapcsolatos véleményt és észrevételeket juttatott el a Magyar Vegyipari Szövetség az ITM-hez. A dokumentumban Magyarország Helyreállítási és Ellenállóképességi Tervéről, a Vállalkozásfejlesztési és innovációs operatív program (VINOP) és a Zöld infrastruktúra és klímavédelmi operatív program (ZIKOP) tervezeteiről ismerteti a szövetség szakmai észrevételeit és javaslatait. A dokumentum letölthető: https://mavesz.hu/wp-content/uploads/2021/01/Vegyipari-v%C3%A9lem%C3%A9ny_2021-2027-EU-fejleszt%C3%A9spolitikai-ciklus-21-01-26_clean.pdf



Antivirális hatású vegyületek létrehozásán dolgoznak a Debreceni Egyetem Gyógyszerésztudományi Karának kutatói. Az RNS-vírusok (például az influenza-, Ebola-, nyugat-nílusi láz, SARS-koronavírus) elleni új hatóanyagok előállítására érdekében a Debreceni Egyetem Gyógyszerészi Kémia Tanszéken működő kutatócsoportban több mint 10 éve foglalkoznak a szakemberek glikopeptid-szerkezetű, természetes antibiotikumok kémiai módosításával.

Az általunk kifejlesztett átalakításokkal az alapvetően anti-

bakteriális hatású vegyületek (például a teikoplanin, vankomicin) különböző vírusok ellen is hatásossá tehetőek. Ez fontos nemzetközi kutatási irány, ami a Covid-19 járvány miatt most előtérbe került, Magyarországon egyedül mi dolgozunk ezen a szintetikus területen – ismertette Borbás Anikó tanszékvezető egyetemi tanár.



A professzor felidézte, hogy 2019-ben együttműködésbe kezdtek a Pécsi Tudományegyetem Virologiai Kutatócsoportjával, annak érdekében, hogy közösen fejlesszenek ki hatóanyagokat olyan különösen veszélyes kórokozók ellen, mint például az Ebola, a Marburg-vírus és a krími-kongói vérzések láz vírusa. 2020 tavaszától ezen kutatások középpontjába is az új koronavírus ellen hatásos vegyületek létrehozása került.



A glikopeptid-szerkezetű antibiotikumokon kívül az antivirális terápia tipikus hatóanyagainak, a nukleozidszármazékoknak a kutatásával is foglalkoznak. Ezen a területen célzottan a SARS-CoV-2 endonukleáz molekulái ellen keresnek hatásos vegyületeket a Természettudományi Kutatóközpont Gyógyszerkémiai Kutatócsoportjával együttműködésben. Ez idáig mintegy 80 új nukleozidanalóg molekulájuk előzetes számítógépes vizsgálatát fejezték be, ezzel a módszerrel körülbelül 50 potenciális hatóanyagot találtak a vírusenzimek ellen. (DE Sajtóiroda)



A Sanofi a Johnson and Johnsonnak is besegít a gyártásba. A Sanofi gyógyszeripari vállalat – a Pfizer-BioNTech után – a Johnson and Johnson amerikai gyógyszergyárnak is besegít a koronavírus-elleni oltóanyaga gyártásába, amíg a saját vakcinája nem készül el. A francia vállalat a közép-franciaországi Lyon közelében található Marcy-l’Étoile-i üzemében fog flakonozni az amerikai vakcinából havonta mintegy 12 millió dózist.



Ez a második alkalom, hogy a Sanofi átengedi a gyártósoraikat az egyik legfőbb konkurensének. Nyáron a németországi Frankfurt melletti üzemből a Pfizer–BioNTech vakcinájának mintegy 125 millió dózist fogják legyártani.

A járványhelyzet miatt a gyógyszergyártóiparban váratlan szövetségek jöttek létre, sokszor konkurens vállalatok között. A svájci Novartis, amely nem fejleszt saját oltóanyagot a koronavírus ellen, szintén besegít a Pfizer–BioNTech oltóanyagának gyártásába.

Az elmúlt hónapokban a francia kormány többször is felszólította a Sanofit, hogy engedje át a gyártósoraikat annak érdekében, hogy a koronavírus elleni oltóanyagból az Európai Unió tagállamainak szánt csaknem 2,5 milliárd dózis minél előbb rendelkezésre álljon. (MTI)



Újfajta akkumulátor. Egy ausztrál startup hidrogénnel működő energiatároló rendszert fejlesztett ki. Ha az akkumulátor teljesen fel van töltve, napokig elláthat elektromos árammal egy házat. A hidrogént tároló anyag állítólag 30 évig működik, és újra-felhasználható.

A berendezést a vízvezeték-hálózathoz és a tetőt borító nap-

elemekhez csatlakoztatják. A napenergia segítségével a vizet hidrogénné és oxigénné bontják az elektrolizáló részben. A hidrogént egy szabadalmaztatott hidrides tárolóanyagba vezetik, az oxigént kiengedik a levegőbe. Amikor az akkumulátort bekapcsolják, a berendezés tüzelőanyag-cellája a hidrogént áramtermelésre használja fel. Mivel a készülő a hidrogént szilárd formában tárolja, sokkal kevésbé tűzveszélyes, mintha folyékony vagy gáz-halmazállapotú hidrogénnel működne.

A berendezés kb. akkora, mint egy hűtőszekrény, kb. harmincezer dollárba (9 millió forintba kerül), és háromszor annyi energiát tárol, mint a lítiumakkumulátorok. (<https://www.goodnewsnetwork.org/>)

Ritz Ferenc összeállítása

Rendezvénynapló – 2021

április 9–11.	LIII. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny – döntő	Debrecen
május	Közgyűlés	Budapest
	„Varázslatos kémia” nyári tábor	

Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy a **személyi jövedelemadójuk 1 százalékának felajánlásából idén 777 010 forintot**

utal át a NAV Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásait, köszönjük, hogy egyetértetek a kémia oktatásáért és népszerűsítéséért kifejtett munkánkkal. A felajánlott összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, valamint a 2020-ban tizenkettedszer 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 2020. 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 2021-ben az így befolyt összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, valamint 2021-ben tizenharmadszor szervezendő KémiaTábor egyes költségeinek fedezésére használjuk fel.

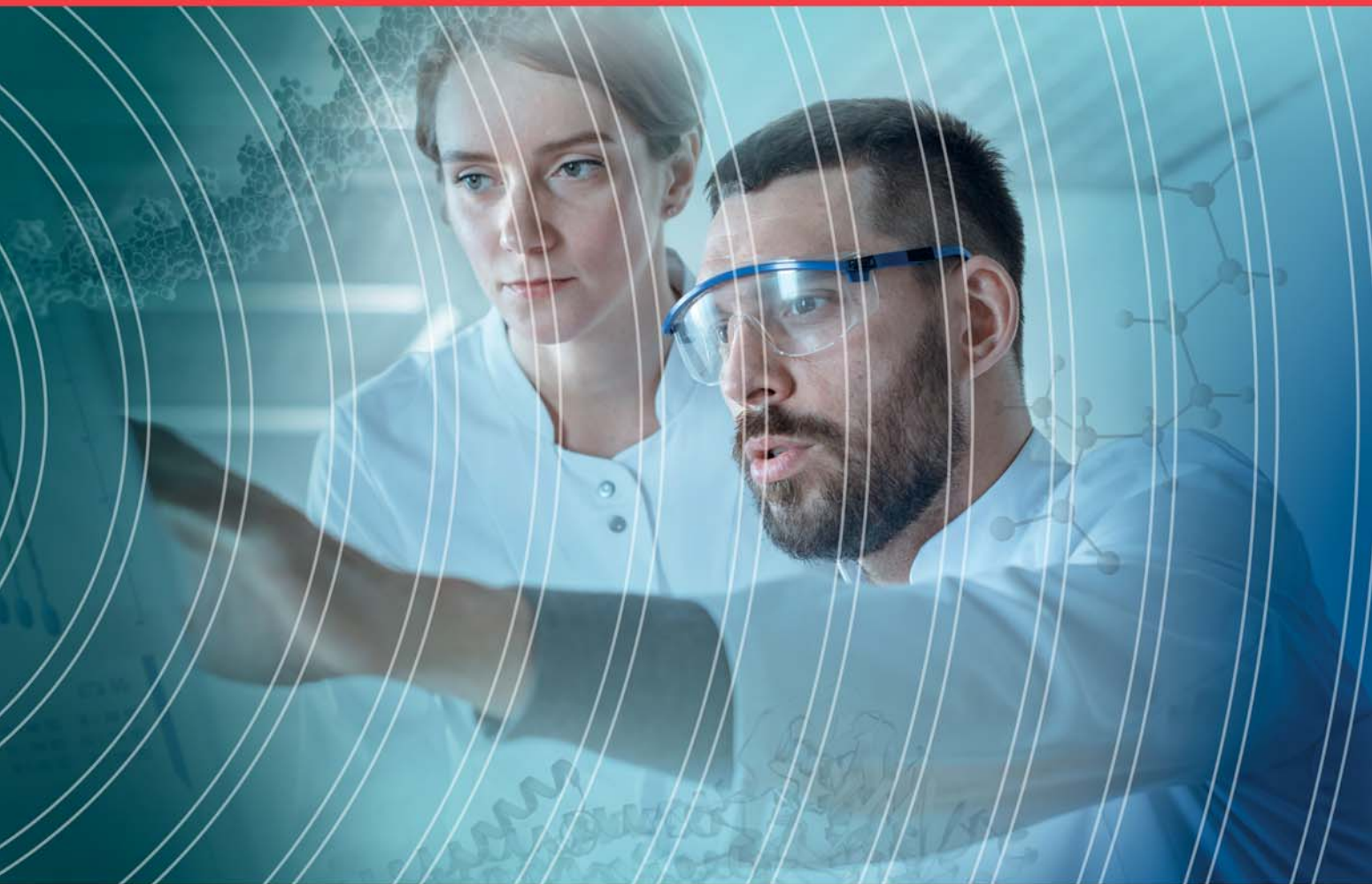
Továbbra is céljaink közé tartozik, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több kémia iránt érdeklődő határon túli honfitársunkhoz.

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXVI. No. 4. April

CONTENTS

<i>I have always wanted to be a good engineer. An interview with Professor János Kristóf</i>	102
ILDIKÓ ZIEGLER	
<i>The glory, decline and revival of combinatorial chemistry, and its impact on modern pharmaceutical research. Part II</i>	106
GYÖRGY DORMÁN	
Celebrating the 75th volume of the Journal	
<i>Excerpts from interviews by TAMÁS KISS</i>	112
<i>What is the real problem of teacher training or where are the teachers?</i>	117
PÉTER HOLTZER, CSABA SZAKMÁNY, and LUCA SZALAY	
<i>The chemistry of algae and aquatic plants</i>	122
TIBOR BRAUN	
<i>Chembits</i>	126
GÁBOR LENTE	
Obituary	
<i>Ronald Gillespie (1924–2021)</i>	128
ISTVÁN HARGITTAI	
<i>The Society's Life</i>	129
<i>News of the Month</i>	130



Lépje át a határokat

eddig elérhetetlen LC/MS teljesítménnyel

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



Thermo Scientific™ Orbitrap
Eclipse™ Tribrid™ MS



Thermo Scientific™ Orbitrap
Fusion™ Lumos™ Tribrid™ MS



Thermo Scientific™ Orbitrap
ID-X™ Tribrid™ MS

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

Kizárólagos képviselő:

UNICAM Magyarország Kft.
1144 Budapest, Kőszeg utca 25.
Telefon: +36 1 221 5536
E-mail: unicam@unicam.hu
Web: www.unicam.hu

UNICAM