

A TARTALOMBÓL:

- Az MKE állásfoglalása az új Nemzeti Alaptanterv 2018. augusztus 31-én kiadott tervezetéről
- Chemistry in Europe, 2018/4



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXIII. ÉVFOLYAM • 2018. DECEMBER • ÁRA: 850 FT

Karácsonyi előadások



A kiadvány
a Magyar Tudományos
Akadémia
támogatásával készült

A lap megjelenését
a Nemzeti Kulturális Alap
támogatja
Nemzeti Kulturális Alap

Desztilláció, extrakció, termoreakció

behrotest[®] univerzális analitikai rendszer

"NEHÉZ" MÉRÉSEK KÖNNYEDÉN

behr

Labor-Technik

Düsseldorf

AUTOMATA KOI MÉRÉS

ÓVJA ÖN IS KÖRNYEZETÉT ÉS MUNKATÁRSAI EGÉSZSÉGÉT!

bízza a higany- és krómtartalmú savas oldatokat automatára!

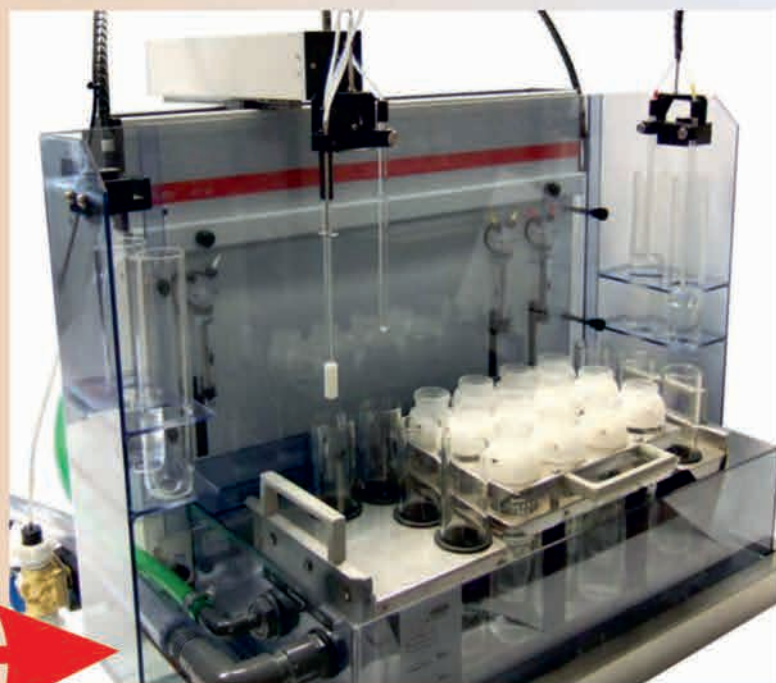
bővítse meglévő roncsolóját!

- növekvő kapacitással, csökkenő élőmunkával
- növekvő pontosság biztosított

DT-20 automata



szabvány szerinti KOI-roncsoló



A KÖRMÉRÉS
TÖBBÉ NEM PROBLÉMA,
A KIMUTATÁSI HATÁR PEDIG
NAGYON LÁTVÁNYOSAN JAVUL!

méréstartomány: 10,1 mg O₂/l-től

kimutatási határ: 2,5 mg O₂/l



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

AUTOMATA KOI adagoló és titráló

MSZ ISO 6060 szerint, PC-vezérelt



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 megrendelőik
A szerkesztésért felel: KISS TAMÁS

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

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete
Felelős kiadó: ANDROSITS BEÁTA
Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.
Nyomás: Pauker Nyomda
Felelős vezető: VÉRTES GÁBOR
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 10 200 Ft
Egy szám ára: 850 Ft. Külföldön terjeszti
a Batthyany Kultur-Press Kft.,
H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6.
1251 Budapest, Postafiók 30.
Tel./fax: 36-1-201-8891, tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:
SÜLI ERIKA

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

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

Index: 25 541

HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)

HU ISSN 1588-1199 (online)

DOI: 10.24364/MKL.2018.12

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



Immár negyedik alkalommal írhatom az év utolsó lapszámához a beköszöntőt. Ez a négyes fontos szám, hiszen egy ciklus végét jelenti, a következő év júniusáig az Egyesület minden szintű szervezetének vezetősége megújul. Persze lesznek, akik maradnak, de biztosan találkozhatunk majd új, friss ötletekkel teli, tetterre kész emberekkel a megújult vezetőségekben. Mindez az adott szintű küldötteken múlik. Biztos vagyok benne, hogy a küldöttek átérzik felelősségüket, és hatékonyan hozzájárulnak a többféle szintű vezetőségek frissüléséhez.

A mostani beköszöntő előtt újraolvastam az előző három évben írtakat, és végiggondolva az ideai eseményeket, megpróbálom összegezni az Egyesület életében történeteket egyrészt, illetve a kémiával foglalkozókat érintő országos eseményeket másrészt.

Kezdjük az Egyesület életét érintő eseményekkel. Elmondhatjuk, hogy az Egyesület anyagi helyzete stabilis, a 2015-ös beköszöntőben vizionált hét szűk esztendő csak a 2015-ös évet érintette. Az elmúlt évek során sok, nyereséget is hozó külföldi és hazai részvételű rendezvényünk volt. Ezek a rendezvények szolgálták a kapcsolatépítést is, de a nyereség tette lehetővé az Egyesület talpon maradását, és ezért tudtuk a kémikusársadalom által joggal elvárt kötelezettségeinket teljesíteni. Az Egyesület idén is, akárcsak az előző években, sokrétű, a kémia ügyét, a kémia társadalmi elfogadottságát növelő tevékenységet fejtett ki. Az eddigiekhez hasonlóan aktívak voltunk a tehetséggondozásban mind a közoktatási, mind a felsőoktatási szinten, tanfolyamokat szerveztünk, építettük nemzetközi kapcsolatainkat, sokféle, a kémiát népszerűsítő rendezvényt szerveztünk, számos hazai és nemzetközi konferencián részt vettünk. Egészében véve ezzel az évvel is elégedettek lehetünk, csak sajnos a taglétszám csökkenését az idén sem tudtuk megállítani.

A kémiával foglalkozó akadémiai szféra számára az előző években sok jó hírről tudunk beszámolni, várható volt, hogy a jó időnek egyszer vége szakad. Most a helyzet bizonytalanná vált, nem látszik, hogyan fogják átalakítani a K+F+I rendszert, nem tudjuk, mi lesz az MTA sorsa, nem látszik, hogyan fognak túlélni a súlyosan alulfinanszírozott, a kutatás és a kutatóképzés alapját képező egyetemek/egyetemi karok, mi lesz egyáltalán az egyetemek sorsa. Ez a bizonytalanság egyáltalán nem kedvez az elmélyülést és hosszú távú biztontságot igénylő alap kutatások, de a felsőfokú képzések számára sem.

Nem mehetünk el szó nélkül a kémiaoktatást övező bizonytalanságok mellett sem. Az egyik nagy és egyre növekvő gond az, hogy a kémiát tanítók egyre nagyobb hányada éri el a nyugdíjas kort, és nincs elegendő utánpótlás. Ez máris tanárhiányt eredményez, és a gond az évek előrehaladtával csak nőni fog. Az Egyesület több fórumon felhívta erre a figyelmet, de ha lesz is, gyors javulás nem várható. Az új Nemzeti Alaptanterv tervezetének részletes véleményezésével is foglalkozott az Egyesület. Az elkészített állásfoglalás az MKL mostani számában olvasható. Számos probléma miatt úgy láttuk, hogy az Alaptantervet ilyen formában nem szabadna bevezetni, főleg nem 2019 szeptemberétől. Meglátjuk, mi lesz...

Bár van gond bőven, ne feledjük, hogy a karácsony a szeretet és a családi összetartozás ünnepe. Ilyenkor a család ellátása nem kis munkával jár, de azért jut, jusson idő pihenésre is. Kikapcsolódásként pedig mindenki figyelmébe ajánlom a mostani lapszámomban található, szórakoztatva tanító cikkeket.

Végezetül minden kedves olvasónknak kellemes karácsonyi ünnepeket, jó pihenést és nagyon boldog és sikeres új esztendőt kívánok.

2018. december

Pálkó István egyetemi tanár
az MKE főtájtára

TARTALOM

ÁLLÁSFOGLALÁS	
A Magyar Kémikusok Egyesületének állásfoglalása az új Nemzeti Alaptanterv 2018. augusztus 31-én kiadott tervezetéről	366
KÖZOKTATÁS – TANÁRI FÓRUM	
Dancsó Éva: Kívülről jött pedagógus	368
ÉLELMISZERIPARI KÖRKÉP	
Lakner Zoltán: A magyar élelmiszeripar a változó világban	371
Nguyen Duc Quang, Szöllősi Attila, Nguyen Duc Vuong, Styevkó Gabriella, Bujna Erika, Rezessyné Szabó Judit, Hoschke Ágoston: Válogatás a SZIE Sör- és Szeszipari Tanszékén készülő PhD-kutatások eredményeiből	375
Somogyi László, Soós Anita, Izsó Tekla, Bognár Erzsébet, Kóczánné Manninger Katalin, Szedlák Ildikó, Badakné Kerti Katalin: Lipid tudományi és gabonaiipari kutatások a SZIE Gabona és Iparinövény Technológiai Tanszékén	379
Címlapunkon:	
A Royal Institution 2016. évi karácsonyi előadásain a kémikus Saiful Islam – Faraday előadásait megidézve – az energiáról beszélt (Fotó: Paul Wilkinson)	
OLÁH GYÖRGY EMLÉKE ÉS ÖRÖKSÉGE	
Polkó György: Jólát és találkozások	382
Faigl Frenc: „Küldöm legjobb kívánságaim”	382
Huszthy Péter: Emlékeim Oláh Györgyről	383
VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY	
Harmat Veronika: Röntgenkristallográfiai laboratórium az ELTE Kémiai Intézetében: ELTE-Crystallab	384
Keserő György Miklós: Kovalens fehérje-ligandum kölcsönhatások a gyógyszerkémiaiában	386
KITEKINTÉS	
Braun Tibor: Egy kutatóvegyész gondolatai és aggodalmai	390
Lente Gábor: Karácsony hangjai	392
VEGYÉSZLELETEK	
Lente Gábor rovata	394
A HÓNAP HÍREI	
Chemistry in Europe, 2018–4.	397





A Magyar Kémikusok Egyesületének állásfoglalása

Az új Nemzeti Alaptanterv 2018. augusztus 31-én kiadott tervezetéről

Általános megjegyzések

1. A Nemzeti Alaptanterv jelen formájában nem, csupán nagymérvű strukturális javítás után lehet alkalmas arra, hogy a 21. század kihívásainak megfelelő magyar közoktatás iránymutató dokumentuma legyen.

2. Nagyon fontosnak tartjuk, hogy a társadalmi, pedagógiai és szakterületi vitában minél több érdekelt fél és szakértő véleményét meg lehessen ismerni. Ugyanilyen fontos, hogy megfelelő idő álljon rendelkezésre a testületek által megvitattott állásfoglalások és módosítási javaslatok megszületésére akkor is, ha emiatt az új Nemzeti Alaptanterv bevezetése csak a jelenlegi tervekben megfogalmazottakhoz képest késve lesz lehetséges. A jelenleg érvényben lévő Nemzeti Alaptantervet tartalmazó kormányrendeletet 2012 júniusában hirdették ki, így az nem mondható elavultnak; nem látszik kényszerítő tényező az új Nemzeti Alaptanterv mihamarabbi bevezetésére.

Javasoljuk, hogy a NAT-ot fokozatosan vezessék be, akár pilot rendszerben. Hirdessék meg az iskolákban, önkéntesen legalább 100 osztályban próbálják ki az új NAT-ot és a tankönyveket. Az eredmények szakszerű kiértékelése után, a már módosított NAT-ot tegyék kötelezővé. Nem célszerű egy teljesen új koncepciót tartalmazó rendszert országosan bevezetni úgy, hogy sem a szakmódszertanok, sem a szaktanácsadók és a szaktanárok sem kapnak semmi segítséget. A zökkenőmentes bevezetéshez minél több szinten és fórumon kellene képezni a szaktanárokat. A szakmódszertanok első lépésben a gyakorlóiskolák szakvezetőinek, majd a szaktanároknak tartssanak kísérleti bemutatókat, továbbképzéseket, tapasztalatszerkesztést. A szaktanácsadóknak az új kutatási-kísérleti eredményekről kellene szakmai napokat tartani.

3. Egyetértünk azzal, hogy a NAT-tervezet a természettudományok és különösen a kémia területén oktatási szemléletváltást valósít meg az alkalmazás-központúságot helyezve a középpontba az eddigi ismeret-központúság helyett. Ugyanakkor kifogásoljuk, hogy a matematikára, a természettudományokra, köztük a kémiára fordítható óraszám tovább csökken, így előre látható, hogy egyre kevesebb természettudományok iránt érdeklődő és ezekben jártas diák kerül majd a felsőoktatásba, és majd az iparba, nemzetgazdasági szinten veszélyeztetve a húzóágazatok szakember-ellátottságát.

4. Egyetértünk azzal, hogy a NAT-tervezet a korábbival szemben már évfolyamonkénti bontásban irányadó óraszámokat is meghatároz. Támogatjuk, hogy a tervezet a jelenleg szokásos iskolai óraszámok és az elsajátítandó ismeretanyag csökkentésével igyekszik a diákok ma észlelhető túlterheltségét csökkenteni. Ez az óraszámcsökkenés a legtöbb tárgycsoportban érzékelhető, feltűnő kivétel a *Történelem és társadalmi ismeretek* tárgycsoport, ahol sem óra-

szám-, sem tananyagcsökkentés nem érzékelhető. Megjegyezzük, hogy a tervezet (2.2.2._2 táblázat) a középfokú képzés nevelési-oktatási szakaszában mind a négy évfolyamon heti 34-ként adja meg a maximális órakeretet, amelynek a csökkentését meg kellene fontolni.

5. Igen zavarónak tartjuk, hogy a tervezet 312 oldalas dokumentumában a fejezetek számozása tantárgyanként újrakezdődik, például a 2.1.5 számozású fejezetből 16 különböző létezik. A megfelelő azonosíthatóság feltétlenül indokolná az egyértelmű fejezetszámozást.

6. A megfelelő nemzeti alaptanterv szükséges, de nem elégséges a színvonalas közoktatási rendszer működéséhez. Az oktatás tárgyi és személyi feltételeinek megteremtése olyan kihívás, amellyel folyamatosan foglalkozni kell mind a kormányzat, mind a tankerület, mind az egyedi iskolák szintjén.

A kémia tantárgy oktatására vonatkozó megjegyzések

7. Nagyon fontosnak tartjuk, hogy a NAT-tervezet 1.6. fejezetében leírtaknak megfelelően a kémia tantárgy tanításához legalább három különböző mélységű kerettanterv készüljön: egy alapszintű a minimálisan szükségesnek ítélt ismeretekhez, egy középszintű a természettudományok felé orientálódó diákcsoport számára, illetve egy emelt szintű a kémiával szorosan kapcsolatos felsőoktatási szakon továbbtanulni vágyóknak.

8. Kifogásoljuk, hogy az élményközpontú tanítás, amely magában kell, hogy foglalja a diákok laboratóriumi gyakorlati oktatását, teljes mértékben hiányzik a tervezetből.

9. A kémia tantárgyhoz kapcsolódó 2.2.5 fejezetben (eredménycélok, 185–189. oldal) a következő változtatásokat javasoljuk:

- A kémiai szakismeretek részben „szervetlen kémia” elnevezésű blokk bevezetését javasoljuk a halogének, oxigén-, kén- és nitrogénvegyületek, valamint a fémek alpontokban való megemlékezésével.
- A környezetkémiai ismeretek blokkban törlésre javasoljuk az *Ismeri a talaj összetételét és a legfontosabb talajszennyezőket* alpontot a kérdéskör összetettsége miatt.
- A *Kémiai példákkal szemlélteti, hogy a veszélyt nem tudjuk kiiktatni, csak az egyik kockázatot egy másikra cserélni* alpont esetében nem tartjuk logikusnak, hogy ez a gondolat a teljes NAT-tervezetben kizárólag a kémiai részben jelenik meg, noha maga az elv teljesen általános.
- Az energiagazdálkodás blokkban törlésre javasoljuk a *Termokémiai ismeretei alapján értelmezi a tüzelőanyagok fűtőértékét* alpontot, mert egyrészt jóval összetettebb a kérdéskör a többi alpontnál, másrészt semmiféle előkészítése (reakcióhő, kötési energia, rácsenergia) nincsen.



- A kémiai ismeretek a hétköznapi életből vett példákat ad savakra és bázisokra alponthoz a következő módosítást javasoljuk: *Ismeri a savak és bázisok fogalmát, és a mindennapi életből vett példákat ad rájuk.*
 - Javasoljuk, hogy a „szerves kémiai ismeretek” blokk *Ismeri a metil-alkohol, az etil-alkohol és az ecetsav szerkezeti képletét, valamint élettani hatását, gyakorlati felhasználását* alpontja a glicerin, formaldehid, aceton és etil-acetát vegyületekkel bővüljön.
 - A „Vegyszerismeret, biztonságos vegyszerhasználat” blokkban a *Tisztában van vele, hogy vízköoldó és klórtartalmú fertőtlenítőszer együttes használata a nagyon mérgező klórgáz képződése miatt életveszélyes* alpont majdnem azonos szöveggel mind a 7–8., mind a 9–10. osztályos eredménycélok között szerepel, véleményünk szerint a 9–10. osztályos részből törölni lehetne.
10. A fizika és biológia tantárgyak és a kémia közötti érintkezési pontok miatt a következő javaslatokat fogalmazzuk meg:
- Biológia tantárgy, 2.2.5 fejezet (154. oldal), „Kutatási készségek, eszközök és módszerek alkalmazása” blokk, *egyszerűbb biokémiai kimutatási és elválasztási módszerek*. . . ennek a kémia eredménycéljai között jelenleg semmilyen alapja nincsen: vagy a biológiából kell törölni ezt a célt, vagy a kémiában megemlíteni az alapokat.
 - Fizika tantárgy, 2.2.5. fejezet (171. oldal), „A fizika szerepe a környezet megóvásában” blokk: *Érti az atomreaktorok működésének lényegét*. . . A radioaktivitás és izotóp fogalmai jelenleg nem szerepelnek a kémiai eredménycélok között, a kémiai részben ehhez meg kell említeni az alapokat.
11. A kémiaoktatás számára központi új elem a NAT-tervezetben az, hogy az alapfokú képzés 7. és 8. évfolyamán az előírt kémiai ismeretek oktatása nemcsak a kémia tantárgy keretében, hanem a helyi tantervtől függően *természettudomány* nevű tantárgyként is lehetséges. Az integrált természettudományi tárgy bevezetését teljes mértékben ellenezzük. Néhány érvet a következőkben sorolunk fel:
- A kémiaoktatással foglalkozó tanárok, egyetemi oktatók illetve a vegyipari szakemberek a kémia nevű tantárgy megszűnését azonosnak érzik a kémiai ismeretek oktatásának megszűnésével.

- A kémiai ismeretek a mai magyar munkaerőpiacon kimondottan keresettek, nemcsak vegyész- és vegyészmérnöki szinten, hanem minden műszaki-természettudományos területen.
 - A kérdéskör megítélésénél támaszkodni kell a korábbi hazai tapasztalatokra. Az 1970-es években már számos iskola részvételével folyt kísérlet a természettudományok diszciplináris és integrált oktatási módjának meghonosítására. Miután ezek a kísérletek nem váltották be a kezdeményezőik által hozzájuk fűzött reményeket, ezt az integrált oktatást később leállították. Ezek a tapasztalatok ma is iránymutatók lehetnek. A szakgimnáziumokban az elmúlt két évben már nagyrészt integrált oktatás folyt, ezek tapasztalatait is feltétlenül figyelembe kell venni.
 - Már ma is súlyos kémiatanárhiány tapasztalható az országban, amely a tanári korfa adatai alapján az elkövetkező néhány évben még súlyosabbá válik. A Nemzeti Alaptantervnek nem pusztán a pedagógiai-szakmai kívánalmakat kell rögzítenie, hanem az oktatási rendszer személyi feltételeiből eredő, könnyen előrelátható korlátokhoz is feltétlenül igazodnia kell.
 - A tanárokat mindeddig diszciplinárisan képezték, vagyis nincsen természettudomány-tanár, csak fizika-, biológia- és kémiatanár. Ha egy iskolában mindhárom szaktanár dolgozik, akkor igazából nem indokolt a tantárgyak összevonása, hiszen tanításuk diszciplinárisan is lehetséges. Ha ez a feltétel nem teljesül, akkor – és ez a szakgimnáziumokban mára kialakult gyakorlat – a NAT által kötelezőnek előírt ismereteket a természettudomány tantárgy kereteiben olyan tanárnak kell tanítania, akinek erre képzettsége és tapasztalata nincs.
 - A kémia néven oktatott tantárgy megszűnése a 7. és 8. évfolyamon az iskolák vezetői számára lényegtelen problémává tenné azt, hogy a NAT-ban ezekre az évfolyamokra előírt kémiai ismereteket szakértő módon tanító tanár(oka)t megtalálja és alkalmazza.
- Mindezek alapján ebben a kérdésben egyelőre azt tartjuk helyesnek, ha további érdemi vita folyik róla, esetleg eddig meg nem említett szempontok feltárásával.

PÁLYÁZAT középiskolásoknak

Az ENSZ 2019-et a Periódusos Rendszer Évének nyilvánította. Ez alkalomból a Magyar Kémikusok Egyesülete (MKE) nyilvános pályázatot hirdet középiskolásoknak

A periódusos rendszer és a XXI. század vagy az

Elemi tudás (érdekes, hasznos elemek)

témakörben. 2–5 ezer karakter terjedelemben várjuk fiataljainktól, hogy számukra milyen élményeket, használható ismereteket, tudást jelent, nyújt a kémiai elemek periódusos rendszere. Az írást illusztráció (videóanyag, animáció stb.) is kísérheti.

A pályázatokat szakmai zsűri bírálja el. Az első három helyezett 15–15 ezer Ft díjazásban részesül. A legjobb munkákat a Magyar Kémikusok Lapja közli.

A pályázatokat az MKE Titkárságára, az mkl@mke.org.hu e-mail-címre kell benyújtani elektronikusan csatolt file-ban,

periodusospaly_név file-névvvel 2019. február 15-ig.

Eredményhirdetés a 2019. évi Küldöttközgyűlésen, 2019 májusában.

FELHÍVÁS középiskolai tanároknak, egyetemi oktatóknak

Az ENSZ 2019-et a Periódusos Rendszer Évének nyilvánította. Ez alkalomból a Magyar Kémikusok Egyesülete (MKE) nyilvános pályázatot hirdet középiskolai/egyetemi előadás megírására a

Gondolatok a periódusos rendszer tanításáról a XXI. században

témakörben, beleértve néhány elem/elemcsoport tanításának kérdését is. Az előadás terjedelme 1–4 folyóiratoldal lehet (egy teletírt oldalon szóközzökkel 7000 karakter fér el, ábrák nélkül). A történeti előzményeket kérjük minimálisra szorítani.

Az előadásokat szakmai zsűri bírálja el. Az első három helyezett 50–50 ezer Ft díjazásban és 2 éves MKE-tagságban részesül. A legjobb munkákat a Magyar Kémikusok Lapja közli.

Az írásokat az MKE Titkárságára, az mkl@mke.org.hu e-mail-címre kell benyújtani elektronikusan csatolt file-ban,

periodusoselo_név file-névvvel 2019. február 15-ig.

Eredményhirdetés a 2019. évi Küldöttközgyűlésen, 2019 májusában.



Dancsó Éva

Kívülről jött pedagógus



Írásom a szerkesztőség kedves felkérésére készült. Ezt a megkeresést abból az alkalomból kaptam, hogy 2017-ben én vehettem át az egyik Rácz Tanár Úr Életműdíját. Rendkívüli megtiszteltetés számomra, hogy a munkahelyem biológia–kémia munkaközössége fölterjesztett, és a kuratórium engem választott. Mindezeket csak azért bocsátottam előre, hogy Ön, kedves olvasó, megtudja, miért is kerültem abba a helyzetbe, hogy bár soha nem hallotta a nevemet, mégis megoszthatom Önnel a gondolataimat.

Kívülről kerültem a pedagógia berkeibe. 1980-ban a Budapesti Műszaki Egyetem Vegyészmérnöki Karán végeztem okleveles vegyészmérnökként. Az egyetemista évek alatt a fiatal felnőttek még rendkívül nyitottak, és éppen alakul a világlátásuk. Ezért azok a hatások, amelyek ezekben az években érik őket, alapvetően meghatározzák a gondolkodásmódjukat egy életre. Én már 1991-ben fölhagytam a mérnöki hivatással, mégis mérnökk szemmel nézem a világot azóta is. Ez arra is rányomja a bélyegét, ahogyan tanítok, és ahogyan látom a pedagógusok szerepét a diákok életében.

Három felnőtt gyermekem van. Már a gimnázium utolsó évében is foglalkoztatott a gyermekek nevelésének kérdése. A gyes évei alatt azután végképp elvarázsolt ez a rendkívül felelősségteljes és minden másnál több örömet adó tevékenység. Elvégeztem a tanári kiegészítő szakot, és huszonhat éve tanítok.

Tanítottam nagyon hátrányos helyzetű diákokat, átlagos gimnáziumba járókat és úgynevezett elit gimnáziumi diákokat. Az utóbbi két intézmény között a legfőbb különbséget a szülők oktatással kapcsolatos tájékozottságában és anyagi helyzetében véltem fölfedezni. Mindhárom iskolában volt szerencsém megismerni nagyon okos, igyekvő diákokat és nehéz kamaszokkal küszködőket egyaránt.

A tanári pálya számomra legnehezebb feladatát azok a tanítványok jelentik, akik számára az iskola elsősorban a bulik helye, és az ott folyó tanítás a szükséges rossz. Pedig ők is fontosak, és nekik is fejlődniük kell az együtt töltött idő alatt.

Azokkal a diákokkal, akik bármi iránt mélyen és elkötelezetten érdeklődnek, könnyű az élet még akkor is, ha soha nem lesz belőlük vegyész. Néha azonban ezt a mély elkötelezett érdeklődést át lehet fordítani a kémia nyelvére. Így történt például a pályám elején egy rajz tagozatos osztályban, ahol a csapadékok és komplex vegyületek színeivel sikerült úgy elvarázsolni az egyik diáklányt, hogy ma kutat és gyógyszerész-hallgatókat tanít a SOTE-n.

Egy-egy kedvenc tanárunk egyénisége, módszerei mély nyomot hagynak bennünk. Sok tanár be is vallja magának, hogy Juliska néni órái ma is például szolgálnak a munkájában, vagy épp ellenkezőleg, Jancsi bácsi szörnyű módszereit mindenképpen kerülni próbálja.

Ez részben jó, de sajnos egyre kisebb részben, és ezt néha nehezen vesszük észre. Nagyapáink még megtanították apáinkat a hurkatöltés megfelelő módjára, és még sok minden másra, ami mind fontos volt a fiaik számára. Mi már tudjuk, hogy a hurka



szénhidrát-, zsír- és koleszterintartalma magas, ezért a mértéktelen fogyasztása egészségtelen. Sokan nem is fogyasztjuk. Közülünk sokan már nem tanultak meg az apuktól hurkát tölteni, de ha kíváncsiak lennének az eljárásra, a fiaik mutatnák meg a mobiljaikon, hogy hol található a megfelelő ismeret. Ma már nem működik az ismeretátadásnak az a módja, hogy az idősebb nemzedék megmondja a fiatalabbaknak a „tutit”.

Az iskola is sokat változott az én korosztályom diákkora óta. Én minden órára úgy ültem be, hogy most megtudok valamit a világról. Ki fog derülni valami, és ez nagyon érdekes. Általában élveztem is, bár nem mindig éreztem azt, hogy bárki is azon törné magát, hogy nekünk, diákoknak élvezetes legyen az, ami az iskolában történik. „Ide kérem nem kötelező járni” – ugye, kedves kortársaim, milyen sokszor hallottuk ezt? Minket még úgy neveltek, hogy kötelességeink vannak és a világ elvárásainak meg kell felelni. No és ma? Engedjék meg, hogy idézzek egy bekezdést Görög Ibolya *Summa summárum* című könyvéből:

„Állandóan elmondom, hogy az új nevelési trend (Benjamin Spock könyvei! Megjegyzem, Spock professzor a halálos ágyán Amerikától elnézést kért ezért a könyvéért) azt mondja, hogy a gyermek legyen hepi (happy), nem szabad fegyelmezni, rászólni, hadd teljesedjen ki az egyénisége. Na, ez a szegényke teljesedik, bontakozik, belép az életbe – és magára marad. A szülő alapvető feladata, hogy a gyerekre ráaggassa azokat a konvenciókat, amiket a társadalom elvár tőle („Köszönj, gyermekem, ha belépsz”). Ettől még nem sérül az egoja, de befogadják, és akit befogadnak, az lesz sikeres.”

Hát akár a Benjamin Spock-könyvek miatt, akár más okból a mai diákokat sokszor kevésbé érdeklik a társadalmi elvárások, mint annak idején minket. Inkább ők és szüleik fogalmaznak meg elvárásokat az oktatással szemben, és ezen elvárások többsége jogos.



Nagyon fontos, hogy mi, tanárok partneri viszonyt tudjunk kialakítani diákjainkkal és szüleikkel. Ez nem mindig könnyű. A partnereimre nem szoktam rákiabálni. Ha viszont egy diákom nem tartja be azt az alapvető szabályt, hogy csak akkor nyúlhat a kísérleti tálcájához, amikor mondom, és csak az előírt kísérletet végezheti el, és látom, hogy egy fél deci hypóba éppen készül beleönteni fél deci 20%-os ételectet, hát gyorsan rákiabálok, hogy tegye le, ami a kezében van, mielőtt gáztamadást intéz a csoport ellen. Szóval a tanulók biztonsága néha fölülírja az udvarias partneri hangnemet és hangmagasságot, de az ilyesből soha nincsen sértődés. Mindössze megtanulunk egy új kémiai reakciót, és az ilyeneket, amelyekhez valami izgalmas élmény kapcsolódik, általában nehezebben felejtik el, mint a többit.

No igen. A kémiai reakciók és az azokat leíró egyenletek! A kisdíjak még nagy kíváncsisággal fordulnak a kémia felé. Sok érdekes eszköz, látvány, hangeffektus, régóta ismert tárgyak, anyagok szerkezete, jelenségek magyarázata. Ez igazán izgalmas. A tanulók első csoportját akkor veszítjük el, amikor az egyenleteket kezdjük el tanítani. Mikor is? Tizenhárom éves korban, amikor diákjaink többségének még nem alakult ki az elvont gondolkodása.

Az 1978-as tantervi reform és az azóta erre épülő NAT-ok gyönyörű tudományos tananyag elsajátítását kívánják meg a tanulóktól. Szépen egymásra épülve a tudomány logikája szerint. Kémiából is és a többi tantárgyból is. Minden diáktól egyformán.

A legkorábban érő, legtehetségesebb diákok esetében nincs is ezzel gond. Szárnyalni lehet velük. Ki is lehet egészíteni a tananyagot mélyebb ismeretekkel. Belőlük lesznek a diákolimpikonok, OKTV-döntősök. Nekik szükségük is van minden ismeretre, amit a tanárunk át tud adni nekik. Ki is követelik maguknak. Általában bizony akár tízszer annyit is készül a tanár egy szakköri foglalkozásra, mint egy többszázadszor megtartott átlagos tanítási órára. Miért is? Ha megnézzük a mi szép, tudományos, logikusan felépített tananyagunkat, azért fölmerülhet bennünk a kérdés, hogy miért pont ezt tanítjuk, és más dolgok miért is maradtak ki. Minden tudomány számos részterületből áll. Természetes, hogy a közoktatásban nem kerülhet mindenre sor. De vajon helyes ez a fontossági sorrend, amit a mai tananyag kidolgozásakor fölállítunk? Többek között azért is kell olyan sokat trenírozni azokat a diákokat, akik legalább a nemzetközi diákolimpiai válogatóra el szeretnének jutni, mert más országokban kicsit korszerűbb a tananyag, és ami a külföldi diákok számára órai anyag, azt mi szakkörön tanítjuk.

Egy hajdani diákolimpikonom még itthon érettségizett, az egyetemet már Cambridge-ben végezte, és ma ott doktorandusz. Megkérdeztem őt, hogy ha visszagondol az indulás éveire, abba a nemzetközi mezőnybe, amelyben tanult, a többiek érkeztek-e nagyobb alapképzettséggel, vagy ő. Azt válaszolta, hogy ő természetesen mindent tudott, amit a többiek, hiszen az olimpiai felkészítőkön és a gimnáziumban is igen sok kitekintést kapott a tantervi anyagon túlra, de az évfolyamtársai többet tudtak, mint a mi emelt szintű érettségink anyaga. Majd elgondolkodott, és korrigálta magát. Nem többet, hanem korszerűbbet, hasznosabbat.

Nézzünk csak egy példát, az ezüsttükör-próbát. Nagyon szeretjük, mert szinte mindig sikerül tanárnak, diáknak egyaránt. Nagyon szép, látványos eredményt produkál a kémcső falán. Az emelt szintű érettségien megkövetelünk egy reakcióegyenletet, amelyben az aldehid savvá oxidálódik. Hogy a reakcióelegyben valójában a sav deprotonált formája van jelen, ha akarom, akkor sója? Ezt csak az a diák tudja, aki a megfelelő tankönyvből ta-



A Magyar Kémiaoktatási Díj átadásán

nult. A reakció közben képződő komplexről pedig csak a tanár ad felvilágosítást. Mit is tud a diáknak erről a reakcióról? Többnyire azt, hogy az aldehidek kimutatási reakciója, valamint, hogy a hangyasav is adja. Hogy pl. a benzaldehid történetesen nem adja, ezt is csak a megfelelő tankönyvből tanuló diák tudhatja. Ezzel szemben még számos más könnyen oxidálható vegyülettel, pl. aszkorbinsavval, piroszőlősavval is sikeres ezüsttükör próba végezhető. No, a legtöbb felvételiző számára ezt örök homály fedi. Mint ahogy azt is, hogy Tollens épp száz éve halt meg, és ma a való világban senki nem azonosítja az aldehideket ezüsttükör-próbával, hanem műszeres vizsgálattal (pl. IR, NMR). Honnan is tudná? Hisz ezeknek a hétköznapi módszereknek még a nevét sem hallotta. Más, sikeresebb PISA-eredményű nemzetek tankönyvében a tizenhét éves diákok számára írt tananyagban megtalálhatóak a műszeres mérések alapelvei és a középiskolában tanult funkciós csoportok jellemző hullámszám-, illetve kémiaieltolódás-értékei. Egyúttal a tanulók azt is megértik, hogy mi történt a nagymamával, keresztmamával, amikor MRI-vizsgálatra küldték őket orvosaik.

Ha megvizsgáljuk tananyagunkat a nem kimondottan korán érő, a téma iránt nem kifejezetten érdeklődő diákok szemszögéből, más gondokkal találkozunk. A mi tananyagunk a tudomány logikája szerint nagyon korrektül összeállított ismeretek gyönyörűen rendszerbe foglalt halmaza. Bizonyára csupa zseniális gyermek apukája és anyukája döntött arról, hogy ez lesz a tanulnivaló. Mert egy átlagos képességű tizenhárom éves gyerek számára a tömeg, anyagmennyiség, moláris tömeg rendkívül elvont, fölfoghatatlan fogalom. Van olyan ország, ahol a diákok ezeket az ismereteket tizenhat-tizenhét éves korukban tanulják. Ha mi is ezt követnénk, mikor maradna idő a Faraday-törvények megtanítására, mondhatnánk.

Manapság mi, tanárok gyakran gondolkodunk, beszélgetünk arról, hogy mit, miért és hogyan tanítunk a közoktatásban. A válasz általában az, hogy nyelveket, művészeteket és a tudományágak alapjait azért, hogy diákjaink kivétel nélkül széles körű általános műveltséggel és felvételi tárgyaikból az egyetemi tanulmányok megkezdésére alkalmas tudással hagyják el a középiskolát. Hogyan? Igyekszünk változatos módszereket alkalmazni, de ha időben megszorulunk, mind a frontális módszerhez térünk vissza, hisz ez a legidőtakarékosabb, és az adott évben a diákokkal együtt elvégzendő tananyag nem csökkenthető.



Most már csak az a kérdés, hogy ki mit gondol az általános műveltségről. Számomra Smetana, Botticelli, Arany János, Széchenyi István, a Kirchhoff- és Faraday-törvények éppúgy beletartoznak, mint az úszás vagy az idegrendszer tudása. No, a mai diákok ezt már nem feltétlenül gondolják így.

Egy hajdani többszörös versenyzőtársam, aki ma vegyész doktorandusz, így panaszkodott földrajz dolgozat előtt: Minek az a sok fránya vaktérkép a GPS korában? Nem akarom megbántani a földrajz szakos kollégákat. Ők bizonyára tudják a választ. Én inkább sóprögetnék a saját portám előtt. Biztos, hogy minden pénzügyi szakembernek, hegedűvirtuóznak, szociológusnak tudnia kell a Faraday-törvényeket? Hiszen ha bármikor kíváncsiak lennének rá, néhány kattintással hozzáférnének az ismeretnek. Nem az volna a fontosabb, hogy ha már elérték a neten a megfelelő helyet, képesek legyenek megérteni az ott leírtakat? Vagyis az lenne a jó, ha a gyerekekkel töltött idő legnagyobb részében nem ismereteket kellene átadni, hanem azt taníthatnánk, hogy ők maguk hogyan juthatnak hozzá a megfelelő forrásokhoz, és azokat megfelelő kritikával értelmesen föl tudják dolgozni.

No és a leendő mérnököknek, orvosoknak valóban elengedhetetlen a görög falanx, a huszita szekértábor, vagy bármely más harcmódor sikeres alkalmazásának ismerete, VIII. Henrik valamennyi felesége sorrendben? Nem lenne elegendő, ha annyit tudnának történelemből, amennyi ahhoz szükséges, hogy öntudatos állampolgárokká váljanak? A többi elérhető a világhálón.

Több európai országban, és másutt a világban is léteznek olyan oktatási rendszerek, amelyekben a közoktatásban töltött évek vége előtt két évvel a diák maga választhatja ki azt a néhány tantárgyat, amelyet tanulni szeretne a felsőoktatásba való sikeres bejutása érdekében, és egyáltalán nincsenek úgynevezett kötelező érettségi tárgyak. Hiszen mindenkinek más a fontos tantárgy. Az ilyen rendszerekben nem fordul elő, hogy annak, akinek magyar és történelem a felvételi tárgya, lényegesen kisebb a tanulmányi terhelése, mint annak, aki biológiából és kémiából kénytelen emelt szintű érettségit tenni, no meg még négy kötelező tárgyból középszintűt.

Ha belátnánk, hogy a mi ifjú korunk óta nagyot változott a világ, és nem gondolnánk úgy az általános műveltségre, mint széles körű ismeretek fejben tartott halmazára, csökkenthetnénk diákjaink terheit, és hasznosabb tudással vértézhetnénk föl őket, mint a bármikor kikereshető lexikális ismeretek. (Amelyek döntő részét úgyis a felejtésnek tanulják.) Akkor a „miért tanítunk?” kérdésre mi, kémia szakos tanárok azt válaszolhatnánk, hogy azért tanítjuk mindenkinek a kémiát tizenhat éves koráig, hogy kialakuljon a diákokban a gondolkodásnak az a módja, ahogyan a természettudományokkal foglalkozó szakemberek közelítenek egy problémához, és az életben mindenki tudja ezt a megközelítési módot alkalmazni. Hiszen egészen biztosan föl fognak merülni természettudományos problémák a mindennapi életben. No meg azért is tanítunk meg bizonyos kémiai ismereteket, mert konkrétan előfordulnak a háztartásban, egészségvédelemben stb. Bizonyos kémiai ismeretek nem tudása életveszélyes. Továbbá azért tanítunk, hogy a jövő társadalma meg tudja különböztetni a tudományt az áltudománytól. Ne vegyenek például apoláris molekulájú gázzal dúsított vizet, és rendesen adassák be gyermekeiknek a védőoltásokat. Valamint minden természettudományos tantárgyat tanító tanárnak azért a célért is dolgoznia kell a tanítási órákon, hogy maga a tudomány elfogadása, tisztelete növekedjen a társadalomban, mert amit az emberek egyáltalán nem értenek, attól elfordulnak. Az idej egyetemi ponthatár kihirdetésekor is megemlítették a sajtó munkatársai, hogy a ter-

mészettudományos és mezőgazdasági szakok vesztek a népszerűségükből. A társadalom nem érti a tudományt. Nem szereti a tudományt. Minek is költene rá? Innen szép nyerni. Tegyük vonzóvá.

Ha már túl vagyunk az összes diákra nézve kötelező tananyag oktatásán, jön a jutalomjáték. A fakultációt választó diákokat természetesen a tudomány alapjaiba vezetjük be a sikeres egyetemi tanulmányok reményében.

No és igen. Juliska néni remek módszerei közül is egyre kevesebb válik be manapság. Nagyszerű lenne, ha ki tudnánk dolgozni a tananyag kutatásalapú földolgozásának a tanulók számára élvezetes módját, és szinte minden, ami az iskolában a fakultáció előtt történik, ezen a módon történne. Így a mai tananyagok csak a töredékét tudnánk megtanítani, ezért magasabb fakultációs óraszámokra lenne szükség. Ott azután jöhetnének az elméleti ismeretek, hisz akkor már csaknem felnőttekkel van dolgunk.

No és természetesen nem önthetjük ki a fürdővízzel a gyereket. Valamennyi lexikális ismeretre szükség van, sőt mire egy fakos elvégzi az egyetemet, rájön, hogy nagyon is sokra, de a közoktatásban a mérték nagyon fontos. Az is elengedhetetlen, hogy ne csak mi, hanem minden tantárgy egyformán tanúsítson önmérsékletet.

A díj átvételekor egyik társam csendben azt mondta: Azért az, hogy életműdíj, elég rosszul hangzik. Igen. Azt jelenti, hogy munkás életünknek az a része, mely túlnyomónak mondható, már a hátunk mögött van. Vices dolog épp ilyenkor alkotói válságba kerülni, és megkérdőjelezni az eddig végzett munkát. De ez viszi előre az ügyünket. A mai fiatal tanárok majd jobban csinálják, és mire a pályájuk végéhez közelednek, ők is azt látják majd, hogy akkorát változott a világ, hogy ismét másképpen kell tanítani, mint amikor ők elkezdtek a pályájukat.

Akármit is tanítottunk, közben végig emberek voltunk, és emberként mindannyian igyekeztünk a tanítványainkat segíteni. A diákokkal kialakított kapcsolataink mindenképpen óriási örömforrást jelentenek. Kevés idős ember van olyan kellemes helyzetben, mint a pedagógus, amikor megöregszik. Számos fiatal barátja van, és nem temetésekre jár, hanem doktori védésekre, esküvőkre, házavatókra, babanézőbe. Természetesen csak olyankor, amikor nem kell az unokákra vigyázni.



Helyesbítés

Októberi számunkban jelent meg Bárczy Zoltán *Ide vésem fiam...* című könyvének ismeretése, amelyet tévesen egy korábbi kiadás címlapja illusztrált. Mostani képünk az új kiadás borítóját mutatja be.





Lakner Zoltán

■ SZIE Élelmiszeripari Gazdaságtan Tanszék

A magyar élelmiszeripar a változó világban

Sárándi [1] szerint „ha az embernek egyáltalán vannak alapvető, »elidegeníthetetlen«, mintegy a »természetből folyó« jogai, akkor ezek közül az első az, hogy egyéki”. Fisher [2] hangsúlyozza: az élelmiszer annyira alapvető emberi szükségletet elégít ki, hogy enélkül nem értelmezhető a másik két alapszükséglet, a biztonság és a szeretet kielégítése sem.

Az élelmiszer termelése és fogyasztása mind az egyén, mind a társadalom szintjén az érdeklődés középpontjában áll. Jóllehet az elmúlt évtizedekben erőteljesen csökkent a világon az éhezők aránya, számuk még 2017-ben is mintegy 820 millió fő, azaz Földünk lakosságának közel 11%-a volt. További rossz hír, hogy az éhezők számának hosszú évek óta tartó, szigorúan monoton csökkenése 2015-ben megállt, és az elmúlt két évben emelkedni kezdett: az elmúlt évben az alultápláltak száma közel 35 millió fővel volt magasabb, mint 2015-ben [3].

Az élelmiszerek egyre bővülő elérhetősége a jóléti társadalmakban új társadalmi kihívásokat támaszt, ezek közül legszembetűnőbb az elhízás népbetegséggé válása [4].

A FAO STAT adatai szerint a világon napjainkban több mint 2 milliárd 621 millió fő dolgozik a mezőgazdaságban, ez a Föld teljes népességének 37%-a. A témával foglalkozó szakirodalom részletesen igazolja, hogy a mezőgazdaság jelentősége sokkal nagyobb, mint ami a gazdaságstatisztikai összeállításokból következik, mert jelentős szerepet játszik a vidéki népesség megtartásában és a mezőgazdasági kultúrtáj megőrzésében is [5]. Az Európai Unió (EU28) mezőgazdasága még mindig több mint 20 millió embernek ad közvetlenül munkát. Az Európai Élelmiszer-gyártók Szervezetének (2011-ig: CIAA, ma: Food and Drink Europe) számításai szerint az EU élelmiszerláncra több mint 24 millió főt foglalkoztat: több mint harmincezer az élelmiszeripari és mezőgazdasági inputok előállításában dolgoznak, 11,5 millióan a mezőgazdaságban, 1,8 millióan a nagykereskedelemben. Az EU élelmiszeriparában 4 millió 250 ezer főt foglalkoztat, ez a feldolgozóiparban foglalkoztatottak 15%-a (1. táblázat). Az EU élelmiszeripara a teljes feldolgozóipari termelés 14,9%-át adja, megelőzve a közúti gépjárműgyártást (11,6%) és a gépipart (8,5%). A mezőgazdasági és élelmiszeripari termékek nagykereskedelmében 1,8 millió fő dolgozik, a kiskereskedelmi értékesítés 6,4 millió fő számára ad munkát [6]. Tanulságos azt is megvizsgálunk, hogy milyen az egyes vertikumok szerkezete. Az élelmiszer-gazdasági vertikum átalakulását jól jellemzi a francia borászat példája [7]. Ma már a szőlőtermesztésben mindössze 142 ezer agrártermelő dolgozik, az időszakos dolgozók száma 21 ezer. Ezzel szemben 15 ezren dolgoznak a szakmai szervezeteknél és a borászathoz kapcsolódó egyéb, szakigazgatási, logisztikai, oktatási, kutatási feladatok ellátásában. 38 ezren a borbelfelvásárlásban, 10 ezren a borászatokban, 8700-an a pincszövetkezeteknél. 15 ez-

ren a nagykereskedelemben, 5 ezren a borászati ügyvitelben és 3 ezren, sommeliér-ként a vendéglátóiparban. Ez azt jelenti, hogy a francia borászat ma mintegy 558 ezer munkahelyet tart fenn, így az egy hektár szőlőtermő területre jutó foglalkoztatottak száma 0,64 fő. Ha Magyarországon sikerülne hasonló arányt elérni, akkor az 50 ezer hektár szőlőtermő területtel számolva mintegy 32 ezer munkahelyet jelentene.

1. táblázat. Az Európai Unió élelmiszergazdaságának főbb jellemzői [6]

Mutató és mértékegysége	Mezőgazdaság	Élelmiszeripar	Nagyker.-kisker.	Árbevétel
(millió euró)	426	1090	1249	1110
Hozzáadott érték (millió euró)	219	212	102	162
Foglalkoztatottak száma (millió fő)	11,3	4,3	2,0	6,2
Gazdálkodó szervezetek száma (ezer egység)	10 800	288	337	809

Az előzőekben bemutatottakból jól látszik, hogy az élelmiszeripar változatlanul kiemelkedő fontosságú területe mind a fejlett, mind a fejlődő országok nemzetgazdaságainak. Tanulmányunk célja annak bemutatása, hogy az átalakuló, globalizálódó világban milyen helye, szerepe lehet a magyar élelmiszeriparnak. Ennek érdekében munkánk első része a világ élelmiszer-termelésének főbb fejlődési irányait vázolja fel.

Merre tart a világ élelmiszer-gazdasága?

Kutatásink szerint a világ élelmiszer-termelésének főbb tendenciái számos egymásra ható, de egymástól részben független folyamat eredőjeként alakulnak ki. Ezek közül három forgatókönyv (szcenárió) érdemel kiemelt figyelmet.

Az egyszerűbb azonosíthatóság érdekében az egyes scenáriókat fantázianevekkel láttuk el. Az elsőnek a „Pantha rhei” nevet adtuk. Ez a görög kifejezés arra világít rá, hogy minden szüntelen átalakulásban, fejlődésben van. Így van ez a bemutatott scenárióban is: ezen forgatókönyv szerint a világ élelmiszer-termelését hat fő tényező határozza majd meg a következő évtizedekben:

- a globális klímaváltozás növekvő hatása;
- tovább koncentrálódik mind a mezőgazdasági termelés, mind az élelmiszeripari feldolgozás és a kereskedelem;



- növekvő jelentőséget kapnak a lokális ellátó rendszerek;
- fokozódó szerephez jut a biotechnológia;
- a fogyasztási szokások és a fogyasztói magatartás fokozódó mértékben individualizálódik;
- tartósan fennmaradó keresleti piac.

Ez a forgatókönyv azzal számol, hogy mind a hat vizsgált állapot/folyamat bekövetkezik, egymás hatását erősítve, a rendszerdinamika pozitív és negatív visszacsatolásai alapján. Figyelemre méltó, hogy ebben a scenárióban egyszerre jelenik meg két, látványlag ellentétes folyamat: a koncentráció felerősödése és a lokális termelőkapacitások előtérbe kerülése. Az előbbi jól magyarázható azokkal a szakirodalmi megállapításokkal [8], melyek szerint folyamatosan nő a külföldi működőtőke-áramlás szerepe és jelentősége az élelmiszer-termelő rendszerekben. Ezzel egyidejűleg azonban továbbra is jelentős a helyi élelmiszer-előállító rendszerek fejlesztésének szerepe.

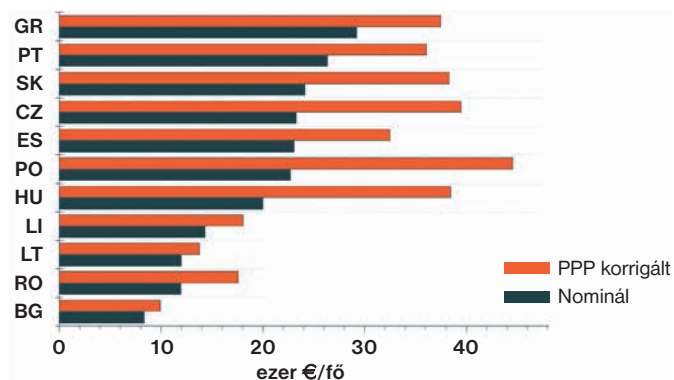
A második legvalószínűbb scenárió a „Megosztott rendszerek” nevet kapta. Ez abban különbözik az elsőtől, hogy itt nem jelenik meg a koncentráció tendenciája. Ez azt jelenti, hogy ezen scenárió alapvetően a jelenlegi struktúrában látja a fejlődés lehetőségét. A helyi erőforrásokra alapozott termelőrendszerek és a modernitás kapcsolata több évtized óta vitatott. Dahlberg [9] például így ír: „A munka értelmezése és megszerzése alapvetően a termelést állítja középpontba: ez az a cél, melynek mind az emberek, mind a környezet alárendelődik. Szükség van azonban az általánosan elfogadott elvek és kultúra újraértelmezésére. Ezen folyamat alapvető jellemzői a következők kell, hogy legyenek: alternatívákat kell keresnünk, kiemelve a családok és a helyi közösségek szerepét és jelentőségét, az önálló farmok és háztartások fontosságát, az egyszerű energiagazdálkodást, a közösségi terek megőrzését, a fenntartható módon végzett élelmiszer-előállítást, megőrizve a gazdaságok és a táj diverzitását, elősegítve a vidéki térségek életképességének növelését és a decentralizációt, ezzel járulva hozzá ahhoz, hogy globálisan megvalósuljon az élelmiszer-termelés, a népességnövekedés és az erőforrásokkal történő egyszerű egyensúly kialakulása. Vissza kell térnünk azokhoz az elképzelésekhez, melyek egységben kezelik az erőforrásokat és az azokat használó emberi tényezőket. Mindezek érdekében újra kell gondolnunk a technológiai fejlődés semlegességéről, a szabad piacról és a szabad kereskedelemről alkotott korábbi mítoszokat.” Nyilvánvaló, hogy ezen scenárió gyakorlati megvalósítását, a helyi élelmiszertermelő rendszerek előtérbe kerülését nagymértékben előmozdíthatja az energiaárak növekedése, melyek értelemszerűen előtérbe állítják a szállítási költségek növekedését [10]. A szakirodalomban régóta vitatott kérdés, hogy az energiaárak jelenlegi szintje nem tükrözi reálisan az energiaforrások kitermeléséhez és az energiafelhasználáshoz kötődő valamennyi költséget. Ezért az „externáliák internalizálására”, azaz valamennyi, az energiagazdálkodással kapcsolatos költség figyelembevételére lenne szükség [11]. Az elmúlt évtizedekben számos környezetvédő szervezet emelte zászlajára az „élelmiszer-kilométerek” [foodmiles] kérdését, mely azt vizsgálja, hogy egy élelmiszer mekkora utat jár be a fogyasztó asztaláig [12]. A megosztott, diszlokált termelőkapacitásokra épülő fejlesztés létjogosultságát támasztják alá Paxton [13] szimulációs vizsgálatai is, melyek azt igazolják, hogy a mezőgazdasági termelés globális földrajzi koncentrációja kisebb termésmennyiség elérését tenné csak lehetővé a jelenlegi rendszerhez képest.

A harmadik scenáriónak a „Koncentrált erő” nevet adtuk. Ez abban különbözik az előzőtől, hogy itt nem jelenik meg tartós tendenciaként a lokális élelmiszer-ellátó rendszerek fokozódó

szerepe. Ezen forgatókönyv gyakorlati megvalósulási esélyét számos tényező támasztja alá: Krieger-Boden és munkatársai [14] szerint a regionális gazdasági integrációk tovább erősítik a földrajzi koncentráció hatását. Ez a jelenség jól megfigyelhető akár az Európai Unióban [14], akár az ASEAN országokban [15]. Hozzá kell tennünk azonban, hogy a koncentráció jóléti hatásai mind a kérdés egészét tekintve [10], mind annak élelmiszer-gazdasági összefüggéseit elemezve [16] erősen vitatottak a szakirodalomban. Az élelmiszer-gazdaságban működő multinacionális vállalatok tevékenysége, a „lean management” koncepciójának alkalmazása sok esetben egyértelműen a további koncentrációt mozditja elő. A koncentráció további előtérbe kerülésével kapcsolatos fontos ellenérv lehet a már említett élelmiszer-kilométerek előtérbe kerülésének kérdése [13]. Nyilvánvaló, hogy ez a probléma-kör nem egyszerűen környezetvédelmi, hanem piacvédelmi eszköz is [17]. Az elmúlt évtizedben számos olyan kalkuláció is napvilágot látott (pl. [17]), melyek azt igazolták, hogy az élelmiszer-kilométerek csökkentése, azaz a fejlett országok fokozott önellátása irányuló törekvése nemcsak a környezeti terhelést növelné meg, hanem tovább rontaná a legszegényebb országokban élők helyzetét is. Weber és Matthews [18] tanulmánya azt igazolja, hogy az üvegházhatású gázok kibocsátásáért döntő mértékben a termelés fázisa felelős: a távolsági élelmiszer-szállítás és a kereskedelem együttesen mindössze 15%-át teszik ki az üvegházhatású gázok kibocsátásának.

A magyar élelmiszeripar helyzete, versenyképessége

Hazánk élelmiszeripara az átalakulás és privatizáció ellentmondásos időszaka után továbbra is a feldolgozóipar egyik meghatározó területe, még akkor is, ha a harminc évvel ezelőttihez képest több mint százezer fővel csökkent az itt foglalkoztatottak száma. Sajnos, csak részben sikerült elérni a „kisebb, de hatékonyabb” ipar célkitűzését, mert a termelés hatékonysága továbbra is jelentős mértékben marad el a fejlett európai országokétól (1. ábra).



1. ábra. Az egy főre jutó termelési érték nominális és vásárlóerőparitással korigált (PPP) értéke néhány európai ország élelmiszeriparában (saját számítás [6] alapján)

Az egyes iparágak versenyképességét meghatározó tényezőkről, az ismert amerikai közgazdász, Porter [19] munkássága alapján, az erőforrások felhasználása, a belföldi piac igény szintjének elemzése, az iparágon belüli versenyhelyzet, a kapcsolódó és kiegészítő szakágazatok, valamint a kormányzati gazdaságpolitika és a piaci esélyek egyidejű vizsgálata alapján nyerhetünk képet. A magyar élelmiszeripar versenyképességét meghatározó tényezőket és fejlesztésük legfőbb feladatait a 2. táblázatban kíséreljük meg rendszerbe foglalni.



A magyar élelmiszergazdaság erőforrásai	
Természeti erőforrások	
Agro-ökológiai potenciál	A magyar agro-ökológiai potenciál kihasználtsága erőteljesen csökkent a rendszerváltást követő időszakban. A korszerű, sztochasztikus optimalizálási lehetőségek széles körű kiaknázásával, a termelés térszerkezetének optimalizálásával a jelenleginél lényegesen nagyobb eredményeket lehetne elérni.
Pénzügyi erőforrások	Az élelmiszeripari vállalkozások alacsony nyereségszintje hosszú idő óta gátja a fejlődésnek. A forint hosszú időn keresztül magas árfolyama jelentős mértékben járult ugyan hozzá a makrogazdasági környezet stabilizációjához, de az exportorientált kis- és középvállalkozások számára tartós gondot okozott a nemzeti valuta felülértékelttsége.
Vállalati stratégia és szakágazaton belüli szerkezet	
Az iparági szerkezetet befolyásoló versenypolitikai döntések	A fúziókontroll során csak ott célszerű előtérbe állítani a versenyelőnyt szemponként, ahol a helyi piac ellátása, igényeinek minél hatékonyabb kielégítése az alapvető célkitűzés. Azon területeken, ahol a nemzetközi piaci versenyképesség erősítése kiemelt fontosságú, célszerű megengedőbb fúzió-kontrollt alkalmazni, mert még a hazai szinten kiemelkedően nagyok tekintett vállalatok is inkább közepes méretűek a nemzetközi összevetés tükrében.
A belföldi piac	A belföldi piac kiegyensúlyozottsága és biztonsága a külpiazi sikereknek is alapvető feltétele. Ennek eléréséhez elengedhetetlen a fogyasztók tudatos tájékoztatása, orientálása, a kollektív marketingmunka és az átgondolt prevenció programok.
Kapcsolódó és kiegészítő szakágazatok	Jelentős időbeli késleltetéssel valósultak meg azok a logisztikai fejlesztések (mindenekelőtt a logisztikai szolgáltató központok), melyeknek a magyar élelmiszergazdaság versenyképességét és hazánk tőkevonzó képességét kellene növelniük.
Piaci lehetőségek és esélyek	A magyar know-how és szellemi export lehetőségeinek fokozott kiaknázása a szovjet utódállamokban és a fejlődő világban
Kormányzati gazdaságpolitika	Az élelmiszeriparra vonatkozó átfogó fejlesztéspolitika kialakításának szükségessége

2. táblázat. A Porter-féle versenyképesség-modell alkalmazásával elért eredmények és következtetések

Az élelmiszeripar és a vidékfejlesztés

Napjaink magyar társadalom- és gazdaságfejlesztésének egyik legnagyobb kérdése a területi egyenlőtlenségek csökkentése. A hazai és nemzetközi tapasztalatok azt igazolják, hogy ha sikerül olyan élelmiszer-feldolgozó tevékenység-struktúrát kialakítani, mely illeszkedik az adott régió feltételrendszeréhez, akkor ez tartós fejlődés alapját teremtheti meg. Ellenkező esetben visszaeséssel, a hátrányos helyzet konzerválódásával, egyfajta ördögi kör kialakulásával kell számolnunk. A helyi erőforrásokra alapozó élelmiszer-feldolgozás legfőbb előnye, hogy

- hozzájárul a magasabb hozzáadottérték-tartalmú mezőgazdasági termékek előállításához, ezzel az agroökológiai potenciál kihasználtságának javításához;
- munkahelyteremtésre nyílik lehetőség;
- az élelmiszeripari feldolgozás olyan infrastrukturális fejlesztéseket követel meg, melyek számos más ipar telepítése során is fontos szerepet játszhatnak.

Nyilvánvaló például, hogy ha egy konzervüzem működéséhez fejlett infrastrukturális háttérre van szükség (például energiaszolgáltató rendszerre), akkor ez további vállalkozások számára is a kibontakozás lehetőségét teremtheti meg. Az élelmiszeripar korántsem minden szakágazat esetén játszhat meghatározó szerepet a kevésbé fejlett térségek felzárkóztatásában, vannak azonban olyan tevékenységek, melyek nagyon jelentős mértékben járulhatnak hozzá egy-egy régió átalakulásához. A regionális fejlesztésben nagyon sokféle tevékenység szóba jöhet, ezek közül a gyakorlatilag is megvalósítható gyártástechnológiák kiválasztásakor az alábbi szempontokat célszerű figyelembe venni.

- Az élelmiszeripari feldolgozó tevékenység a lehető legszorosabban kapcsolódjon ahhoz a mezőgazdasági termék-előállításához, mely az adott régióban eredményesen valósítható

meg. Ez egyrészt azért fontos, mert így minimálisra csökkenthetők a szállítási költségek, másrészt pedig azért, mert a régió mezőgazdaságának sajátos versenyelőnyei támaszkodva mód nyílna ezen előnyök fokozottabb mértékű kiaknázására.

- Az élelmiszeripari feldolgozó tevékenység a lehető legszorosabban kapcsolódjon ahhoz a mezőgazdasági termék-előállításához, mely az adott régióban eredményesen valósítható meg. Ez egyrészt azért fontos, mert így minimálisra csökkenthetők a szállítási költségek, másrészt pedig azért, mert a régió mezőgazdaságának sajátos versenyelőnyei támaszkodva mód nyílna ezen előnyök fokozottabb mértékű kiaknázására.
- Az élelmiszeripari feldolgozó tevékenység lehetőleg munkaigényes legyen, mert így minél hatékonyabban járulhat hozzá a feldolgozóüzem létesítése és működtetése a régió foglalkoztatási problémáinak megoldásához, ugyanakkor lehetőség adódhat a nagy mennyiségű és viszonylag olcsó munkaerő mint komparatív előny kiaknázására.
- A regionális élelmiszeripar fejlesztése során fontos, de nem kizárólagos szempont, hogy az élelmiszeripari termék-előállítás során létrehozott produktumok értékesítésére lehetőleg az előállítás helyének közelében legyen mód. Ez nagymértékben leegyszerűsítheti a termékpályát és rövidítheti a termékutat.

A termékút lerövidítése három tényező miatt kiemelkedően fontos:

- csökkenthetők a szállítási távolságok, ezzel – elvben – kisebb a szállítás okozta környezetterhelés;
- egyszerűbb csomagolási megoldásokra van mód;
- csökkenthető a termékek tartósításához felhasznált adalékanyagok mennyisége.



Nagy hozzáadott értékű speciális termékek esetén természetesen a nagyobb szállítási távolságok vállalása is lehetséges.

- A regionális élelmiszeripari vállalkozások számára különösen kedvező, ha olyan terméket állítanak elő, mely jellemző az adott régióra.
- A gyártani kívánt termékek előállításánál célszerű tekintetbe venni a helyi munkaerő képzettségét, termelési tapasztalatait. Érdeemes feltérképezni, hogy a térségben milyen hagyományai voltak az élelmiszeripari termékek előállításának. Kutatásaim szerint azon régiókban, ahol például a borászati termékfeldolgozás tradíciói voltak, gyorsabban, könnyebben voltak meghonosíthatók más élelmiszeripari technológiák is, például a gyümölcsfeldolgozás.
- A regionális élelmiszeripari vállalkozások méretükből és tulajdoni helyzetükből adódóan különösen érzékenyen reagálnak a piaci viszonyok változására. Ezen vállalkozásoknál gyakran nincs elegendő tőke például arra, hogy a kedvezőtlen piaci viszonyok miatt több hónapos termékfeldolgozást finanszírozzanak. Ezért különösen fontos egyrészt a rugalmasság, másrészt a diverzifikált termékszerkezet kialakítása. Csakis így érhető el, hogy az előállított termékek akkor is elfogadható szintű nyereséget biztosítsanak, ha némely termék esetén kedvezőtlen piaci fordulatok mennek végbe.

Lehetnek olyan tevékenységek, melyek egyértelműen kedvezőtlenek a kisméretű élelmiszeripari vállalkozások számára. Ezek közül különösen nem ajánlhatók azon tevékenységek, melyek jelentős környezetkárosító hatással járnak vagy amelyeket kizárólag nagyméretű üzemekben lehet gazdaságosan gyártani.

A jövő magyar élelmiszeripara

A bemutatott összefüggések alapján joggal vetődik fel a kérdés, milyen lesz majd a jövő élelmiszeripara, melyek lesznek a fejlődés legfontosabb tendenciái.

Nyilvánvaló, hogy erre a kérdésre nehéz egyértelmű választ adni, de a legfőbb fejlődési tendenciák mégis kirajzolódnak. Ezeket a legfőbb jellemzőket, a magyar élelmiszeripar jelenlegi ismereteink alapján körvonalazható, „ideális állapotát” – természetesen nem a teljesség igényével – az alábbiakban foglalhatjuk össze:

1. A szociális- és a piaciorientált agrár- és élelmiszertermelő vállalkozások párhuzamos jelenléte, elkülönült adó- és támogatáspolitikai kezelése.
2. Az agrártermelők piacra jutását, termékeik feldolgozottsági szintjét és versenyképességét hatékonyan szolgáló szövetkezetek kiterjedt rendszere.
3. Hatékony, az adatbányászat és hálózatelemzés lehetőségeit széles körben kiaknázó, globális rendszerekhez is kapcsolódó, komplex élelmiszerlánc-biztonsági monitoring és ellenőrző rendszer.
4. A különböző méretű és tulajdonformájú élelmiszeripari vállalkozások kiterjedt hálózata, melyek kutató-fejlesztő és stratégiai tervező tevékenységük során clusterek keretében szorosan együttműködnek oktatási és kutatási intézményekkel, vállalatokkal, spin-off cégekkel.
5. Az élelmiszerlánc szereplőivel kapcsolatos kormányzati és vállalati szintű döntéseknél egyaránt fokozott szerepet kap a fenntarthatóság, a környezetvédelem és az etikai szempontok érvényesülése.
6. A különböző méretű élelmiszeripari vállalatok között célszerű munkamegosztás alakul ki: a széles körű tömegfogyasztásra szánt cikkek esetében meghatározó a közép- és nagyüzem

mek szerepe, a helyi és réteggigények kielégítésében a mikro- és kisvállalkozások dominálnak.

7. A magyar élelmiszerkincséből sikerül kiválasztani és nemzetközi szinten is elismertetni, keresetté tenni néhány terméket, melyek a magyar élelmiszer-gazdaság zászlóshajói lehetnek.

8. Egy-egy régió természeti értékei, építészeti öröksége (pl. pincefal) és élelmiszer-termelési kultúrája köré sokszínű, sajátos, korszerű informatikai eszközökkel (mobil applikációk) támogatott élelmiszer-turizmus (pl. borturizmus, pálinkaturizmus) szerveződik.

9. Az élelmiszer-kereskedelemben – elsősorban vidéken – továbbra is fontos szerepet kapnak kis- és közepes méretű, mind inkább franchise hálózatokba szerveződő boltok [20]. A kereskedelem egészében nő a professzionalizmus, valódi partnerkapcsolat és hatékony információmegosztás erősödik meg az élelmiszeripar és a kereskedelem között.

10. A középfokú szakemberképzésből olyan szakmunkások és technikusok kerülnek ki, akik képesek a gyorsan fejlődő, informatikai és robotikai eszközökkel jól felszerelt magyar élelmiszer-gazdaságban jelentkező feladatok ellátására.

11. A magyar élelmiszer-gazdasági felsőoktatás a München és Moszkva közötti gazdasági térben központi szerepet játszik a szakemberek képzésében, jelentős szerepet vállal a fejlődő és feltörekvő országok szakembereinek oktatásában és továbbképzésében, közvetlenül járulva hozzá – az előttünk álló évtizedekben minden bizonnyal élesedő – globális problémák (élelmiszerbiztonság, népességnövekedés, klímaváltozás negatív következményei, migráció) gyakorlati megoldásához.

12. A lakosság élelmiszerrel kapcsolatos táplálkozási és egészségkultúráját az egész életútra kiterjedő oktatási-tájékoztatási kultúra, indokolt esetben prevenció programok segítik [21], nő az élelmiszer-tudományi szakemberek szerepe a fogyasztók táplálkozási ismereteinek növelésében, tudatos fejlesztésében [22]. ●●●

IRODALOM

- [1] I. Sárándi, A mezőgazdasági termékfogyasztás joga. Közgazdasági és Jogi Könyvtáradó: Budapest, 1986.
- [2] M. F. K. Fisher, Foreword. In Food and culture (Counihan, C.; Esterik, P. V., eds.) Routledge, New York, 1943,1.
- [3] FAO, The state of food insecurity in the world. Food and Agriculture Organisation of the United Nations, Rome, 2018.
- [4] M. Ng, T. Fleming, M. Robinson, B. Thomson, N. Graetz, C. Margono, E.C. Mullany, S. Biryukov, C. Abbafati, S.E. Abera, The Lancet (2014) 384, 766–781.
- [5] A. Randall, European review of agricultural economics (2002) 29(3), 289–307.
- [6] FoodDrink_Europe, Data & trends of the European Food and Drink Industry, 2016. (<http://www.fooddrink-europe.eu/publication/data-trends-of-the-european-food-and-drink-industry-2016/>, utoljára elérve: 2018.01.20).
- [7] Vin&Société, Chiffres clefs de la filière vin. <http://www.vinetsociete.fr/se-mobiliser-pour-le-vin/chiffres-clefs-de-la-filiere-vin> 2017.
- [8] C. Hawkes, S. Murphy, An overview of global food trade. In Trade, food, diet and health-perspectives and policy options, Hawkes, C., Ch., B., Henson, S., Drager, N., Dubé, L., Eds. Wiley-Blackwell, Oxford, 2010, 3–16.
- [9] K. A. Dahlberg, Global Environmental Change (1992) 2(2), 129–152.
- [10] A. E. Daughety, Beneficial concentration. David, H., The journal of economic perspectives (2007) 21(3), 131–154.
- [11] R. Forquet, Ecological Economics (2011) 70, 2380–2389.
- [12] Owen, N. A., Inderwildi, O. R., King, D. A., The status of conventional world oil reserves – Hype or cause for concern? Energy Policy (2010) 38(10), 4743–4749.
- [13] A. Paxton, The food miles report. Safe Alliance, London, 1994.
- [14] C. Krieger-Boden, C. Morgenroth, E., Petrakos, G., The impact of European integration on regional structural change and cohesion. Routledge, London, 2008.
- [15] I. Kuroiwa, Economic integration and the location of industries The case of less developed East Asian Countries. IDE-JETRO, London, 2012.
- [16] G. Kasza, O. Fehér, J. Kispál, L. Ózsvári, Gazdálkodás (2011) 55, 143–153.
- [17] J. Ballingall, N. Winchester, The World Economy (2010) 33, 1201–1217.
- [18] C. Weber, H. S. Matthews, Environmental Science and Technology (2008) 42, 3508–3513.
- [19] M. E., Porter, The Competitive Advantage of Nations. Free Press, New York, 1990.
- [20] P. Boros; Zs. Toth, Bogone; O.Fehér, Procedia-Social and Behavioral Sciences (2013) 81, 589–594.
- [21] Á. Temesi, J. Hajtó, Élelmiszer, Táplálkozás és Marketing (2014) 10, 11–20.
- [22] A. Kiss, Élelmiszer (2015) 4, 32–33.



Nguyen Duc Quang^a – Szöllősi Attila^{1,a} – Nguyen Duc Vuong^{2,a}
 – Styevkó Gabriella^{3,a} – Bujna Erika^a – Rezessyné Szabó Judit^a
 – Hoschke Ágoston^a

■ ^a SZIE Sör- és Szeszipari Tanszék

Nguyen.Duc.Quang@etk.szie.hu | Bujna.Erika@etk.szie.hu | Szabo.Judit@etk.szie.hu | Hoschke.Agoston@etk.szie.hu

■ Jelenlegi munkahelyek: ¹Törley Pezsgőpincészet, ²Ho Chi Minh Ipari Egyetem, Vietnám, ³Fejér Megyei Kormányhivatal, Élelmiszerlánc-biztonsági és Földhivatali Főosztály

Válogatás a SZIE Sör- és Szeszipari Tanszékén készült PhD-kutatások eredményeiből

A Sör- és Szeszipari Tanszék a Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Kar Biomérnöki és Folyamattervezési Kutatási Központ részeként látja el oktatási és kutatási feladatait. Kutatási tevékenységei az alkoholos fermentáció, biomérnöki upstream és downstream alap kutatások, megújuló energiaforrások, funkcionális élelmiszerek tématerületek köré összpontosulnak. Munkatársaink töreksenek a gazdaságos technológiai kialakításokra, a környezetvédelmi szempontok figyelembevételére, a feldolgozás során keletkezett melléktermékekben rejlő lehetőségek kiaknázására, valamint az egészségvédő, illetve betegségmegelőző élelmiszeripari termékek kifejlesztését célzó alap kutatások megvalósítására. E széles palettából néhány terület legújabb kutatási eredményeinek összefoglaló ismertetésére kerül sor a következőkben.

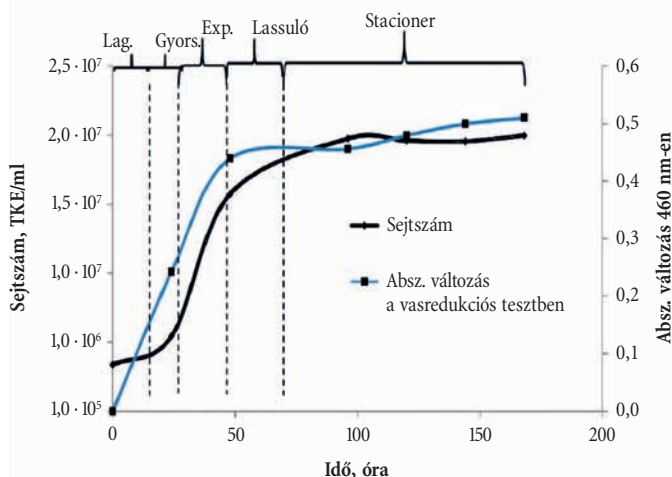
Mikrobiális üzemanyagcella teljesítményének növelése

A mikrobiális üzemanyagcella (MÜC) az üzemanyagcellák olyan speciális változata, ahol a mikroorganizmusok által katalizált oxidációs folyamatok hozzák létre az elektromos áramot. A szubsztátumként szolgáló szerves és szervetlen anyagokat az egyes mikrobák különféle anyagcsereutakon elektronokká, protonokká és szén-dioxidá alakítják [1]. A MÜC tartalmaz egy anód- és egy katódteret, amelyek protonszelektív membránnal (PEM) különülnek el egymástól. A mikroba által képzett elektronok különböző transzportfolyamatok révén a sejt falon kívülre jutnak, majd az üzemanyagcella anódjára kerülnek. Az anódról az elektronok a katódra áramlanak, miközben külső fogyasztón haladnak keresztül, így létrehozva a felhasználható elektromos áramot. A protonok a szeparátoron keresztül jutnak a katódtérhez, ahol elektronokkal és oxigénnel együtt vízzé alakulnak. Szubsztátumként szolgálhatnak a különböző ipari vagy kommunális szennyvizek, a szerves hulladékok, amelyek kezelésére alkalmazott technológiák ugyan megfelelő hatékonyságúak, de energia- és erőforrásigényesek [2]. Így a mikrobiális üzemanyagcellák üze-

melletése hozzájárulhat a megnövekedett szennyvíz és szerves hulladék ártalmatlanításához, kezeléséhez, mely során az alkalmazott mikroorganizmusok a szerves anyagok lebontásával csökkentik a szennyvíz-kibocsátás káros hatásait, párhuzamosan az elektromos áram termelésével. A technológia áramforrásként számos más területen is használható, mint például a fejlett infrastruktúrától távol eső, nehezen megközelíthető helyeken (meteorológiai, szeizmológiai mérőműszerek, szondák). Az egyes speciális mikrobiális energiasejt-rendszerek alkalmazhatók bioszenzorokként is, például toxikus anyagok kimutatására. A szenzorok elektródjának felületére mikrobákat rögzítenek, melyek membránnal védettek. A membránon átdiffundáló toxikus anyagok jelenlétében a mikroba szaporodása gátlódik, és ennek következtében a termelt elektromos áram mennyisége csökken [2]. A technológia elterjedését nagymértékben gátolja a kis teljesítmény és a léptéknövelés nehézsége, kutatásaink ezen problémák megoldására irányultak.

Gyors módszer kidolgozása az exoelektrogén mikrobák kimutatására

A mikrobák MÜC-ben való alkalmazhatóságának kiválasztásánál fontos tényező az elektronátadási képesség, amelynek meghatározására Fe³⁺-redukción alapuló gyors módszert dolgoztunk ki [3]. A módszer alapelve, hogy a mikrobák anaerob körülmények között az anyagcserejük során képzett, redukált koenzimek regenerálódásakor keletkező elektronokat a sejt fal külső membrán-elektronláncán keresztül a Fe³⁺-ionoknak adják át. Ez az elektrontranszportlánc megegyezik a MÜC anódterében lejátszódó folyamattal [4]. A mikrobák tenyésztése során a tápközeget Fe³⁺-citrát-oldattal egészítettük ki, és a minták Fe³⁺-tartalmát ammónium-rodanid-oldattal határoztuk meg savanyított közegben (pH~2) fotometriásan, 460 nm-en mérve az abszorbanciát (**1. ábra**). Megállapítottuk, hogy a vizsgált *Geobacter* és *Shewanella* törzsek – *Geobacter sulfurreducens* DSMZ 12127, *Geobacter toluenoxydans* DSMZ 19350, *Geobacter metallireducens* DSMZ 7210, *Shewanella algae* DSMZ 9167, *Shewanella xiamenensis* DSMZ



1. ábra. *Saccharomyces cerevisiae* szaporodási és vas(III)-redukciós tulajdonságai

22215, *Shewanella japonica* DSMZ 15915, *Shewanella woodyi* DSMZ 12036 – mindegyike rendelkezik elektrontermelő kapacitással mediátor alkalmazása nélkül is. Megfigyelhető továbbá, hogy az extracelluláris elektronok termelése szorosan kapcsolódik a szaporodáshoz (elsődleges anyagcseretermék), ugyanakkor a beoltási sejtkoncentráció is jelentősen befolyásolja a mikroba Fe^{3+} -redukcióját. Szoros lineáris korreláció mutatható ki 10^6 TKE/ml vagy ennél nagyobb sejtkoncentráció esetén a fajlagos elektromos áramtermelés és a mikroba általi Fe^{3+} -redukció között, amely a következő egyenlettel írható le:

$$z = 46,04 x + 4,17,$$

ahol z : fajlagos elektromos áramerősség (mA/m^2),

x : a 460 nm-en mért abszorbanca változása.

Az alkalmazhatóság egyik fontos szempontja továbbá, hogy képes-e a kiválasztott mikrobakultúra elektrokémiai közvetítőket (mediátorokat) termelni. A mediátorok lehetnek konduktív fehérjék vagy flavin típusú vegyületek, amelyek vizsgálatához a *Shewanella xiamenensis* fajt választottuk. A vizsgálatok során arra jutottunk, hogy anaerob tenyésztési körülmények között az extracelluláris fehérjetartalom nagyobb volt, valamint a fehérjék vezetőképessége ($0,0267 mS/10^7 TKE$) is jelentősen meghaladta az aerob minták elektromos vezetőképességét. Ugyanez mondható el a fermentlé flavintartalmáról is ($8,38 \pm 0,05 \mu g/10^7 TKE$), ami megerősíti azt a feltételezést, hogy a flavinvegyületeknek jelentős hatása van a mikrobák elektronláncának kialakításában. Oldott oxigén jelenlétében a terminális oxidáció a sejten belül végbemegy, így nem szükséges a mikrobáknak mediátorvegyületeket szintetizálni. Megállapítottuk továbbá, hogy a mikroba elektromos áramképzése fokozható exogén riboflavin adagolásával.

Elektródok fejlesztése a MÜC-teljesítmény növelésére

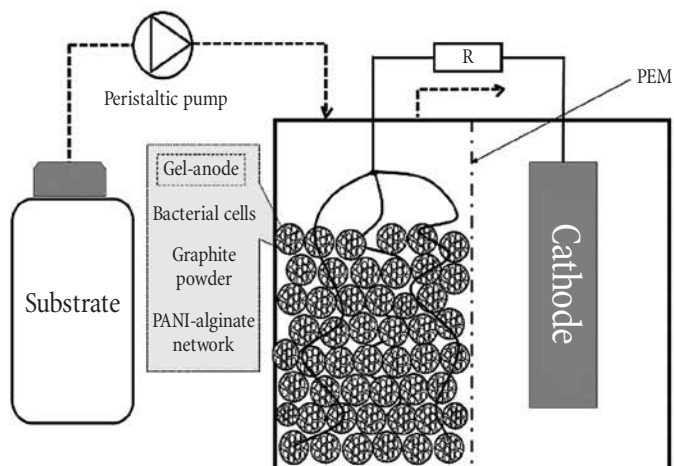
A mikrobiális üzemanyagcella teljesítményének növelésében meghatározó tényező az elektródok kialakítása, így mind az anód, mind a katód fejlesztésére fókuszáltunk.

Az anód esetében kedvező tulajdonságokkal rendelkező elektromosan vezetőképés gél alkalmaztunk. E gél előnye, hogy nagy a fajlagos felülete, térbeli hálózata miatt a cella teljes térfogata kihasználható, továbbá a gélmátrix védettséget biztosít a befertőződés ellen és lehetőséget nyújt a rendszer félfolytonos, illetve folytonossá tételére.

A vezetőképés gél létrehozásához alginát-polianilin kopolimert

és grafitport használtunk [5]. A polianilin (PANI) és a grafitpor egyidejű alkalmazása szignifikánsan megnövelte az elektród vezetőképességét. $0,01 g/ml$ PANI és $0,03 g/ml$ grafitpor együttesen 22-szeres vezetőképesség-növekedést okozott, míg további koncentráció-növelés ($0,05 g/ml$ grafitpor és $0,02 g/ml$ PANI koncentráció) 105-szörös elektromos vezetőképesség-változást ($3,4 S/mm$ -ről $366 S/mm$ -re) eredményezett. A vezetőképességet növelő anyag koncentrációjának további növelése a gél szerkezet stabilitásának, flexibilitásának jelentős csökkenését okozta.

Az ily módon létrehozott vezetőképés gélanódba rögzítettük a *Shewanella algae* DSMZ 9167 törzset, s ezzel hoztuk létre az új-fajta bioanódot (2. ábra). A MÜC működtetése mind szakaszos, mind fél-folytonos és folytonos üzemben megvalósult. Megállapítottuk, hogy szakaszos üzemben $0,02 g/ml$ PANI és $0,05 g/ml$ grafitpor hozzáadása háromszorosára növelte a MÜC elektromos feszültségét ($0,17 V$ -ről $0,44 V$ -re), és több mint hétszeresére a fajlagos teljesítményt ($1,45 W/m^3$ -ről $9,86 W/m^3$ -ra).



2. ábra. Új bioanódot tartalmazó kétkamrás mikrobiális energia-cella sematikus ábrázolása

Félfolytonos üzemmódban a beoltást követő időintervallumban az áramtermelés folyamatosan növekedett. Miután a teljesítmény elérte a maximumát ($7,88 W/m^3$), az áramtermelés gyorsan csökkent a szubsztrátumfogyás hatására. Az újabb tápanyaghozzáadás a mikrobiális üzemanyagcella elektromos áramtermelését ismét megnövelte. Folytonos üzemmódban is működtetjük a gélelektrodos MÜC-öt. Azt tapasztaltuk, hogy a betáplálási sebesség $0,5 ml/órától$ $3 ml/óra$ -ra való növelése az elektromos áramképzés maximumát ($7,92 W/m^3$) eredményezte, és ez az érték állandó maradt a mérés végéig (3 napig). A betáplálási térfogatáram további emelése már nem növelte jelentősen az elektromos áramtermelést, azonban a maximális teljesítmény hamarabb volt elérhető.

A MÜC működtetése során a gélek mikroba-visszatartása megfelelő volt, nem tapasztalható a baktérium sejtek kimosódása. A létrehozott új MÜC-rendszer tehát lehetőséget nyújt folytonos technológia kialakítására is, továbbá védelmet nyújt a befertőződés ellen.

A hatékonyság és gazdaságosság fokozása céljából az igen költséges platina- vagy nemesfém-alapú katalizátor helyett költség-hatékonyabb rézelektrodra galvanizált nikkelt alkalmaztunk. A létrehozott katód-katalizátor konstrukció megfelelően működött egykamrás mikrobiális üzemanyagcella-rendszerben. Bár a termelt elektromos áram mennyisége még nem érte el a nemesfém katalizátorok esetében kapott eredményeket – a legnagyobb fe-



szültség 330 mV volt, 90 mW/m² fajlagos teljesítmény mellett –, a fajlagos költségeket tekintve kedvezőbb lehet ez a kialakítás.

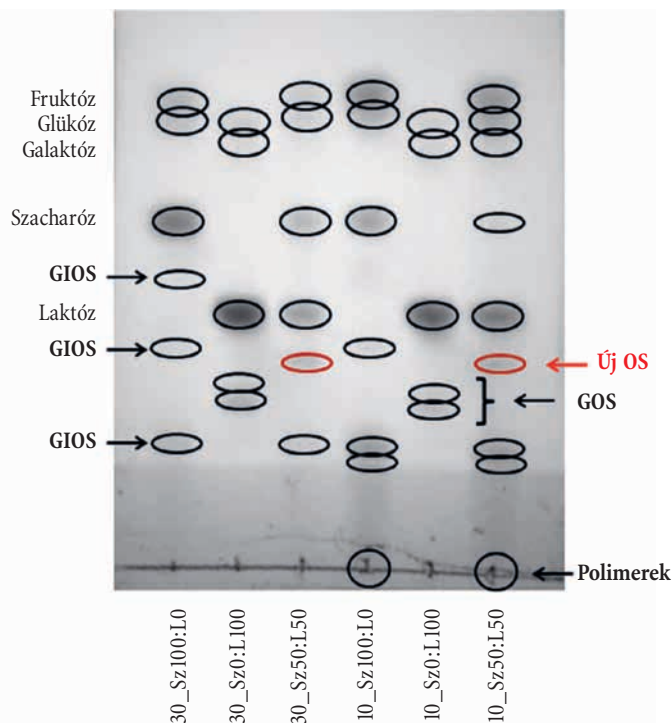
Oligoszacharidok szintézise

Az oligoszacharidok a szénhidrátok egyik fontos csoportja, melyek meghatározó szerepet játszanak a biológiai rendszerekben, részt vesznek különböző felismerési folyamatokban, nagy szerepük van a sejtek szervezési és védelmi mechanizmusában, továbbá kedvező fiziko-kémiai, fiziológiai és technológiai tulajdonságaik miatt az élelmiszeriparban is széleskörűen alkalmazzák őket. Egyes oligoszacharidokat az emésztőrendszer enzimej nem képesek lebontani, így a vastagbélbe eljutva ezek kedvezően támogatják az itt élő jótékony hatású mikroorganizmusok szaporodását, illetve aktivitását. E prebiotikus hatású oligoszacharidokat funkcionális élelmiszerek összetevőjeként széleskörűen alkalmazzák. Előállításuk történhet fizikai, kémiai és enzimes úton egyaránt. A fizikai és kémiai előállítással szemben az enzimes módszerek nagy előnye, hogy a régió- és sztereospecifitásnak köszönhetően szabályozható a termékspektrum, minimális a melléktermék képződés lehetősége, emellett változatos reakciókörülmények között is megvalósítható a biokonverzió. Az oligoszacharidok enzimes előállítása kivitelezhető reverz hidrolízis vagy transzglykolizációs reakciókkal egyszerű cukrokból (pl. szacharóz, laktóz, maltóz, glükóz), továbbá poliszacharidok kontrollált hidrolízisével (pl. keményítő, inulin, xilán) [6]. Ezekhez a folyamatokhoz az enzimek két fő csoportját alkalmazzák: a glikoziltranszferázokat és a glikozidázokat. Annak érdekében, hogy a reverz hidrolízis során a reakció egyensúlyát a termékképzés irányába fordítsák, különböző módszereket alkalmaznak. A legelterjedtebb ezek közül a hidrolízisstermékek (pl. monoszacharidok) magas koncentrációban történő alkalmazása, illetve a hőmérséklet emelése (50–60 °C), amellyel a folyamat felgyorsítható [7].

Bifidobacterium eredetű enzimpreparátum

Az elmúlt években új kutatási irány jelent meg, amely a probiotikus baktériummal történő prebiotikus szénhidrátok szintézisét, valamint azok együttes alkalmazását (integrált szinbiotikum) célozza. Fermentációs tesztekkel bizonyították, hogy a probiotikum eredetű enzimmal szintetizált szénhidrátokon a célmikroorganizmusok jobban szaporodnak, mint a kereskedelmi forgalomban kapható prebiotikus szénhidrátokon [8, 9]. Kutatómunkánk során probiotikus *Bifidobacterium* eredetű enzimpreparátumok transzglykolizációs és reverz hidrolízis aktivitásának tanulmányozását céloztuk meg, az oligoszacharid-szintézis lehetőségeinek feltárására. Vizsgálatainkat mind mono-, mind biszubsztrátum-rendszerek kialakításával valósítottuk meg. Ehhez *Bifidobacterium longum* Bb-46 eredetű, β -galaktozidáz aktivitású enzimpreparátumot állítottunk elő és alkalmaztunk. Laktóz-, laktulóz-, maltóz- és szacharóz-szubsztrátumokon is detektáltuk oligoszacharidok képződését 6,6 pH-jú közegben, 40 °C hőmérsékleten, 30 g/100 ml szénhidrát-koncentráció mellett. Biszubsztrátum-rendszerek kialakítása esetén a laktózt és a laktulózt kombináltuk maltóz és szacharóz szénhidrátokkal 1:1 arányban. Megállapítottuk, hogy a monoszubsztrátumokhoz képest a laktulóz:szacharóz és laktóz:szacharóz biszubsztrátum-rendszerekkel fokozható az oligoszacharid-képzés. A laktóz:szacharóz és laktóz:maltóz biszubsztrátum-rendszerekben az optimális szubsztrátumarány és szubsztrátum-koncentráció: 61:39 és 25 g/100 ml, illetve 33:67 és 40 g/100 ml volt. Mindkét biszubsztrátum-rendszer alkalmazásával a monoszubsztrátumok esetében detektált termékektől el-

térő retenciójú terméket azonosítottunk vékonyréteg-kromatográfiás módszerrel (3. ábra). A szénhidrát-összetétel alakulásából következtethető, hogy az új termékek transzgalaktozilációs reakcióval jöttek létre, amelyben a laktóz donorként, a szacharóz vagy a maltóz akceptorként szerepelt.



3. ábra. Szénhidrát-összetétel *Bifidobacterium longum* eredetű preparátum által, a laktóz:szacharóz biszubsztrátummal katalizált transzglykolizációs reakció 72. órájában

(paraméterek: pH: 6,6; 40 °C; szubsztrátum-koncentráció: 10 g/100 ml, 30 g/100ml, szacharóz:laktóz arányok: 100:0, 50:50, 0:100) (30_Sz100:L0: 30 g/100 ml szacharóz; 30_Sz0:L100: 30 g/100 ml szacharóz; 30_Sz50:L50: 15 g/100 ml szacharóz; 15 g/100 ml laktóz; 10_Sz100:L0: 10 g/100 ml szacharóz; 10_Sz0:L100: 10 g/100 ml laktóz; 10_Sz50:L50: 5 g/100 ml szacharóz; 5g/100 ml laktóz)

Megállapítottuk, hogy szacharózt alkalmazva 30 g/100ml koncentráció esetében háromféle, 10 g/100 ml szubsztrátum koncentráció esetében négyféle oligoszacharid, valamint polimerek szintetizálódtak. Csak laktózt alkalmazva szubsztrátumként, kétféle oligoszacharid termék állítható elő. A két szubsztrátumot együtt alkalmazva eltérő retencióval rendelkező oligoszacharidot detektáltunk, amely 30 g/100 ml szubsztrátum-koncentrációnál már a transzfer-reakció fő terméke volt. A biokonverzió során csak fruktóz és glükóz keletkezett, így feltételezhető, hogy transzgalaktozilációs reakcióval keletkezett az új szénhidrát termék. Tehát a *Bifidobacterium longum* Bb-46 eredetű enzimpreparátum β -galaktozidáz-aktivitása révén képes a laktózmolekulában lévő galaktózt a szacharózra átvinni.

Bifidobacterium eredetű α -glükozidáz enzim esetén is bizonyították, hogy transzglykolitikus aktivitással is rendelkezik, ennek köszönhetően felhasználható új glikozidos kötések létrehozására a hidrolizáló folyamat helyett [10]. Ennek a ténynek ismeretében *Bifidobacterium lactis* Bb-12 α -glükozidáz enzimét is vizsgáltuk oligoszacharid-szintézis szempontjából.

Az α -glükozidáz-tartalmú enzimpreparátum transzglykolizációs aktivitását α -glükozidos kötést tartalmazó maltózsusztrátum felhasználásával tanulmányoztuk. Vizsgáltuk a szubsztrátum-

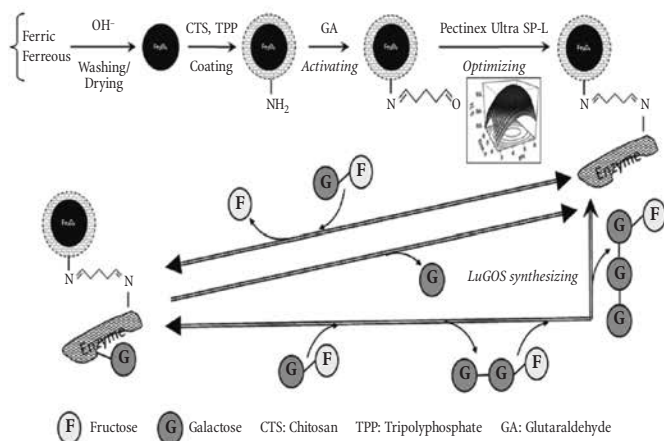


koncentráció, a hőmérséklet és a pH hatását az oligoszacharid-szintézisre. A legnagyobb oligoszacharid-tartalom 30 g/100 ml maltózkoncentráció, 45 °C és pH = 6,0 paraméterek alkalmazásával érhető el. HPLC-módszerrel négyféle, vékonyréteg-kromatográfiás módszerrel hatféle különböző polimerizáltsági fokkal rendelkező oligoszacharid termék volt kimutatható.

A szintetizált oligoszacharidok tisztítását FLPC-berendezéssel elvégezve sikeresen elválasztottuk az oligoszacharidokat a szubsztátumtól és a glükóztól. Az így kapott oligoszacharid-keverék különböző probiotikus és potenciális patogén baktériumok által történő hasznosíthatóságát vizsgáltuk. Ennek során kimutattuk, hogy a szintetizált oligoszacharidok között fellelhető olyan szénhidrát (OS4), amelyet a potenciális patogén baktériumok nem, viszont a probiotikus bifidobaktériumok hasznosítani képesek. Ez az eredmény rávilágít arra, hogy e szénhidrát probiotikus tulajdonsággal rendelkezhet. Ennek bizonyítására további vizsgálatok szükségesek.

Rögzített Pectinex ultra SP-L enzimek készítése

Az oligoszacharid-szintézist kereskedelmi forgalomban kapható Pectinex ultra SP-L enzimek készítményt felhasználva is vizsgáltuk (4. ábra). Ezt az enzimek készítményt az élelmiszeripari ártásban szé-



4. ábra. Laktulózalapú oligoszacharidok szintézisének sematikus ábrája [15]

les körben alkalmazzák, főként gyümölcslevek előállításánál a lehozam növelése céljából. A specifikáció alapján a készítmény *Aspergillus aculeatus* eredetű pektin-transzeliminázt, poligalakturonázt és pektinészterázt, valamint kis mennyiségben cellulázt és hemicellulázt is tartalmaz. Del-Val és munkatársai [11] publikáltak először a készítmény β -galaktozidáz-aktivitásáról, amellyel 6'-galaktozil-laktózt szintetizáltak. Később Aslan és Tanriseven [12] kovalens kötéssel rögzítette e β -galaktozidáz enzimet Eupergit C hordozóra. Megállapították, hogy a rögzítés során nem változik az enzim hőmérséklet- és pH-optimuma, viszont nő a stabilitása. Fernandez-Rodriguez és munkatársai [13] a laktulózt alkalmazva szubsztátumként transzgalaktozilációs reakcióval állítottak elő oligoszacharidot az enzimek készítménnyel. Mindezek alapján rögzített Pectinex ultra SP-L enzimek készítmény alkalmazását vizsgáltuk a laktulózalapú oligoszacharid előállításánál [14]. Az enzim rögzítése kovalens kötéssel történt, kitozánnal bevont mágneses nanorészecskén és kitozánnal bevont mágneses nanorészecskék esetén 98,8%, míg a kitozán-mikrorészecskékénél 71% volt.

Meghatároztuk a rögzített enzim pH- és hőmérséklet-optimumát. A kitozánhordozó esetén az optimális hőmérséklet 60 °C,

amely a szabad enzimmel azonos érték, míg a mágneses hordozó esetén szélesebb tartományban, 45 °C – 65 °C között található. A különböző rögzítési technológiák alkalmazása nem befolyásolta jelentősen az optimális pH-értéket, azonban jobb működést és nagyobb hőstabilitást eredményezett a rögzítés. A szabad enzimnél mért felezési idő 2,5 nappal több mint 6 nappal nőtt a mágneses nanorészecskék esetén, míg a kitozán esetén 14 nappal. A kitozánhordozóhoz rögzített Pectinex ultra SP-L alkalmazásával töltött ágyas bioreaktorban folyamatos biokonverziót valósítottunk meg oligoszacharidok előállítására. A 40 cm hosszú, 6 cm külső és 1,9 cm belső átmérőjű oszlopon, 30% kezdeti laktulózkoncentráció alkalmazásával, 27 ml/óra áramlási sebesség mellett érhető el a maximális galakto-oligoszacharid mennyiség (18%). Az így kialakított rendszerben előállított oligoszacharidok DP3 és DP4 oligomerek [15].

E doktori kutatási eredmények elsősorban alapkutatás jellegűek, de hozzájárulhatnak az oligoszacharid-szintézisek katalitikus mechanizmusainak jobb megértéséhez, a biológiai funkciók feltárásához, valamint elősegíthetik kívánt szerkezetű, illetve funkciójú termék előállítását szolgáló enzimes technológiák fejlesztését. Továbbá, a mikrobiális üzemanyagcella alkalmazása csökkentheti a szennyvíztisztítás költségét, valamint távlatban elektromosenergia-forrást vagy bioszenzort biztosít más területek számára – ilyen lehet például a diagnosztika, az orvosi endoszkópos műszerek fejlesztése, a bioremediáció vagy akár az űrkutatás.

IRODALOM

- [1] D. R. Lovley, Bug juice: harvesting electricity with microorganisms, *Nat. Rev. Microbiol.* (2006) 4, 497.
- [2] K. Rabaey, G. Lissens, W. Verstraete, Microbial fuel cells: performances and perspectives. in: *Biofuels for Fuel Cells: Renewable Energy from Biomass Fermentation*. IWA Publishing, 2005, 1.
- [3] A. Szöllősi, J. M. Rezesy-Szabó, Á. Hoschke, Q. D. Nguyen, Novel method for screening microbes for application in microbial fuel cell, *Biores. Technol.* (2015) 179, 123.
- [4] C.H. Feng, X.J. Yue, F.B. Li, C.H. Wei, Bio-current as an indicator for biogenic Fe(II) generation driven by dissimilatory iron reducing bacteria, *Biosens. Bioelectron.* (2013) 39, 51.
- [5] A. Szöllősi, Á. Hoschke, J. M. Rezesy-Szabó, E. Bujna, Sz. Kun, Q. D. Nguyen, Formation of novel hydrogel bio-anode by immobilization of biocatalyst in alginate/polyaniline/titanium-dioxide/graphite composites and its electrical performance, *Chemosphere* (2017) 174, 58
- [6] R.G. Crittenden, M.J. Playne, Production, properties and applications of food-grade oligosaccharides, *Trends Food Sci. Technol.* (1996) 7, 353.
- [7] V. Maitin, R.A. Rastall, K. Shetty, G. Paliyath, A. L. Pometto, R. E. Levin, Enzymatic Synthesis of Oligosaccharides: Progress and Recent Trends. In: *Functional Foods and Biotechnology*, CRC Press, Boca Raton, Florida, 2007.
- [8] B. A. Rabi, A. J. Jay, G. R. Gibson, R. A. Rastall, Synthesis and fermentation properties of novel galacto-oligosaccharides by β -galactosidases from *Bifidobacterium* species, *Appl. Environm. Microbiol.* (2001) 67, 2526.
- [9] G. Tzortzis, A. K. Goulas, G. R. Gibson, Synthesis of prebiotic galactooligosaccharides using whole cells of a novel strain, *Bifidobacterium bifidum* NCIMB 41171, *Appl. Microbiol. Biotechnol.* (2005) 68, 412.
- [10] K. Pokusaeva, G. E. Fitzgerald, D. van Sinderen, Carbohydrate metabolism in *Bifidobacteria*, *Genes Nutr.* (2011) 6, 285.
- [11] M. I. Del-Val, C. G. Hill Jr, J. Jimenez-Barbero, C. Otero, Selective enzymatic synthesis of 6-galactosyl lactose by Pectinex ultra SP in water, *Biotechn. Letters*, (2001) 23, 1921.
- [12] Y. Aslan, A. Tanriseven, Immobilization of Pectinex Ultra SP-L to produce galactooligosaccharides, *J. Mol. Catal. B: Enzym.* (2007) 45, 73.
- [13] M. Fernandez-Rodriguez, A. Cardelle-Cobas, M. Villamiel, J. R. Banga, Detailed kinetic model describing new oligosaccharides synthesis using different β -galactosidases, *J. Biotechnol.* (2011) 153, 116.
- [14] G. Styevkó, Cs. Styevkó, Á. Hoschke, Q.D. Nguyen, Oligosaccharide synthesized by glycosyltransferase activity from Pectinex ultra SP-L enzyme preparation, *Acta Alim.* (2013) 42, 99.
- [15] V. D. Nguyen, G. Styevkó, L. P. Ta, A. T.M. Tran, E. Bujna, P. Orbán, M. S. Dam, Q. D. Nguyen, Immobilization and some properties of commercial enzyme preparation for production of lactulose-based oligosaccharides, *Food Bioprod. Process.* (2018) 107, 97.



Somogyi László – Soós Anita – Izsó Tekla – Bognár Erzsébet
 – Kóczánné Manninger Katalin – Szedljak Ildikó
 – Badakné Kerti Katalin

■ SZIE Gabona és Iparinövény Technológia Tanszék

Lipidtudományi és gabona- ipari kutatások a SZIE Gabona és Iparinövény Technológiai Tanszékén

A Szent István Egyetem Élelmiszertudományi Karának Gabona és Iparinövény Technológia Tanszékén folyó kutatások két fő iránya a zsiradékok fizikai kémiai tulajdonságaira összpontosító lipidtudományi, illetve a gabonák és pseudocereáliák funkciós tulajdonságait elemző vizsgálatok.

Fagyasztott sütőipari termékek minősége

Az élelmiszer-feldolgozó ágazat szakágazatai közül a sütőiparnak van legnagyobb számban önálló vállalkozása, és egyben az üzemenagyság is itt mutatja a legszínesebb, legváltozatosabb képet. A termelőüzemeknek csak mintegy 4%-ában foglalkoztatnak több mint 100 munkavállalót. A vállalkozások 70%-ában a foglalkoztatottak létszáma nem haladja meg a 10 főt.

A „frissen készített” sütőipari termékek értékesítésének helyszínéül megjelentek a diszkontáruházak és a szupermarketek. A fogyasztók frissesség iránti igényét még mindig a helyben sütéssel lehet kielégíteni. A helyben sütéshez a termékek a gyártó üzemből jellemzően hűtve, illetve fagyasztva érkeznek. A fagyasztás, illetve az azt követő felengedtetés, sütés művelete azonban bizonyos termékcsoportokban eltérő minőségű lehet, mint a nem fagyasztott termékeké, például a leveles tészták esetében. Hasonlóképpen a fagyasztás műveleti sorrendbe illesztése és a felengedtetés körülményei is meghatározzák a késztermékek minőségét. Egy kutatásunkban például elősütött, majd fagyasztott császárszemlék minőségét vizsgáltuk.

A vizsgálat sorozat célja annak megállapítása volt, hogy milyen elősütési fok mellett érhető el a legjobb minőségű elősütött gyorsfagyasztott termék. Továbbá, hogy miképpen hat a fagyasztást megelőző lehűtés e termékek minőségére. A gyártó ezen információk, illetve az előállítási költségek egybevetése után megállapíthatja, hogy mely gyártási paraméterek mellett válna optimálissá a termelése, melyik jelentene nagyobb bevételi forrást.

A kutatáshoz elősütött és fagyasztott császárszemléket hasz-

náltunk. Háromféle elősütési beállítást (180 °C-on 10 percig; 210 °C-on 8 percig; 245 °C-on 6 percig elősütött minták) és háromféle hűtési beállítást (25 °C-os; 70 °C-os; 99 °C-os maghőmérsékletre visszahűtött minták) alkalmaztunk. A zsemlek gyártástechnológiája csak ezekben a lépésekben tért el, összetételük azonos volt. A vizsgálatokig azonos szállítási és tárolási feltételeket biztosítottunk. A vizsgálatok a készre sütés után szobahőmérsékletre visszahűlt termékeken folytak.

A zsemlek elősütési fokának megállapítására, illetve a hűtés hatásvizsgálatára érzékszervi megfigyeléseket, nedvességtartalom-mérést (Sartorius gyorsnedvességmérő), műszeres állomány-mérést (Stable Micro Systems TA-XT2i típusú állománymérő, módosított AAC74-09-s szabvány) használtunk, illetve a keményítő retrogradációját követtük Setaram mikroDSC műszerrel.

Minden mérés arra utalt, hogy az a zsemle adta a legjobb eredményt, amelynek az elősütési és a készre sütési hőfoka megegyezett (210 °C, 8 ill. 4 perc). Készre sült állapotban ennek volt a legvonzóbb külseje, szépen barnult, puha és rugalmas béléte volt. A nedvességtartalmát ez volt képes a legjobban megtartani a tárolás során. Bélzetreológiai szempontból e zsemle reológiai tulajdonságai (keménység, bélzetrugalmasság, normált relaxáció) romlanak a legkisebb mértékben. Valamint a retrogradáció is itt volt a legkisebb mérvű.

A fagyasztás előtti hűtés mértékének minőségre gyakorolt hatásvizsgálatához olyan zsemleket használtunk, melyek elősütési és készre sütési hőfoka azonos volt (210 °C). Érzékszervi tulajdonságokban nem lehetett nagy különbséget észlelni a termékek között kis méretük miatt. A forró fagyasztásra kerülő zsemlek felülete egy kicsit kevésbé volt repedezett, ennek volt a legmagasabb nedvességtartalma sütés után, melyet 3 napos tárolás során is őrzött. A műszeres állománymérés során már friss állapotban is szignifikáns eltéréseket lehetett kimutatni az egyes minták között. Az vizsgálati eredményeket összegezve kimondható, hogy a forró fagyasztásra kerülő termékek rendelkeznek a legjobb tu-



lajdonságokkal, és e minőségi előnyt (sütés után) 3 napos tárolás során is tartották.

A kovász reneszánsza

A kovász liszt és víz keveréke, amelyet tejsavbaktériumokkal és élesztőgombákkal fermentálnak [1]. A kovászban felszaporodott élesztők ellenállóbbak, és megszokják a liszt tápanyagait, így már a tésztában jobban ki tudják fejteni hatásukat. A hagyományosan elkészített kovász előállításában azonban időigényes és nagy odafigyelést igényel. A kovász nemcsak a texturális tulajdonságok javítására képes, hanem tulajdonképpen a fermentáció során a liszt „előfeldolgozottá” válik, így nő a hasznosulás mértéke a szervezetben.

Vizsgálatainkban teljes kiőrlésű „bio”-rozs, -tönköly és -zabliszteket használtunk fel a kovászok elkészítéséhez. A kovászkészítés 8 napján a kovászköböt kenyeret készítettünk. A gyümölcsös kovászokhoz a teljes kiőrlésű rozslisztet szőlőmusttal, illetve körtepeppel kevertük (a 100% hidratáltság eléréséhez szükséges mennyiséggel), illetve készítettünk sörös rozskovászt is.

A fenti kovászokkal kenyeret készítettünk, melyek bélzetrológiai vizsgálatát a módosított AACCC 74-09-s mérési módszerrel hajtottuk végre, bélzetükről képfeldolgozással póruselemzést végeztünk. Továbbá hiperspektrális spektroszkópiával nyomon követtük a tárolási folyamatot.

Ugyanazon paraméterekkel végezve a tésztakészítést, megállapítható, hogy a rozskovászos kenyér alaki hányadosa (szabadon vetett cipő magasságának és szélességének hányadosa) a legjobb. A gyümölcsös rozskovászból készült kenyerek esetében kevesebb érlelési és kelesztési időre van szükség.

A különféle lisztek, illetve gyümölcsök eltérő fermentációs sebességet jelentettek a kovászok esetében. A zabkovász érte el a legmagasabb savfokot ugyanannyi idő alatt, míg a gyümölcsös kovászok savfokai 24 óra után alacsonyabb értéket adtak, mint a csak teljes kiőrlésű rozslisztet tartalmazó kovász (16–18 savfok vs 20). A kovászköbökkel készített kenyerek savfokai is követték ezt a tendenciát, azaz a legnagyobb savfokú kenyeret (5,4) zabliszt felhasználásával értük el, míg a kontrollként is használt, csak élesztőt tartalmazó kenyér savfoka mindössze 2,9 volt.

A kenyerek bélzetének összehasonlítása során (reológia) egyértelműen elkülönül a zablisztes kovászt tartalmazó kenyér, illetve külön csoportba sorolhatóak a rozs- és tönkölylisztes, valamint a gyümölcsös kovászos kenyerek. Porozitás-vizsgálattal megállapítottuk, hogy gyümölcs hozzáadása ugyanazon sütési technológia alkalmazásával nincs befolyással a kenyér porozítására. A leghomogénebb szerkezetet a tönkölykovászos kenyér mutatta (1. ábra).

Hiperspektrális NIR-technikát használva az elkészült kenyeret 5 napos tárolás során is vizsgáltuk. Megállapítható volt, hogy a csak élesztőt tartalmazó kenyér esetében ez a technika alkalmas volt a tárolási folyamatok követésére, az egyes tárolási napok elkülönítésére, míg kovászos kenyerek esetében a tárolás alatt



1. ábra. Különbéle kovással készített kenyerek bélzetképei

Rozskovással

Tönkölykovással

Zabkovással

Körtés rozskovással

Szőlős rozskovással

nem történtek olyan mérvű változások, melyek alapján e mérésekkel az egyes tárolási napokat elkülöníthettük volna. Azaz a kovászos termékek az ezzel a technikával mérhető minőségüket 5 napig megőrizték.

Az érzékszervi preferenciavizsgálatok során a fogyasztók a kovászos kenyeret egyértelműen jobbnak ítélték, mint a csak élesztővel készült mintát. A különféle kovászok között nem tudtak egyértelmű kedveltségi sort felállítani.

Ősi gabonafajták újraeledése

A tritikálé vagy más néven durumrozs, illetve rozsbúza (*Triticosecale*) sütőipari felhasználhatóságának vizsgálata újra időszakos volt, különös tekintettel arra, hogy jellemzően ökológiai gazdaságokban termelik.

A korábbi évek tritikáléfajtái sütőipari szempontból kifogásolhatók voltak, azonban az újabb fajtákból már megfelelő minőségű, a búzalisztből készült termékkel egyenértékű termék készíthető. Alacsony sikértartalma és magas alfa-amiláz-aktivitása miatt tésztaja gyenge minőségű, emiatt kovászos kenyerek ipari előállítására önmagában nem, de búzaliszttel keverve alkalmassá tehető.

Kísérletünkben a Hungaro® durumrozs és *aestivum* búza lisztkeverékeit vizsgáltuk. Méréseink során a durumrozs lisztarányá-



2. ábra. Kihűlt probacipók. Balról jobbra: 100% BL55 búzaliszt, 10% durumrozs, 20% durumrozs, 30% durumrozs, 40% durumrozs, 50% durumrozs

nak növelésével a lisztkeverékek sikértartalma, esesszáma, fariográfus értékszáma és vízfelvétele is csökkent, illetve az ellágyulás mértéke nőtt. Vizsgálataink alapján a 10–30% arányú keverékek bizonyultak megfelelőnek sütőipari felhasználás szempontjából, illetve a 40–50% arányú keverékek is abban az esetben, ha alaktartó képességük nem nélkülözhetetlen a technológia szempontjából (például: formasütött kenyerek, toastkenyerék esetében) (2. ábra).

Új alapanyagok a száraztésztákban

A hagyományos száraztészta-termékek minőségi vizsgálata mellett kiemelten foglalkozunk a pseudocereália-bázisú tésztafélék alapanyag-kutatásával, reológiai, valamint kémiai jellemzőinek meghatározásával abból a célból, hogy a hagyományos alapanyagokból készült termékekhez képest jobb beltartalmi értékű végtermékeket állítsunk elő.

Közel hat évvel ezelőtt indult el nemzetközi összefogással hajdina- és azonos területen termesztett kölesfajták (közel 40 fajta) kémiai és fizikai paramétereinek vizsgálata funkcionális száraztészták fejlesztése céljából. Közel nyolc hallgató kapcsolódott be ebbe a munkába, diplomamunkák és szakdolgozatok, egyéb publikációk készültek. Jelenleg, tudományos diákköri munka keretében belül, a kölesfajták magvainak eltérő hőfokú hőkezelésekor bekövetkező beltartalmi változásait követjük nyomon.

Az egyik nagyon fontos kutatási terület a száraztészta-termékek fejlesztésében a csíráztatott magőrleményekre, valamint a



fermentált pszeudocereália- és cereália-őrleményekre/keverékekre épülő termékfejlesztés. Munkánk során célunk fitonutriensekben gazdag, funkcionális száraztészta-termékek fejlesztése.

A népesség létszámának rohamos növekedése a termőterületek kimerüléséhez vezetnek, ennek következtében a túlnépesedés számtalan új problémát állít eléink. Ennek a helyzetnek a megoldása lehet az állati fehérje kiváltása növényi alapú vagy rovarbázisú fehérje-alternatívára. Számos kutatás folyik ezen a vonalon, ehhez a kutatási területhez kapcsolódtunk az ehető rovarok bevezetésével alternatív száraztészta-termékek fejlesztése kapcsán. A kölesliszt dúsítása tücsökliszttel (3. ábra), valamint a hajdi-



3. ábra. Száraztészta minták: kölestészta, 5% tücsöklisztes, 10% tücsöklisztes kölestészta

naliszt dúsítása selyemhernyó-őrleménnyel sikeresen megtörtént, a termékek részletes érzékszervi vizsgálatai mellett elvégeztük a termékek fizikai kémiai minősítését is számos tanszék együttműködésével. Nagyon fontosnak tartottuk az új alapanyag felhasználása miatt a tárolási kísérletek során a beltartalmi értékek nyomon követését. A továbbiakban tervezzük újabb ehető rovarok őrleményeinek felkutatását a száraztésztagyártás céljából, valamint vizsgálatainkat részletesebb reológiai mérésekkel szeretnénk alátámasztani.

A tanszéken több mint tíz éve a gluténmentes száraztészta-termékek alapanyagkutatásai és termékfejlesztései zajlanak. A hallgatókkal nem csupán a gluténmentes gabonafélék szélesebb körű felhasználását támogató munkákat tartjuk fontosnak, hanem az új gluténmentes alapanyag-keverékek felhasználási lehetőségeinek megteremtését is. Kutatásaink elsősorban a gluténmentes köles, zab, cirok, valamint pszeudocereáliák, hajdina, amaránt és quinoa őrleménykeverékek száraztésztagyártásba való minél sikeresebb bevonásán alapulnak.

A száraztészta-technológia folyamatában, valamint a késztermékek tárolási kísérletei, majd konyhatechnológiai feldolgozása során nyomon követjük a fitonutriensek minőségi és mennyiségi változásait, valamint az említett folyamatok során végbemenő oxidációs átalakulásokat befolyásoló biokémiai paramétereket.

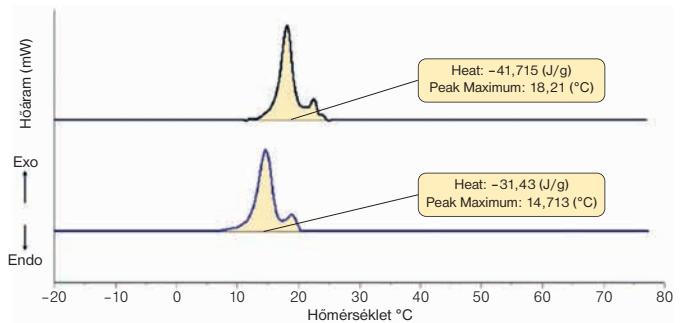
Zsiradékok fizikai tulajdonságai

A zsírok és olajok az élelmiszeripar számára évszázadok óta természetes állomány-kialakítóként szolgálnak. Megtörve azt a negatív képet, amely az elmúlt ötven évben a zsírok fogyasztása körül létrejött, napjainkban a zsír újra kezd a fogyasztók által kedvelt makronutriensek közé kerülni. Ebből kifolyólag egyre nagyobb igény van olyan termékek kereskedelmi forgalomban való megjelenésére, melyek zsírdektartalma magasabb. Az ilyen, magasabb zsírtartalmú élelmiszerek tervezése során fontos szempont, hogy zsírdektartalmuk a fogyasztói igényeknek megfelelően legyen kialakítva. A termékekben használatos zsírkeverékek (blendek) kialakítása során figyelembe tudjuk venni a különböző zsírdekok kiemelkedő, emberi szervezetre gyakorolt hatását, és ezek alapján tudjuk kialakítani a legmegfelelőbb állományt és az esetlegesen kívánt élettani hatást is. Az ipari felhasználás, illetve felhasználhatóság szempontjait is figyelembe véve több kutatócsoport is elemezte a természetes zsírdekok keverhetőségét.

A kompatibilitás megállapításán túl arra irányultak a kísérletek, hogy olyan modelleket dolgozzanak ki, amelyek lehetővé teszik az egyes tulajdonságok predikcióját.

A fenti irányokhoz kapcsolódva tanszékünkön rendszeres kutatómunka folyik. Elsősorban a magmáneses rezonanciaspektroszkópia (NMR) és a differenciális pásztázó kalorimetria (DSC) eszközeivel elemezzük az élelmiszeripar számára kiemelt jelentőségű alapanyagok tulajdonságainak alakulását az ún. célzsírok („tailored fats”) előállításának céljából. Kutatásainkban kimutattuk, hogy az állati eredetű zsírdekok hatása a növényi eredetű zsírdekokra általában jól követi a keverési arányt, ami az olvadási-szilárdulási tulajdonságokban és egyes reológiai jellemzőkben mutatkozik meg. Feltártuk, hogy a kókuszszír és a tejzsír korlátozottan keverhető nemcsak egymással, de valamennyi jelentősebb természetes zsírral is.

A teljesen hidrogénezett zsírdekok potenciális felhasználási területe az élelmiszerek ún. hardstock (keményítő-rész) összetevőjeként való alkalmazás. A teljesen hidrogénezett (telítettséig) kókuszszír és a nem hidrogénezett kókuszszír termikus tulajdonságait elemezve megállapítottuk, hogy a zsírok szilárdulásának sebessége összefügg a hidrogénezett kókusz részarányával. Megállapítottuk, hogy a kókuszszír teljes mértékben kompatibilis a teljesen hidrogénezett módosulásával (4. ábra).



4. ábra. Teljesen hidrogénezett kókuszszír és nem hidrogénezett kókuszszír 50–50%-os keverékének kristályosodása a hőmérséklet–hőáram összefüggés szerint

Minőségbiztosítási szempontból fontos kérdés annak megválaszolása, hogy egy adott zsírdekok tartalmaz-e más eredetű zsírt. Így például az a probléma, hogy a deklaráltan növényi eredetű zsírban van-e állati eredetű, viszonylag nehezen mutatható ki az összetevők elemzése alapján. A tanszékünkön folyó kísérletek megmutatták, hogy viszonylag kis mennyiségű állati eredetű zsír jelenléte is detektálható az anyag termikus jellemzőinek vizsgálata alapján.

PUBLIKÁCIÓK

A tanszék munkatársainak publikációi megtalálhatók az mtmt.hu felületen, illetve kérdés esetén szívesen hozzáférést biztosítunk a megjelent cikkekhez. Az alábbiakban csak néhány példát mutatunk be a tanszéken született publikációk közül.

GABONAIPI KUTATÁSOK

- [1] Szedlák I., Szántainé Kőhegyi K., Tóth, M., Bernhardt, B., Acta Alimentaria Hungarica (2014) 43, 156–163.
- [2] Szedlák I., Szántainé Kőhegyi K., Tóth, M., Acta Alimentaria Hungarica (2014) 43, 650.
- [3] Brunori, A., Varga, A., Szedlák, I., Végvári, Gy., AUDJG-Food Technology, (2016) 40(2), 135.
- [4] Szedlák, I., Kujbus, R.V. ÉVIK (2018) 1, 1918.

LIPIDTUDOMÁNYI PUBLIKÁCIÓK

- [5] Dhaygude, V., Soós, A., Somogyi, L., Periodica Polytechnica-Chemical Engineering (2017) 62/1, 123.
- [6] Soós, A., Somogyi, L., K. Kóczán Manning, K. Badak Kerti, I. Szedlák, Bulgarian Chemical Communications (2015) 46(Special Issue B), 53.
- [7] Soós, A., Cs. Pecnyik, I. Zeke, Somogyi, L., Acta Alimentaria (2014) 43(4), 623.



Oláh György emléke és öröksége

Az áprilisban elindított sorozat a Műegyetem három professzorának írásával ér véget.

Jóslat és találkozások

1977 novemberében utaztam ki egyéves posztdoktori munkára az Amerikai Egyesült Államokba az Akroni Egyetemre (Ohio), Paul D. Garn professzorhoz. Nagy lehetőség volt ez akkor – amit tanárainknak, Gál Sándornak, Paulik Ferencnek és Jenőnek, valamint Pungor Ernőnek köszönhettem. A kiutazás előtt megkerestem több, Amerikát már megjárt tanáromat és kollégámat tanácsokért. Máig emlékszem Meisel Tibor szavaira, aki sorra vette az Egyesült Államokban élő és dolgozó híres magyar vegyészkutatókat, akik nagy részéről olvastam, vagy legalább hallottam – így Oláh Györgyről is. Tibor így fejezte be a mondatát: ő a legnagyobb vegyész közülük, meglátod, meg fogja kapni a Nobel-díjat. Tibor nem érthette meg jóslata beteljesedését. (Régi történet ez, az előbb említettek közül már csak mesterem, Gál Sándor él.)

Ha egy évvel korábban utazom ki, bizonyára meglátogattam volna Oláh professzor urat a közeli Clevelandben, ahonnan épp 1977-ben költözött át Kaliforniába. Így viszont az első személyes találkozásra már akkor került sor, amikor Oláh György a Nobel-díj átvétele után először látogatott haza, és tartott előadást a Műegyetem disztertermében. Ami már akkor feltűnt, az az imponáló tudáson és világos előadásmódon kívül a természetes, de a figyelmet folyamatosan lekötő egyéniség, és igen, a derű, az optimizmus. (Azt persze tudtuk, hogy az életút valójában nem volt olyan sima, ahogy pusztán az eredmények és elismerések listája alapján tűnhet – elég a nyilas uralomra és a Rákosi-rendszerre gondolnunk.)

Később számos alkalommal találkoztam Oláh Györggyel karunk képviselőjében is. Tárgyaltunk az együttműködés lehetőségeiről, hallhattuk a véleményét szűk körben a tudomány és a technológia fejlődéséről. Jó volt vele akármiről beszélni: bármilyen témával kapcsolatban megmutatkozott páratlan intelligenciája, nagyszerű kapcsolatteremtő képessége, éleslátása. Vele beszélgetve folyamatosan azt érezhettük, hogy figyel, érdeklődik a beszélgetőpartner mondandójára és személyére. Soha nem tapasztaltam, hogy bárkivel érezte, hogy ő Nobel-díjas, és – nem túlzás – a huszadik század második felének egyik legjelentősebb vegyésze, miközben kezében tartotta a beszélgetés irányítását. Nemet is tudott mondani, de ezt sem bántó éllel tette. Azok közé a nagy és sikeres emberek közé tartozott, akik tudnak mosolyogni, hitelesek, és nem formális udvariassággal, hanem szívből jövő jóindulattal kezelik a tárgyaló- vagy társalgópartnert.

Gyakran jut eszembe az utolsó, 2008-beli műegyetemi látogatása. A Ch C 14 előadóban tartottunk hallgatói-oktatói fórumot. A kérdésekre adott válaszai a jelenlévők minden rétegéhez érthetően szóltak, indokolt esetben humorosak és mindig józanok voltak. Így a pályaválasztásról (a sajátjáról is) hangsúlyozta: nem szégyen a kereseti lehetőségeket is figyelembe venni. A természettudományi érdeklődésről pedig azt az emléket mondta el, hogy a gimnáziumi osztályában a fizikatanáruknak volt a legnagyobb tekintélye. Miért? Mert az ajtóból fel tudta dobni a kalap-



Oláh György a Műegyetemen (Hargittai István felvétele)

ját a fogasra, és soha nem hibázta el. Oláh György nem akarta visszavetíteni a későbbi nagy tudóst a kamaszkorára.

Végezetül, összefoglalásként álljon itt néhány szó tanítványa és kollégája, Ánizsfeld Róbert üzenetéből, melyben a nemzetközi tudóstársadalomnak hírt adott Oláh György haláláról: „a great human being and a giant of a chemist” – emberként nagyszerű, vegyészként óriás. Szerencsés vagyok, hogy ismerhettem.

Pokol György

„Küldöm legjobb kívánságaim”

Oláh György 26 évvel idősebb nálam – én akkor születtem, amikor ő fiatal vegyészmérnökként már a Szerves Kémia Tanszékot vezette az egyetemen. Munkássága nemcsak azért példaértékű számomra, mert a világ egyik legelismertebb tudományos kitüntetését nyerte el érte, hanem azért is, mert igazi vegyészMÉR-NŐK volt, és mindig figyelt arra, hogy alapkutatási eredményeit minél gyorsabban átültesse a gyakorlatba.

Amikor személyesen is megismerhettem, már dékánhelyettes voltam: egyik hazalátogatása idején Pokol György dékán vezetésével olyan beszélgetőfórumot szerveztünk, ahol Nobel-díjasunk akkori diákjainkkal találkozhatott.

Néhány évvel később, 2013 őszén, dékáni szolgálatom kezdetén, több kerek évfordulót is ünnepeltünk: 100 éve alapították meg a Műegyetemen – Zemlén Géza vezetésével – Magyarország első Szerves Kémia Tanszékét, a Szerves Kémiai Technológia Tanszék pedig 75. éves lett. Oláh Györgyöt, a korábbi tanszékvezetőt, meghívtuk az ünnepségre. Sajnos, ekkor már nem



vállalta a hosszú repülőutat, de meleg hangú levélben köszöntötte a jubiláló, egyesített Szerves Kémia és Technológia Tanszék és a kar munkatársait. Dékánként és a jubiláló összevont tanszék tagjaként is nagy megtiszteltetés és öröm volt számomra az a kedves levél, amelyben ünnepségünket köszöntötte. Levelének utolsó bekezdése, úgy gondolom, pontos képet ad arról, hogyan tartotta emlékezetében Oláh György az *Alma Matert*, első egyetemi munkahelyét. Ezt írta: „A messzi Kaliforniából is igen büszke vagyok az egyetemünkre, a vegyészmérnöki karra, és mindannyiuk sikereire. Küldöm legjobb kívánságaim az évfordulóra és a Szerves Kémia és Technológia Tanszék további sikeres munkájához.”

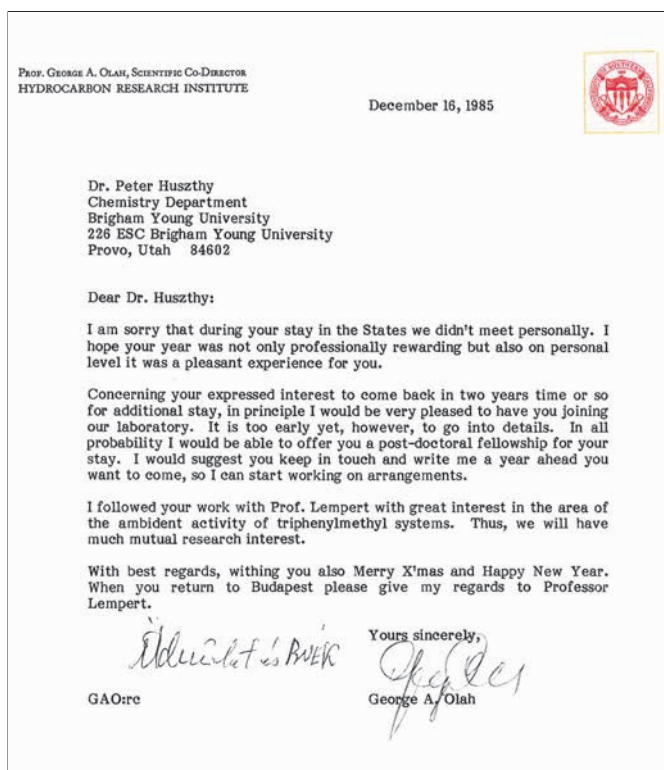
Faigl Ferenc

Emlékeim Oláh Györgyről

Oláh Györggyel a kapcsolatunk 1985-ben kezdődött, amikor elküldtem annak a közleményünknek [1] a különnyomatát, amely a tritil-kation redukciójára – az ő és Svoboda által – javasolt [2], mások által erősen vitatott [3] mechanizmust alátámasztotta. Ekkor posztdoktorként dolgoztam Amerikában, és kísérőlevelemben azt is megemlítettem, hogy rövidesen visszautazom Magyarországra, de pár éves, a BME Szerves Kémia Tanszékén folyó oktató- és kutatómunka után szeretnék visszatérni Amerikába.

Oláh György válaszevele, mely igen nagy megtiszteltetés és öröm volt számomra, egy több évig tartó levelezést indított el, de személyesen csak 2005-ben sikerült találkozunk. Ekkor a Szerves Kémia Tanszék vezetőjeként a Ch épületben lévő könyvtárunkban fogadtam Oláh professzort, és a tanszék munkatársainak tartott rendkívüli tanszéki értekezleten igen emlékezetes,

Az Oláh Györgytől kapott első levél, amely évekig tartó levelezésünket elindította



gondolatébresztő beszélgetésben vettünk részt. Azt hiszem, nemcsak engem, de mindnyájunkat megfogott, hogy az akkor már több mint tíz éve Nobel-díjas tudós milyen közvetlenül, humanizmussal áthatott, baráti hangon beszélt velünk, és osztotta meg bölcsességét és tapasztalatait.

Ezután több ízben is szerencsém volt személyesen találkozni Oláh Györggyel, ugyanis amikor Magyarországon volt, nem mulasztotta el, hogy meglátogassa a Szerves Kémia Tanszékét, ahol a Nobel-díjhoz vezető kutatásait elkezdte. Mindig nagy szeretet-



Oláh György és Jean-Marie Lehn a 1st European Chemistry Congress előadásainak egyik szünetében

tel és lelkesedéssel beszélt az *Alma Materről*, és azokról a reakciókról, amelyeken a Ch épületben dolgozott. Gyakran beszélgett a Tanszék idősebb kollégáival, persze, a legtöbbször régi barátaival, néhai Szántay Csabával és néhai Major Ádámmal.

Találkozásunk közül talán a legemlékezetesebb az volt, amikor 2006-ban a Budapesten megrendezett 1st European Chemistry Congress előadásainak egyik hosszabb szünetében Oláh György és Jean-Marie Lehn Bartók Béla alkotásairól beszélt. Ezen a konferencián abban a szerencsében és megtiszteltetésben volt részem, hogy a hasonló tématerületet művelő Nobel-díjas tudós, Jean-Marie Lehn magyar kísérője lehettem, és vele sétálva a szünetben találkoztunk Oláh Györggyel. Talán nem mindenki számára ismeretes, ezért meg kell említenem, hogy Jean-Marie Lehn nagy rajongója és alapos ismerője Bartók Bélának és zenéjének. Számomra igen nagy öröm és élmény volt, hogy ennek a beszélgetésnek a szem- és fültanúja lehettem. Néhány másodperccel a beszélgetésük után készítettem az itt látható képet, amelyből, azt hiszem, egyértelműen kitűnik, hogy ők is jól érezték magukat. Ezt gyakran felidézem, és az egyik örökké tartó emlék marad a jó néhány közül, ami Oláh Györggyel kapcsolatos.

Huszthy Péter

IRODALOM

- [1] Huszthy, P., Lempert, K., Simig, Gy., The Reduction of Triarylcarbenium Ions by n-Nucleophiles. The Operation of the Intermolecular Version of the Olah-Svoboda Mechanism in the Reductive Cyclization of the Tris-(2,6-dimethoxyphenyl)carbenium ion, *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2* (1985) 1351–1354.
- [2] Olah, G. A., Svoboda, J. J., Electrophilic Reactions at Single Bonds. XV. Ambident Nature of the Triphenylcarbenium Ion in Some Hydrogen Transfer Reactions Involving Carbon-, Boron-, and Aluminium-Hydrogen Bonds, *J. Amer. Chem. Soc.* (1973) 95, 3794–3796.
- [3] Stewart, R., Toone, T.W., Primary Hydrogen-Deuterium Kinetic Isotope Effects in the Reduction of Triarylcarbenium Ions by Formate Anion, *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 2* (1978) 1243–1248.

Harmat Veronika

■ ELTE Kémiai Intézet, Szerkezeti Kémia és Biológia Laboratórium; MTA-ELTE Fehérjemodellező Kutatócsoport | harmatv@caesar.elte.hu

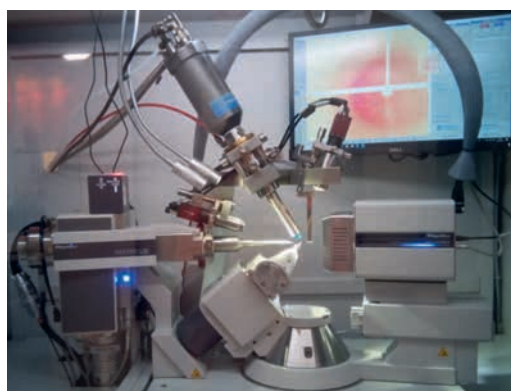
Röntgenkristallográfiai laboratórium az ELTE Kémiai Intézetében: *ELTE-Crystallab*

A kristályos anyagok röntgendiffrakciós szerkezetvizsgálatának (röntgenkristallográfiának) meghatározó szerepe volt a múlt század során az anyag szerkezetéről alkotott ismeretek hatalmas bővülésében, lehetővé téve az anyag fizikai, kémiai tulajdonságainak megértését és tervezését. A kémia, fizika, anyag- és környezettudomány és biológia fejlődésére is alapvető hatással volt. A módszer jelentőségét mutatja az is, hogy a 2014-es évet az ENSZ a Kristallográfia Nemzetközi Évének nyilvánította az első kristallográfiai kísérletek 100. évfordulójának alkalmából (<https://www.iycr2014.org>; Max von Laue 1914-ben kapott Nobel-díjat az első röntgendiffrakciós kísérlet elvégzéséért, egy évvel később pedig Sir William Henry Bragg és William Laurence Bragg az első kristályszerkezetek meghatározásáért).

Az anyagot alkotó atomok, ionok és molekulák térszerkezetének és kristálybeli kölcsönhatásainak atomi szintű megismerése az egykristály-diffrakciós vizsgálatok célja. Két nagy vizsgálati területe a kismolekulás kristallográfia (szerves és fémorganikus vegyületek) és a fehérjekristallográfia (stabil térszerkezettel rendelkező biológiai makromolekulák: fehérjék, nukleinsavak és komplexeik). Nemcsak az atomok térbeli elrendeződése (konstitúció, abszolút konfiguráció és konformáció) és a szerkezet geometriai paraméterei, de a molekulák kristálybeli elrendeződése és szimmetriája, a közöttük ható másodlagos kölcsönhatások is tanulmányozhatók; és megérthetők a polimorf módosulatok stabilitási viszonyai. A szupramolekuláris kölcsönhatás-hálózat felderítésével és a kölcsönhatások finomhangolásával különböző tulajdonságú anyagok tervezhetők és állíthatók elő. A fehérjekristallográfia célja annak a megértése, hogy hogyan képes egy makromolekula ellátni szerkezetbeli funkcióját molekuláris felismerés, a kölcsönhatások specifikussága, kémiai reakciók katalizálása révén, és ezek befolyásolása a fehérjék vagy ligandumok kémiai módosítása által.

Az *ELTE-Crystallab* története

Az ELTE Kémiai Intézet röntgenkristallográfiai laboratóriumát 25 éve, 1993-ban alapította Náray-Szabó Gábor és Böcskei Zsolt azzal a céllal, hogy megteremtsék a fehérjekristallográfiai vizsgálatok feltételeit Magyarországon. Az új laboratóriumban installált röntgendiffraktométer (Rigaku R-AXIS IIC típusú terdetektoros, forgóanódos diffraktométer) volt Magyarországon az első, ami alkalmas volt a kismolekula-kristályok mellett fehérjekristályok vizsgálatára is. Kutatási együttműködések létesültek a



Az *XtaLAB Synergy-R* röntgendiffraktométer

BME, az SE és az ELTE Kémiai és Biológiai Intézetei, az MTA Enzimológiai Intézet több kutatócsoportjával és a Sanofi gyógyszeripari céggel. A kezdetektől nagy hangsúlyt kapott a kutatók következő generációjának kinevelése az ELTE vegyész- és biológusképzés, valamint Kémia és Biológia doktori iskolák elméleti és gyakorlati kurzusain. A magasabb szintű gyakorlati tudás átadása, a fiatal kutatók kiképzése kutatási együttműködések keretében folyik. A laboratórium az MTA-ELTE Fehérjemodellező Kutatócsoport és 2006 óta az ELTE Szerkezeti Kémia és Biológia Laboratórium integráns részeként működik, amelynek vezetője Perczel András (<https://prot.chem.elte.hu>). A laboratórium alapításakor kismolekulás vizsgálatok számára az MTA Kémiai Kutatóközpontban és a Chinoiban működtek diffraktométerek, azóta a hazai készülékek száma jelentősen bővült: a Debreceni Egyetemen, az Egis gyógyszergyárban és az MTA Wigner Kutatóintézetben elsősorban kismolekulás, míg a BME és MTA TTK Enzimológiai Intézet közös laborjában és az MTA SZBK-ban elsősorban fehérjekristallográfiai kutatásokra alkalmazzák ezeket. Az ELTE laboratóriuma szempontjából kiemelkedő a BME – MTA TTK Enzimológiai Intézet laboratóriumával (<https://biostruct.org>) való együttműködés: 1) a kristallográfiai infrastruktúrák megosztott használata; 2) nyári iskolák szervezése fiatal kutatók számára; 3) közös pályázatok szinkrotron sugárforrásoknál történő mérésekhez és a magyarországi kutatóhelyeket összefogó konzorciális pályázatok szervezése.

2018-ban laboratóriumunk infrastruktúrájának teljes felújítását tudtuk megvalósítani kutatócsoportok széles körű összefogásának köszönhetően két VEKOP-pályázat keretében, melyek-



nek résztvevői az ELTE Kémiai, Biológiai és Matematikai Intézei, az MTA TTK Enzimológiai Intézet, a Semmelweis Egyetem, a BME ABÉT Tanszék, az MTA SZBK és Kineto Lab kutatócsoportjai. A projekteken belül tervezett röntgenkristallográfiai vizsgálatok egyrészt az amiloidképződéshez kapcsolódnak: modellpeptideken vizsgáljuk a β -redő-képződés feltételeit és új, 3 dimenzióban különböző kapcsolódási mintázatokat mutató peptideket tervezünk, amelyek molekuláris ragasztók alapegységei lehetnek. A másik kutatási terület a biomolekulák és biológiailag aktív molekulák kölcsönhatásainak vizsgálata. Vizsgáljuk a fehérjék betegségekkel összefüggő kémiai módosulásait (oxidáció, pontmutációk, foszforiláció); feltérképezzük az immunrendszer (komplement-rendszer proteázai) specifikus gátlására kifejlesztett peptidinhibitorok kölcsönhatás-mintázatát. Jellemezzük a molekuláris felismerés szerkezeti aspektusait csomóponti fehérjék komplexekben (pl. S100 fehérjék, MAP kinázok) és önszerveződő multimer fehérjékben. Továbbá céljaink közé tartozik bioaktív kismolekulák geometriai paraméterei és aktivitása közötti összefüggések értelmezése és a királis felismerés vizsgálata kristályos fázisban.

A laboratórium három berendezéssel bővült. Az új forgóanodos *Rigaku XtaLAB Synergy-R* típusú röntgendiffraktométer alkalmas kismolekulás és fehérjekristallográfiai mérésekre is. A hazai készülékek közül ez rendelkezik legnagyobb sugárintenzitással, így lehetővé válik a kristályok tágabb körének vizsgálata. Lehetőség van a kristályok *in situ* tesztelésére is, amelynek során diffrakciós képek készíthetők a 96 kristályosítási kísérletet tartalmazó kristályosítási tálcán nőtt bármelyik kristályról anélkül, hogy ezeket ki kellene venni a kristályosító oldatukból, így megállapítható, hogy a kristály fehérje- vagy a pufferkomponenseit tartalmazó kismolekula, illetve sókristály-e.

Míg a kismolekulák oldatából (esetleg oldószerek kombinációjával) viszonylag könnyen előállíthatók megfelelő nagyságú és minőségű kristályok, fehérjék esetén nagyon sok különböző kristályosítási körülmény kipróbálására van szükség – ennek a gazdaságos, nagy áteresztőképességű megvalósítása az újonnan installált *TTP Labtech Mosquito* típusú kristályosító robottal történik, aminek segítségével egyszerre 96 kristályosítási körülmény tesztelhető, melyek mindegyikéhez csak 50–150 nl fehérjeoldat szükséges. A páratartalom kontrollálásával elérhető a szükséges fehérjeoldat mennyiségének további csökkentése a kristályosítási kísérletek reprodukálhatóságának megtartása mellett. A kristályosítás történhet vizes oldatból vagy lipid mezofázis felhasználásával is. A nagyszámú kristályosítási kísérlet dokumentálására és kiértékelésére az új *Formulatrix Rock Imager 2* típusú félautomata mikroszkóp szolgál, amely a kristályokról UV- és látható fényvel fotókat készít, ezekből adatbázist hoz létre, és esz-közt nyújt annak elemzéséhez.

Röntgenkristallográfiai mérések lehetőségei, kitekintés

Az új kristallográfiai infrastruktúra a Magyarországon eddig elérhetőnél gyorsabb röntgendiffrakciós mérésekre ad lehetőséget a mikrofókuszált sugárzás, érzékeny detektor és gyors goniométer kombinációjával: ún. shutterless mérési módban a mérés idő jól szóró kristályok esetén a kristályszimmetriától függően akár 7–10 percre is csökkenhet (kismolekulás kristályok és lizozim fehérjekristály); a tipikus mérési idő fehérjekristályoknál azonban 0,5–1 nap. A mérési idő alatt is zajlik az adatfeldolgozás és kismolekuláknál az automatikus szerkezetmegoldás. A foton számlá-

ló HPC (hybrid photon counting) detektor gyengén szóró kristályokról is jó minőségű diffrakciós adatokat szolgáltat. Adott az alacsony hőmérsékleten való mérés lehetősége is, ami a kismolekulás vizsgálatoknál hasznos, fehérjekristályoknál követelmény.

A kristályosító robot és félautomata mikroszkóp segítségével a fehérjekristályosítás első lépése, a kristályosítási körülmények előzetes szűrése automatizáltan történik, igen kis mennyiségű minta felhasználásával. Emellett az elérhető kristályosítási módszerek bővülése és a kristályok *in situ* röntgendiffrakciós vizsgálata is nagyban hozzájárul a fehérjekristallográfiai kutatások sikeréhez.

Napjainkban a kismolekulás vizsgálatok a modern laboratóriumi diffraktométerekkel rutinszerűen elvégezhetőek, emellett a mai felhasználóbarát szoftvercsomagokkal általában az adatok feldolgozása és a szerkezetmegoldás is gyors. A sugárforrás befolyásolja, hogy milyen típusú minták vizsgálatára a legalkalmasabb a készülék. A *XtaLAB Synergy-R* készülék rezonódot tartalmaz, ami ideális sok könnyű- és kevés nehézatomot tartalmazó szerkezetek vizsgálata esetén; gyengén szóró kristályokhoz; és akkor, ha a molekula abszolút konfigurációjának meghatározása is cél.

A fehérjekristályok szóróképessége gyengébb, mint a kismolekulás kristályoké, ezért sok esetben laboratóriumi diffraktométerrel nem lehetséges megfelelő minőségű (felbontású) diffrakciós adatkészletet gyűjteni. Ilyenkor a több nagyságrenddel nagyobb fényességgel rendelkező röntgenforrásokhoz – szinkrotronokhoz vagy röntgen szabadelektron-lézerehez (XFEL) célszerű folyamodni (pl. az ESRF és az Európai XFEL fényessége a laboratóriumi sugárforrásokénál kb. 12, illetve 16 nagyságrenddel nagyobb; <https://www.esrf.eu>; <https://www.xfel.eu>). Ezeknél a nagy infrastruktúráknál a kísérletek elvégzésére a kutatási célt és a rendelkezésre álló kristályok jellemzését is magában foglaló pályázatok elbírálása után van lehetőség – a sikeres pályázathoz pedig elengedhetetlen a kristályok előzetes tesztelése (elemi cella, szimmetria, várható felbontás); a sikeres mérések elvégzéséhez pedig az, hogy a kristályokat a szóróképesség szempontjából is optimalizáljuk. A laboratóriumi diffraktométerek mindezekre alkalmasak. Az *XtaLAB Synergy-R* készülékben a mikrofókuszált forrás és leszűkíthető sugárnyaláb lehetővé teszi problémás – nagy elemi cellával rendelkező vagy nagyon kis fehérjekristályok vizsgálatát is.

Köszönetnyilvánítás. A VEKOP-2.3.2-16-2017-00014 és VEKOP-2.3.3-15-2017-00018 projektek keretében folyó kutatásokat az Európai Unió és Magyarország Kormányja támogatta az Európai Regionális Fejlesztési Alap hozzájárulásával. A kutatásokat az MTA MedInProt programja támogatta.

Az *ELTE-Crystallab* új infrastruktúrájának bemutatása

2019. január 3-án lesz, ahová minden érdeklődőt várunk. Ezt követően félnapos bevezető szintű gyakorlati tanfolyamokat tartunk, kémikus és biokémikus háttérű érdeklődő kutatóknak, doktoranduszoknak. A tanfolyamok tervezett programja a következő: a) Kismolekulás kristallográfia: A kristály felszerelésének, a röntgendiffrakciós mérésnek és adatfeldolgozásnak a bemutatása jól szóró kristályok segítségével; automatikus szerkezetmegoldás bemutatása a készülék vezérlőszoftverével („What is this”); a szerkezetmegoldás lépései, a szerkezet validálása (értékelés); gyakorlás: egy vagy két „kedvenc kristály” vizsgálata. b) Fehérjekristallográfia: kristályok tesztelése, a röntgendiffrakciós mérés és adatfeldolgozás bemutatása és gyakorlása demó kristályokon (lizozim); igény szerint a kristályosító robot programozása és használata, a kristályosítási kísérletek kiértékelése. További információk a <https://prot.chem.elte.hu/news> oldalon található. Jelentkezés: crystallab@chem.elte.hu



Keserű György Miklós

■ MTA TTK Gyógyszerkémiai Kutatócsoport

Kovalens fehérje-ligandum kölcsönhatások a gyógyszerkémiaiában

A gyógyszerkutatás gyakorlatában hosszú időn át kerülendőnek számítottak azok a vegyületek, amelyek a szervezetben kovalens kötést alakítanak ki a fehérjék nukleofil aminosav-oldalláncjaival, illetve más endogén nukleofilekkel. Ugyanakkor viszont a jelenlegi terápiás gyakorlatban alkalmazott gyógyszerekben közel 50 olyan forgalomban lévő gyógyszert is találunk, amelynek hatásmechanizmusában meghatározó szerepet játszik a célfehérjével kialakuló kovalens kölcsönhatás [1]. Miközben az különösen nagy reaktivitással rendelkező vegyületek alkalmazását az esetlegesen fellépő hepatotoxicitási, karcinogénitási és mutagenitási, valamint a kovalens fehérjemódosítás miatt kialakuló immunogénitási problémák miatt továbbra is kerülni kell, a kovalens gátlószerek alkalmazásának számos előnye lehet [2]. Ezek között az előnyök között elsőként a nagy hatékonyságot érdemes említeni, ugyanis a célfehérjéhez kovalensen kapcsolódó gyógyszerjelölttel teljes gátlás érhető el. A kovalensen kötődő ligandum molekuláris felismerésében természetesen nemkovalens kölcsönhatások (hidrogénhidak, poláris és lipofil kölcsönhatások) is részt vesznek. A kötőhelyen nemkovalens kölcsönhatásokkal stabilizált ligandum azonban a környezetében elérhető nukleofil aminosav-oldallánccal kovalens kötést hoz létre, így a fehérje-ligandum egyensúly a komplex irányába tolódik el, és az ennek eredményeképpen megvalósuló nemegyensúlyi kötődés nagyban segíti a sokszor kiemelkedő affinitású természetes ligandumok kiszorítását. Ez a megközelítés a hagyományos nemkovalens kölcsönhatásokkal nem támadható fehérjecélpontokon (pl. flexibilis vagy felszíni kötőhellyel rendelkező fehérjéken) is hatékony lehet, ráadá-

sul segítségével rezisztens mutációkat tartalmazó célpontok is támadhatók. A gyógyszerjelölt és a célfehérje között kialakuló kovalens kötés következtében az ilyen gátlószerek reverzibilis vagy irreverzibilis kötődésüknek megfelelően nagy vagy akár végtelen nagy tartózkodási idővel kötődnek, hatástartamuk kitolódik, és alkalmazásuk a farmakokinetikai jellemzőkre kevésbé érzékeny. Ezáltal a terápiás hatás sokszor kisebb dózissal valósítható meg. A megközelítés azonban nem csak a klasszikus kismolekulás gyógyszerkutatásban jut szerephez, hiszen az elmúlt években egyre népszerűbbé váló biológiai terápiákban az antitestekhez kovalens kötéssel kapcsolt hatóanyagok, az antitest-gyógyszer konjugátumok (antibody-drug conjugate, ADC) is ezen az elven működnek [3].

Kutatócsoportunkban 2015-től kezdtünk el kovalens inhibitorok kutatásával foglalkozni, ami három fontos motivációra, a tématerület kémiai, biológiai és gyógyszerkutatási relevanciájára épült. Számunkra, kémikusok számára, különösen érdekes volt, hogy a kovalens hatásmechanizmus következtében a célfehérje aktív helyén vagy az antitest felszínén kémiai reakciók játszódnak le, amelyek specificitása sokszor eltér a szerves kémiában megszokott reakciólefutástól. Ráadásul ezek a reakciók vízben, illetve a fehérje által polarizált közegben valósulnak meg, ami új kémiai felismerésekkel is kecsegtethet. A terület biológiai érdekességét az adja, hogy a klinikai gyakorlatban jelenleg alkalmazott kovalens gátlószerek és konjugátumok többsége a fehérjék cisztein-oldalláncával alakít ki kovalens kötést. Figyelembe véve, hogy a cisztein viszonylag ritka aminosav, ráadásul az oldallánc protonáltságának megfelelően erős nukleofilként viselkedhet, fel-

téleztük, hogy ebben az esetben viszonylag gyenge elektrofilek is kellő reaktivitást mutathatnak, azaz az elektrofilek köre bővíthető. A kontrollált reaktivitás pedig, a specifikus nemkovalens kölcsönhatásokkal együtt, kellő szelektivitást biztosíthat a célfehérje tekintetében. További motivációt jelentettek azok a gyógyszerkutatási programok, amelyeket hazai és nemzetközi együttműködésben végzünk. Szlovén partnereinkkel közösen, egy nemzetközi OTKA-pályázat támogatásával, immunoproteozóma gátlószereket és antibakteriális hatású MurA inhibitorokat kutatunk, míg a Nemzeti Kiválósági Program keretei között, egy BME vezette konzorciummal együttműködésben, az onkológiában sokáig bevetetlenné tartott molekuláris célpont, a KRAS fehérje új gátlószereit keressük. E célpontok esetében a kovalens gátlás specificitási (immunoproteozóma), hatékonysági (MurA) és rezisztenciakezelési (KRAS) szempontból is ígéretes megközelítés lehet.

A jelenleg fejlesztett, illetve már forgalomba került kovalens gátlószerek többségében a kovalens kötés kialakításáért felelős reaktív csoport (warhead) leggyakrabban Michael-akceptor, ezen belül is akrilamid vagy helyettesített akrilamid-származék. Kiindulva abból a tényből, hogy a szerves kémiában számos, nukleofilekkel lejátszódó reakció típus ismert, munkánk kezdeti szakaszában célul tűztük ki a fehérjék kovalens módosítására alkalmazható reakciók körének vizsgálatát. Ebből a célból egy elektrofil fragmensekből álló vegyületet hoztunk létre, amelyben összesen 36 féle reaktív csoport szerepel összesen 138 fragmensben. Egy-egy reaktív csoportot 3–5 fragmenssel reprezentáltunk különböző alapvázakon úgy, hogy az alapvázak méretét az esetlegesen kialakuló nem-



kovalens kölcsönhatások minimalása érdekében a lehető legkisebbnek választottuk. A reaktív fragmens-könyvtár segítségével a Michael-addíció (Ad_{NM}) mellett további négy reakciótípus vizsgálatára nyílt lehetőségünk: megvalósíthatunk nukleofil addíciókat (Ad_N), nukleofil szubsztitúciókat (S_N), addíciós-eliminációs (Ad_N-E) reakciókat és oxidációkat (Ox). Az egyes elektrofil fragmensek jellemzésére hierarchikus tesztrendszert hoztunk létre, amelyben az egyes reaktív funkcionálisok és reakciótípusok ciszteinnel szembeni reaktivitását és szelektivitását kívántuk vizsgálni (1. ábra).

A cisztein-oldallánc kénatomjával szemben mutatott reaktivitás jellemzésére egy egyszerű modellvegyülettel, a glutationnal (GSH) végzett reakciót használtuk fel [4]. A reakciót előbb kvantumkémiai számításokkal jellemeztük abból a célból, hogy az egyes elektrofil fragmensek reaktivitásáról képet kaphassunk. Ezt követően pedig a fragmenseket a GSH-tesztben kísérletileg is vizsgáltuk. A kísérletek során az egyes fragmenseket vizes pufferben reagáltattuk GSH-val, miközben egy párhuzamos vizsgálatban meghatároztuk a fragmensek pufferben mutatott stabilitását. A fragmensek időbeli fogyását HPLC-vel, illetve amennyiben ez nem volt lehetséges, NMR-rel követtük. A reaktivitást és a stabilitást, pszeudo-elsőrendű reakciót feltételezve, a megfelelő felezési idővel jellemeztük. A felezési idők elemzése alapján azokat a fragmenseket tekintettük reaktívnak, amelyeknek GSH-val szemben mutatott felezési ideje kisebb volt 50 óránál. Stabilitási kritériumként pedig a biológiai vizsgálatokban szokásos 1 órás inkubációs időt választottuk, az alkalmas fragmensektől megköveteltük, hogy a pufferben mért felezési idejük ezt időtartamot meghaladja (1. táblázat).

A megfelelő reaktivitású és stabilitású elektrofil fragmensek cisztein-szelektivitását egy célszerűen választott nonapeptiddel való reakcióban vizsgáltuk. A fragmenseket, a GSH teszthez hasonló módon, a több lehetséges nukleofil oldalláncot is tartalmazó nonapeptiddel reagáltattuk, majd a kovalens jelölés helyét MS/MS vizsgálatokkal határoztuk meg. A GSH-reaktivitás és az oligopeptid konverziója korrelációt mutatott és a vizsgált 43 GSH reaktív és stabil fragmens közül 31 fragmens szelektíven csak a nonapeptid cisztein-oldalláncát módosította (1. táblázat), a további, fehérjékkel végzett vizsgálatokban azonban kontrollképpen felhasználtuk mindazokat a funkcionálisokat, amelyek képesnek



1. ábra. Az elektrofil fragmenskönyvtár cisztein-reaktivitásának és cisztein-szelektivitásának vizsgálatára létrehozott tesztrendszer

Reakciótípus	Vizsgált funkciók	Reaktív funkciók	Aktív és Cys-szelektív funkciók
Ad_{NM}	10	8	6
Ad_N	7	2	2
Ad_N-E	10	3	0 (Lys-szelektív)
S_N	7	3	3
Ox	2	2	2
Összesen	36	18	13

1. táblázat. A reakciótípusok jellemzése. Reakciótípusok: Ad_{NM} – Michael-addíció, Ad_N – nukleofil addíció, Ad_N-E – addíció-elimináció, S_N – nukleofil szubsztitúció, Ox – oxidáció

mutakoztak a nonapeptid cisztein-oldalláncának kovalens módosítására (2. ábra).

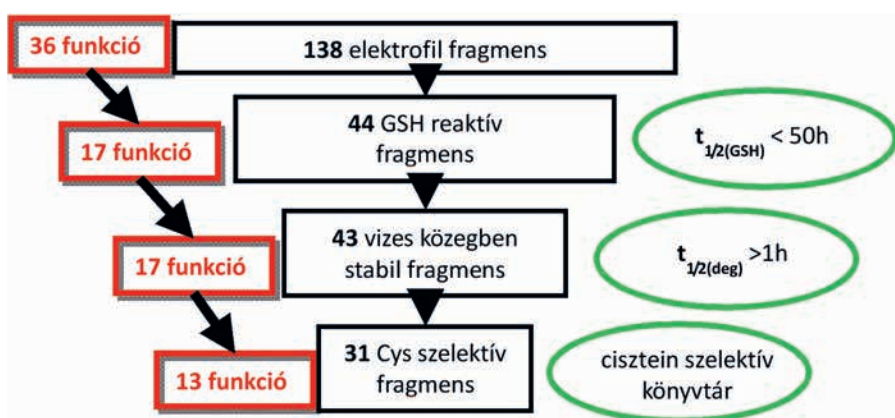
A vizsgálataink igazolták, hogy az általánosan alkalmazott akrilamid típusú reaktív funkció mellett számos további elektrofil funkcionális mutat megfelelő reaktivitást és stabilitást, ezzel sikerült a kovalens fehérjemódosításokra potenciálisan alkalmas funkciók számát jelentősen kiterjeszteni.

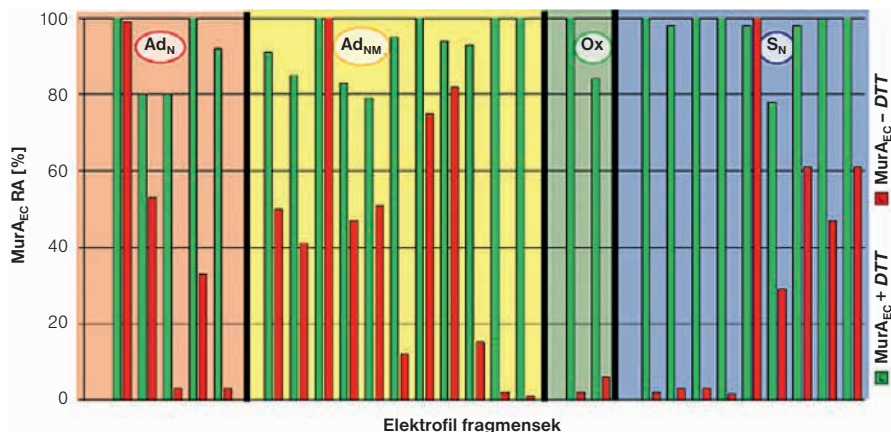
Az összesen 43 (ebből 31 szelektív) cisztein-reaktív elektrofil fragmens fehérjével

szembeni reaktivitását elsőként az antibakteriális célpontként számontartott, a bakteriális sejtfal kialakításában szerepet játszó UDP-N-acetilglükózamin-3-enolpiruvil transzferáz (MurA) enzim esetében vizsgáltuk. Az *E. coli* baktériumból származó fehérje működésének gátlását a megmaradó enzimaktivitás mérésével redukálószer (dithiothreitol, DTT) jelenlétében és távollétében vizsgáltuk (3. ábra).

Tekintettel arra, hogy az elektrofil fragmensek a redukálószerrel készségesen re-

2. ábra. Stabil, cisztein-reaktív és -szelektív elektrofil fragmensek azonosítása





3. ábra. Cisztein-reaktív elektrofil fragmensek hatása a megmaradó MurA-aktivásra redukálószer jelenlétében (zöld oszlopok) és távollétében (vörös oszlopok)

Vegyület	Reakció-típus	Elektrofil funkció	MurA _{SA} IC ₅₀ (μM)	Mechanizmus
1	Ad _N	izotiocianát	53	-
2	Ad _{NM}	akrilamid	34	I
3	Ad _{NM}	akrilészter	47	R
4	Ad _{NM}	maleimid	1,04	-
5	Ad _{NM}	maleimid	0,652	R
6	Ox	benzotiazolon	0,926	I
7	Ox	tiofenol	7,83	-
8	S _N	haloeton	1,82	I
9	S _N	haloeton	3,02	I
10	S _N	haloeton	4,12	-
11	S _N	haloacetamid	102	I
12	S _N	haloacetamid	171	I
Foszfomicin	S _N	epoxid	0,3	I

2. táblázat. Az elektrofil fragmensek könyvtár vizsgálata során azonosított *Staphylococcus aureus* MurA-inhibitorok. Reakció típusok: Ad_N – nukleofil addíció, Ad_{NM} – Michael-addíció, Ox – oxidáció, S_N – nukleofil szubsztitúció. Gátlás mechanizmusa: I – irreverzibilis kovalens gátlás, R – reverzibilis kovalens gátlás

agálnak, ez a protokoll lehetőséget teremtett a kovalens és nemkovalens gátlás szétválasztására. Azok a fragmensek, amelyek az enzim működését kovalens kötés kialakításával gátolják, DTT jelenlétében nem mutatnak gátlást. Vizsgálataink bizonyították, hogy minden általunk vizsgált reakció típusban találtunk hatékony gátló-

szert, vagyis az enzim az elektrofil funkcionálisok széles körével gátolható. Az *E. coli* enzimem legaktívabbnak bizonyult fragmenseket a patogén, *Staphylococcus aureus* baktériumból származó MurA enzimem is vizsgáltuk és számos új, a klinikailag alkalmazott foszfomicin hatékonyságát elérő, reverzibilis és irreverzibilis ko-

4. ábra. Az elektrofil fragmensek könyvtár tagjainak (F1– F27) vizsgálatával nyert gátlási mintázatok. A – *E. coli* MurA, B – *S. aureus* MurA, C – *E. coli* MurA cisztein jelenlétében, D – cathepsin B endopeptidáz-aktivitás, E – cathepsin B exopeptidáz-aktivitás, F – cathepsin X exopeptidáz-aktivitás

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17	F18	F19	F20	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27
A	99	53	3	33	3	50	41	100	47	51	12	75	82	15	2	1	2	6	2	3	3	1.5	100	29	61	47	61
B	54	75	41	91	9	82	66	97	81	72	30	67	91	31	0	0.3	0	23	7	4	7	1	59	50	52	54	55
C	100	91	100	94	99	90	96	100	100	100	96	99	100	98	99	100	99	94	94	100	93	100	95	80	96	98	99
D	100	100	75	100	100	100	100	100	100	92	100	85	96	100	100	96	100	100	83	90	63	58	100	75	90	92	78
E	100	98	18	99	97	100	97	87	88	90	87	70	84	89	87	89	96	67	27	55	34	27	88	100	87	90	87
F	79	67	22	55	87	89	84	90	86	92	93	92	96	99	96	96	100	100	95	74	86	75	99	96	84	97	94

valens inhibitorot azonosítottunk (2. táblázat).

Az elektrofil fragmensek fehérjereaktivitásának tanulmányozása azt is megmutatta, hogy az általunk kifejlesztett könyvtár alkalmas lehet fehérjék kovalens gátlására szolgáló vegyületek azonosítására. Mivel a kovalens kötés kialakulásával járó gátlást eredményeink alapján az elektrofil funkcionálisok és reakció típusok széles körével el lehet érni, a következőkben arra voltunk kíváncsiak, hogy a reakció típusa és az elektrofil jellege ezt hogyan befolyásolja. Az elektrofil funkcionálisok eltérő szerkezete és a reakciók eltérő mechanizmusa alapján ugyanis feltételeztük, hogy a kovalens kötés kialakulásához vezető reakciók és ezek konjugált termékei az egyes fehérjék esetében a fehérjemódosítás környezetének megfelelően specificitást mutathatnak. Ennek érdekében vizsgáltuk az elektrofil fragmensek hatását a funkcionális, izoforma-, faj- és fehérjespecificitásra (4. ábra).

A funkcionális specificitás vizsgálatát a cisztein proteázok családjába tartozó cathepsin B példáján valósítottuk meg, amelynek endopeptidáz- és exopeptidáz-aktivitása is ismert. Az elektrofil fragmensek könyvtár szűrésével igazoltuk, hogy a fehérje funkcionális aktivitását az egyes fragmensek eltérő mértékben képesek gátolni (4. ábra, D és E sor). Kimutattuk, hogy a cathepsin B exopeptidáz-aktivitás érzékenyebb a kovalens gátlásra, mint az endopeptidáz-aktivitás. A Michael-akceptorok egyformán gyengén gátolták mindkét aktivitást, azaz ebben az esetben egy kovalens inhibitorot célzó kutatási programban nem célszerű ezt a funkcionális alkalmazni. Az exopeptidáz-aktivitást Ad_N és S_N reakciókkal lehetett a legjobban gátolni. A haloacetofenonok bizonyultak az exopeptidáz-aktivitás legjobb gátlószereinek, míg a szintén S_N reakcióban reagáló haloacetamidok kismértékű endo-szelektivitást mutattak. Az izotiocianátok kivételével az Ad_N reakciók nem mutattak funkcionális specificitást, míg az oxidációval



reagáló fragmensek csak az exopeptidáz-aktivitás gátolták.

Az izoforma-specifitás tanulmányozására a fragmenskönyvtár egy másik, csak exopeptidáz-aktivitással rendelkező cathepsin, a cathepsin X ellen is teszteltük, és az eredményeket a cathepsin B exopeptidáz-aktivitásiának gátlása során kapott adatokkal vetettük össze (4. ábra, E és F sor). Azt tapasztaltuk, hogy a cathepsin X általában kevésbé érzékeny az elektrofil fragmensekre, ugyanis katalitikus ciszteinje kevésbé nukleofil. Ennek megfelelően e fehérje esetében az Ad_N reakcióban reagáló, erős elektrofilnek tekinthető izotiocianátok voltak a legaktívabbak. Tekintettel arra, hogy ezek a fragmensek a cathepsin B exopeptidáz-aktivitását csak csekély mértékben gátolták, feltehetően specifikussá tehető a cathepsin X-re nézve. Érdekes módon a szintén erős elektrofilnek tekinthető S_N típusú funkcionalitások alig mutattak aktivitást cathepsin X-en, ami vélhetően a reakció átmeneti állapota és/vagy a termék sztérikus gátlására vezethető vissza. A Michael-akceptorok és az oxidatív funkcionalitások nem gátolták a cathepsin X fehérjét, ezek további optimálással cathepsin B-re specifikus vegyületekhez vezethetnek.

Az egyes elektrofil fragmensek és reakció típusok fajspecifitásának elemzésére a fehérjereaktivitás vizsgálata alapján már rendelkezésre álló MurA adatkészleteket hasonlítottuk össze (4. ábra, A és B sor). Az *E. coli* és *S. aureus* baktériumokból származó MurA enzimek gátlási adatait összevetve megállapítottuk, hogy a legtöbb Michael-akceptor, valamint az S_N és oxidatív funkcionalitások hasonló gátlást mutattak mindkét fehérjén. Az Ad_N reakció-

ban reagáló izotiocianátok és az akrilamid típusú Michael-akceptorok azonban hatékonyabbnak bizonyultak az *E. coli* fehérjén, amelynek ciszteinje nukleofilebb. Érdekes megfigyelés volt, hogy a szintén Ad_N típusú hidrazonok viszont aktívabbak voltak az *S. aureus* fehérjén.

A fehérjespecifitás vizsgálatához a cathepsin B exopeptidáz és a *E. coli*-ból származó MurA fehérjék gátlási adatait hasonlítottuk össze (4. ábra, E és C sor). Tekintettel arra, hogy ebben az esetben két eltérő szerkezetű aktív helyvel és eltérő nukleofilicitású ciszteinnel rendelkező fehérjét vizsgálunk, az egyes funkcionalitásokkal és reakció típusokkal elért gátlások különbözősége nem meglepő. Azt tapasztaltuk, hogy mindkét fehérjén az S_N reakcióban reagáló funkcionalitások, különösen a haloacetofenonok voltak a legaktívabbak. Az izotiocianát típusú Ad_N funkcionalitások aktívabbak voltak a Michael-akceptoroknál és az oxidatív funkcionalitásoknál, utóbbiak pedig specifikusnak mutatkoztak a cathepsin B fehérjére. Az aktív helyen ciszteint nem tartalmazó, szerin proteázok közé sorolható trombin esetében egyik reakció típus, illetve funkcionalitás esetében sem tapasztaltunk értékelhető gátlást.

A különböző fehérjéken végzett vizsgálatok tehát rámutattak arra, hogy az elektrofil funkcionalitás jellege, valamint a kovalens fehérjemódosítás során megvalósuló kémiai reakció típusa befolyásolja a funkcionális, izoforma-, faj- és fehérjespecifitást. Ennek magyarázatát az egyes fehérjékben található ciszteinek eltérő megközelíthetőségében és nukleofilitásában, valamint a kovalens jelölés során végbemennyő kémiai reakciók eltérő átmeneti álla-

potában, termékében és a reakciónak teret biztosító kötőhely eltérő méretében, alakjában, polaritásában és szolvatáltságában kell keresni. E feltételek különbözősége nemcsak lehetőséget teremt specifikus kovalens gátlószerek kifejlesztésére, de arra is felhívja a figyelmet, hogy a kovalens inhibitorok fejlesztése során a kellő szelektivitás és specifitás érdekében a reakció típus, a funkcionalitás, valamint a reaktivitás is optimálni szükséges. Ezt segítheti az általunk kidolgozott szűrőrendszer (1. ábra), amely alkalmasnak bizonyult új, stabil, cisztein-reaktív és -szelektív elektrofil fragmensek azonosítására, és ezáltal hatékonyan támogatgat célzott kovalens inhibitorok fejlesztésére irányuló gyógyszerkutató programokat.

Köszönetnyilvánítás. Kutatásaink az Európai Unió H2020 Marie Skłodowska Curie kiválósági programja (ITN 675899) és a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Hivatal (SNN_17-125496) támogatásával, nemzeti közti együttműködésben valósultak meg. A kutatási program résztvevői magyar részről: Ábrányi-Balogh Péter, Petri László, Szijj Péter, Andrea Scarpino, Imre Tímea, Németh Krisztina, Horváti Kata, Ferenczy György, Keserű György Miklós, szlovén részről: Martina Hrast, Ana Mitrović, Urša Pečar Fonovič, Janko Kos, Janez Ilaš, Stanislav Gobec.

IRODALOM

- [1] J. Singh, R. C. Petter, T. A. Baillie, A. Whitty, Nat. Rev. Drug Discov. (2011) 10, 307–317.
- [2] R. A. Bauer, Drug Discov. Today (2015) 20, 1061–1073.
- [3] Chudasama, V., Maruani, A., & Caddick, S. Nature Chem. (2016) 8, 114–9.
- [4] M. E. Flanagan, J. A. Abramson, D. P. Anderson, A. Aulabaugh, U. P. Dahal, A. M. Gilbert, C. Li, J. Montgomery, S. R. Oppenheimer, T. Ryder, B. P. Schuff, D. P. Uccello, G. S. Walker, Y. Wu, M. F. Brown, J. M. Chen, M. M. Hayward, M. C. Noe, R. S. Obach, L. Philippe, V. Shanmuga-shundaram, M. J. Shapiro, J. Starr, J. Stroh, Y. Che, J. Med. Chem. (2014) 57, 10072–10079.
- [5] P. Ábrányi-Balogh, L. Petri, T. Imre, P. Szijj, A. Scarpino, M. Hrast, A. Mitrović, U. Pečar Fonovič, K. Németh, H. Barreateau, D. I. Roper, K. Horváti, G. G. Ferenczy, J. Kos, J. Ilaš, S. Gobec, G. M. Keserű, Eur. J. Med. Chem. (2018) 160, 94–107.

A magyar termikus analízis újabb nemzetközi elismerése – a „Judith Simon ESTAC Award”

Az ESTAC (European Symposium on Thermal Analysis and Calorimetry) konferenciasorozat vezetőségének javaslatára új díjat hoztak létre, a „Judith Simon ESTAC Award”-ot azon negyven év alatti kutatók elismerésére, akik kiemelkedő eredményeket értek el a termikus analízis és kalorimetria területén. A díjat első alkalommal személyesen adta át Giuseppe Lazzara olasz kutatónak Simon Judit az ESTAC 12., Brassóban tartott konferenciáján. E díj alapítása egyben tisztelgés Simon Judit tudományos, hazai és nemzetközi tudományos szervezői, a fiatal kutatókat támogató tevékenysége, különösen az 1969 óta megjelenő – tehát 2019-ben ötvenedik évét betöltő – Journal of Thermal Analysis (1998 óta Journal of Thermal Analysis and Calorimetry) angol nyelvű, nemzetközi folyóirat alapító főszerkesztője előtt.

Buzás Ilona



Braun Tibor

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

Egy kutatóvegyész gondolatai és aggodalmai

G. K. Zipf, a Harvard Egyetem professzora bebizonyította (1949), hogy ha egy elég hosszú szöveg szavait összeszámoljuk, és előfordulási gyakoriságuk sorrendjében rangsorba rendezzük, akkor a gyakoriság fordítottan arányos a rangszámmal. Zipf példaként *James Joyce* „Ulysses” című könyvében mutatta ki a fentieket, de később Zipf „törvényét” a Biblián és sok más íráson is bizonyították, és kimutatták, hogy a Zipf-szerű rangsorgyakorosság típusú eloszlások a társadalmi jelenségek számos esetére is érvényesek.

Amennyiben az utóbbi időben a tudományos kutatással kapcsolatos közelmúltbeli írásokat és beszédeket összesítenénk, és ezekkel elvégeznénk a Zipf-féle vizsgálatot, a „verseny”, „szabadalom”, „mérnök” szavak meglehetősen elől szerepelnének a rangsorban, és ezzel már témánkhoz is érkeztünk, ugyanis az írások és felszólalások bizonyos hiányosságokkal foglalkoztak a hazai tudományos, különösképpen az alap kutatási tevékenységben. Abban azonban, hogy a magyar kutatás általában és az alap kutatás különösképpen, legalábbis annak nagy része kifogásolható, illetve elítélendő lenne, érzésem szerint tévednek, vagy enyhébben szólva alulinformáltak azok, akik ezt állítják. Enélkül ugyanis a hazai kutatás évszázados múltja és eredményei nem jöhettek volna létre, mert vannak olyan fogalmak és műveletek, amelyek önszerveződen beépülnek minden komoly kutatásba, bármikor és bárhol végezték vagy végzik e hazában.

A világ tudományos szakirodalmában közismert, és ezt most már a versengésről írjuk, hogy a tudományos kutatás az emberi tevékenységek legversenyigényesebbje. Meglepő ugyan, de versenyigényesebb, mint például a sport. Ugyanis az utóbbiban számontartják az aranyérem mellett az ezüst- és bronzérmeket is. A tudományos kutatásban, szemben a sporttal, csak egy érem van, az arany, azaz a felfedezés, amennyiben az eredeti felismerésre vonatkozik, függetlenül attól, hogy kis vagy nagy felfedezésről van szó. A sporthasonlatnál és a versenynél maradván, talán egyetlen sport hasonlítható a tudományos kutatáshoz, a hegymászás. Az egész világ ismeri *Edmund Hilary* új-zélandi hegymászó és serpája nevét, akik elsőnek mászták meg az Everestet. Azóta ezt több ezren tették, de próbáljanak meg még egy nevet mondani. Így van ez a tudományban is.

A gyakoriság-eloszláshoz visszakanyarodva a publikált tudományos cikkek megszámlálása alapján *Lotka* amerikai statisztikus a múlt század húszas éveiben tanulmányozta a kutatási tevékenység gyakoriság szerinti eloszlását. Egészen sajátos eloszlást talált, amely teljesen eltér a véletlen események szokásos, normális eloszlásától. A szerzők többsége kevés cikket ír, csak egy szűk körű kisebbség publikál ennél lényegesen többet. Az önszerveződen beépített verseny következtében a tudományos ter-

melékenységekben a különbségek jóval nagyobbak, mint az emberi tevékenységek sok más területén. Hasonlóság talán az anyagi javak eloszlásában van. Ha egy tudományos kutató cikkeit az illető „tudományos vagyonának” tekintjük, és annak eloszlását vizsgáljuk, és az olyan, ahogy fentebb vázoltuk, akkor értelemszerűen kérdezhetjük, hogy vajon hogyan oszlik meg az anyagi vagyon a lakosságban. Nem meglepő, hogy *Pareto* olasz közgazdász a róla elnevezett törvényben (1897) kimutatta, hogy akkor az arány körülbelül 20:80%, azaz egy ország teljes vagyonának 80%-a a lakosság 20%-ának tulajdonában volt, míg a lakosság 80%-a rendelkezett a maradék 20%-kal.

A tudományhoz visszakanyarodva megemlíthetnénk itt *Bradford* angol könyvtáros felismerését (1950), amely szerint a tudományos cikkek értékbeli eloszlása a tudományos folyóiratok között is 20:80%-os arányt követ.

Végül kimondhatjuk, hogy *Lotka*, *Pareto* és *Bradford* fent említett törvényei olyan statisztikai eloszlásokra vezethetők vissza, amilyeneket e cikk elején Zipf esetében már említettünk.

Az említett törvények (eloszlások) egyik tulajdonsága feltétlenül említésre érdemes, és ez a tudományos kutatásra vonatkozóknál különleges fontossággal bír. Bár ezek nem természeti törvények ugyan, de a társadalmi jelenségek objektív törvényei. Hatásuk nem befolyásolható és nem szüntethető meg. Jelenlétüket óhatatlanul tekintetbe kell vennünk és azokat olyan segédismertként kell kezelnünk, amelyek kiegészíthetik szubjektív vélekedéseinket. Aggódo vegyészként felhívánánk a döntéshozók figyelmét arra, hogy mint említettük, *Lotka* törvénye (eloszlása) a többi eloszláshoz hasonlóan objektív társadalmi törvényszerűség. Amennyiben valamely intézménytől például valaki azt várna el, hogy az oly módon növelje az egy főre eső kutatási termelékenységet, hogy váljon meg az alacsony termelékenységű kutatóitól, bizonyos idő múlva azt tapasztalnák, hogy újra létrejönne a kutatók termelékenységének említett *Lotka*-féle eloszlása.

Foglalkozunk a fentiek után kicsit részletesebben a szabadalmakkal. Kezdjük talán azzal, hogy elgondolkodunk, mi is tulajdonképpen a szabadalom és mi a szabadalmaztatás értéke. Lezsögezendő, hogy a szabadalom és szabadalmaztatás, bár a kutatás eredményeihez csatlakoztatható ugyan, de lényegében nem műszaki, nem tudományos, hanem jogi aktus. Hogy ezt kissé világosabbá tegyük, nagyon röviden említést kell tennünk történelmi előzményeiről és néhány történelmi definícióról.

A szabadalmat és szabadalmaztatást az olaszok találták fel, amikor olasz kereskedők (nem kutatók) rövidre rá, hogy tevékenységüket növekvő mértékben új termékek előállítására is fordították, szembesültek egy zavaró tényezővel. Miért áldozzon valaki időt és pénzt arra, hogy például egy jobb egérfogót tervez-



zen, amikor azt a versenytársak is lemásolhatják és forgalmazhatják. Középkori olasz feltalálók ezért röviden monopólium megadását követelték találmányaikra (például egérfogóra) és ezek szabadalom néven váltak ismertté. A világ első szabadalmát a Firenzei Köztársaság egy feltalálója kapta 1421-ben, és az első szabadalmi törvényeket Velencében alkották 1474-ben. Az már valóban csak hab a tortán, hogy csaknem párhuzamosan vezette be a kapitalizálódó világ a biztosítási kötvényt, a mérlegképes könyvelést és a készpénzt helyettesítő papírszeletet, a csekket. A szabadalomnak azonban különleges jelentősége volt a fentiek sorában, mert megteremtette a formális kapcsolatot a tőke és a technológiai innováció között. A történelem során így első ízben ismerték el a kereskedelmileg ihletett kutatást.

A fentiekhez még hozzá kell tenni, hogy a szabadalmaztatás feltételei merőben mások, mint a tudományos alap kutatás eredményeinek publikálási feltételei. Lényegében a szabadalomnak egyetlen feltétele van, az, hogy tárgyának semmiféle kézzel fogható vagy írásban rögzített előzménye ne legyen. A szabadalmi eljárás nem foglalkozik a szabadalom tárgyának megvalósíthatóságával. Fentiekhez hozzá kell még tennünk, hogy technológia alatt a technikákról szóló ismeretek összességét értjük. A technológiai fejlődést a technikákkal kapcsolatos új ismeretek jelentik. A technikákhoz azok a módszerek tartoznak, amelyek árukat és szolgáltatásokat hoznak létre. Hangsúlyoznunk kell, hogy technikai változásokhoz nem szükségeltetnek feltétlenül új tech-

nológiák. Ezekhez egyszerűen már létező technikák utánzása is igénybe vehető. A találmányok a technológiai változásokhoz szükséges, azonosítható hozzájárulások, de ezek sem képezik a technológiai változatok egyetlen lehetőségét és nem jelentik a gazdaságban megjelenő innováció forrását. Az innováció folyamata alkotja az új technikák első bevezetését, és ezt gyakran követheti azok terjedése. A technikai haladás egyaránt magában foglalja a bevezetett mindenkori innovációkat és azok mások által való elfogadását és terjesztését. Az alkalmazott kutatás és fejlesztés a technológiai haladás érdekében végzett rendszeres tevékenység.

A szabadalmaktól hosszú és rögös út vezet a gazdaságilag eredményes megvalósításokhoz. Ezen az úton nem kevés szabadalom hullik el, múlik ki teljesen eredménytelenül.

Tehát az elfogadás, megvalósítás, megismertetés, terjedés és számos, itt nem említett tényező járul hozzá ahhoz, hogy a sok benyújtott, majd elfogadott szabadalomnak csak aránylag kis része jusson be a Wallhallába, azaz valósuljon meg és termeljen igazi gazdasági hasznot. Amennyiben valakinek vagy valakiknek, esetleg intézménynek pusztán a szabadalmaztatás ténye piros pontokat, sőt főnői alapú hálát jelenthet, akkor, és ez is aggodalmaim közé tartozik, előállhat az az abszurd helyzet, hogy sorozatban szabadalmaztatnak teljesen eszement (eddig bizonyítottan senkinek eszébe sem jutott) ötleteket, és mindezt a „szabadalmaztass, vagy pusztulj” jegyében. Jó lesz ez nekünk? Aggodalmaim megmaradnak. ●●●

Gyógyszer készül Szent Antal tüzeből

A Debreceni Egyetem kutatóinak részvételével dolgoztak ki új technológiát az anyarozs gombaparazita egyik vegyületének eddiginél hatékonyabb kinyerésére. A speciális hatóanyagot migrénes fájdalomcsillapító hatású készítmények alapanyagaként használja a gyógyszeripar.

A középkor embere Szent Antal tüzeinek nevezte a rémisztő hallucinációkat, görcsös remegést, fájdalmat, fekélyeket, a végtagok elüszkösödését okozó rejtélyes kórt. Ma már tudjuk, hogy a gombaparazitával fertőzött gabona fogyasztása okozza az ergotizmust, vagy más néven az anyarozs-mérgezést. A korabeli legendák szerint Szent Antal ereklyéihez vagy sírjához kellett elzarándokolnia annak, aki meg akart gyógyulni, valójában azonban a szent nevét viselő betegápoló rend tevékenysége segített. A szerzetesek ugyanis fertőzésmentes gabonát és lisztet adtak a lakosoknak.

„Az anyarozs élősködő gomba, amely a gabonákat támadja meg, majd megpróbál áttelelni a növényen. Ehhez nagyon kemény tokot, úgynevezett kitarító képletet hoz létre (ennek népi neve a varjúköröm), amelyben a gombaspórák, -fonalak mellett nagy mennyiségű toxin van. Ennek egyik vegyülete összehúzza a simaizmot, így az erekben találhatóakat is, ezért használják mai napig vérzécscillapításra” – mondta el *Molnár István* professzor, a University of Arizona Natural Products Center kutatója, aki vendégprofesszorként dolgozik a közös kutatáson a Debreceni Egyetem Biotechnológiai és Mikrobiológiai Tanszékén.

A simaizmot összehúzó, illetve egyéb hatásai miatt már az ókori Kínában is használták ezeket a toxikonokat a nőknél a szülés elősegítésére, manapság pedig elsősorban migrénes fejfájások kezelésére, a Parkinson-kór tüneteinek csökkentésére használható gyógyszer-alapanyagokat szintetizálnak a vegyületből.

Az anyarozsból kivont toxinokat kémiai módosítják, hogy ér-



Molnár István

demleges hatásait erősítsék, a kedvezőtleneket csökkentsék. Ezt a gombánál mutációk létrehozásával érik el, amihez DNS-eket juttatnak be a génállományába. Ez azonban nem mindig sikeres, ezért folyamatosan új technológiák kifejlesztésére van szükség. Ehhez a gombafajhoz most új eljárást adaptáltak egy másik típusú DNS-bevitelre Pócsi István professzor, a Biotechnológiai és Mikrobiológiai Tanszék vezetőjének a közreműködésével. Az új módszerrel a gyógyszergyártás számára haszontalan és káros anyagok termelését kikapcsolják a gombában, így pedig sokkal biztonságosabb és olcsóbb lesz a gyógyszeralapanyag előállítása.

Molnár István hozzátette: elképzelhető, hogy a jövőben a ma még káros vegyületekből is lesz gyógyszer, hiszen gyakran előfordul, hogy egy negatív hatású vegyület módosításával készül a medicina, mint például az anyarozs esetében. ●●●



Karácsony hangjai

A brit Royal Institution az akkor mindössze 34 éves Michael Faraday (1891–1867) kezdeményezésére először 1825-ben szervezett karácsonyi előadást, amely elsősorban tudományos ismeretterjesztő és népszerűsítő jellegű volt, vagyis nem szakembereknek, hanem a nagyközönségnek szólt. Faraday az évek során 19 alkalommal maga tartotta meg a gyorsan hagyománnyá váló előadást, amelyek témái és bemutatói gyakran voltak játékosak, ezért a tudóstársadalom számára időnként komolytalannak is tűntek. A nagy nevű fizikusnak mindezzel azonban határozott célja volt: a társadalomban fenn akarta tartani a természettudományos érdeklődés lángját, s mint a hagyományos gyertya példájából jól tudta, ezt folyamatosan táplálni kell. A karácsonyi előadást az 1825-ös ősbemutató óta minden évben megtartják, csak a II. világháború idején, 1939 és 1942 között gondolták úgy, hogy London központja a második világháború bombázásai miatt nem elég biztonságos az addigra szokásossá vált közönség, az iskolás gyerekek számára.

A karácsonyi előadásokat a brit közszolgálati televízió már megalakulásának első évében, vagyis 1936-ban közvetítette. Az elmúlt néhány évtizedben pedig olyan neves ismeretterjesztő szakemberek is tartottak karácsonyi előadást, mint Carl Sagan, David Attenborough, George Porter és Richard Dawkins. Az utóbbi időben már az is rendszeressé vált, hogy a bemutató nem egyetlen, hanem három, egymástól valamelyest elkülönülő, hatvanperces előadást

jelent, amelyeket egy stúdióban forgatnak több száz főnyi érdeklődő jelenlétében. A közönség soraiba a hagyományokhoz híven elsősorban iskolás diákokat várnak. Hatalmas a túljelentkezés: minden évben interneten lehet regisztrálni, s ezután sorolással választják ki azokat a szerencséseket, akik a helyszínen nézhetik végig a bemutatót. Az eseményről természetesen színvonalas videofelvételt is készítenek, amelyet aztán a Royal Institution internetes oldalain bárki szabadon megnézhet. A 2017-es előadások a <http://www.rigb.org/christmas-lectures/watch/2017/the-language-of-life> URL-ről tekinthetők meg.

2017-ben az előadók kitüntetett társaságához Sophie Scott neurobiológus, a University College London professzora csatlakozott, aki *Az élet nyelve (Language of life)* címmel tartott bemutatót. Sophie tagja a társadalomtudományokra koncentráló Brit Akadémiának, és a tudományos világban is jelentős szak tekintélynek számít, de arról talán még nevezetesebb, hogy a *standup comedy* tudományos körökben feltűnően ritkán művelt műfajában is többször kipróbálta már a képességeit, és ez az előélet előadói stílusának is sajátos, rendkívül szórakoztató jelleget ad.

Az első 2017-es karácsonyi előadásban Sophie Scott a hangképzésről beszélt. Ebben elég kevés volt a neurobiológia, inkább a hangképzés fizikája, illetve az emberi hangképző szervek voltak a középpontban, de nem feledkezett meg az állatvilág nagyon változatos és emberi fül számára nem is mindig hallható hangjairól sem. Az



előadó nagy sajnálatára az elefánttal kapcsolatos érveléséhez az illusztrációt felvételről kellett bejátszania, mert az állatot – méretei miatt – nem tudta a stúdióban élőben vendégül látni. Egy-egy patkány, kutya, papagáj, kanári, kígyó, holló és jónéhány különböző rovarfaj azért megjelent a színen az összesen három óra alatt. Az egyik első jelenetben előkerült a Royal Institution 19. századi professzorának, John Tyndallnak a hangvillája is, amely elkészítése óta nem vesztette el fontos szemléltető feladatát.





Külön rész foglalkozott a nevetéssel, amely annyira jellegzetes emberi hangképzési és kommunikációs forma, hogy a manapság már a Naprendszeren kívül járó Voyager űrszondán elhelyezett aranylemezen is helyett kapott a Föld hangjai között. Az első előadást egy rapper és egy operaénekes hangképzésének összehasonlítása zárta: ehhez az előadó élőben használt néhány korszerű orvosi diagnosztikai képalkotó műszert is.

A második előadás a hang nélküli kommunikációról szólt, nemcsak emberek kö-

zött, hanem az állat- és növényvilágban is. A szagokkal, illetve feromonokkal való kommunikációt bőséges és néha a hallgatóságot is megrendítő példákkal illusztrálta. A szentjánosbogarak villogásának szinkronizálódását a közönség segítségével sikerült modellezni, a kutyákról pedig kiderült, hogy az emberek érzelmi állapotát pusztán az arckifejezések alapján is meg tudják érteni. A stúdióban jelen lévő közönségből többen ideális tesztalanyoknak bizonyultak annak illusztrálására, hogy egyrészt egy ijesztő arc látványa mekkora

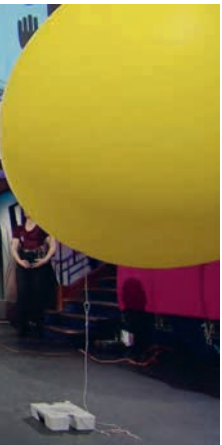
rémületet tud kelteni másokban is, másrészt a testbeszéd mennyire könnyen elárulhatja a hazug embereket.

A harmadik előadás témája az emberi nyelv volt: mikor és hogyan alakulhatott ki, s bemutatta, mekkora hatalmas intellektuális teljesítményre van szükségünk ahhoz, hogy megértsük a beszédet. Sophie Scott sokat foglalkozott azzal is, hogyan értik meg az állatok az emberi nyelvet, s ekkor beszélt egy a közelmúltban végzett, igen nevezetes magyar kísérletsorozatról is, amelyekben kutyák szövegértését vizsgálták MRI módszerrel. A közönség megtudhatta, hogy ma már létezik olyan elektromos készülék, amelyet a koponya beszédkoordinációs központjára helyezve meg lehet akadályozni, hogy valaki összefüggően beszéljen. Ennek az illusztrálására egy neves angol humorista vállalkozott, aki nagyon gyorsan elmondott, de igen jól megfogalmazott mondatairól közismert Angliában.

Az előadó kémiai segítséget is igénybe vett annak bemutatásához, hogy pontosan ugyanazon szavak ugyanazon sorrendben leírva mennyire mást jelenthetnek, ha az írásjeleket máshová teszik ki a szövegben: az egyik változatnál egy önként jelentkezőnek egy színes oldatot sikerült előállítania, a másiknál pedig az elefántfogkrém nevével nevezetes kísérlet elvégzése lett az eredmény. A karácsonyi előadás végén a számítógépes szövegértés alapjairól is szó volt.

Nem túlzás azt állítani, hogy a Royal Institute 2017-es karácsonyi előadása kiemelkedett az elmúlt évek ilyen rendezvényei közül, s Sophie Scott méltó utódja volt Michael Faraday-nak ebben a szerepben. Igazából nincsenek is megfelelő szavak ennek leírására; az előadást látni kell. Vagy még inkább: hallani.

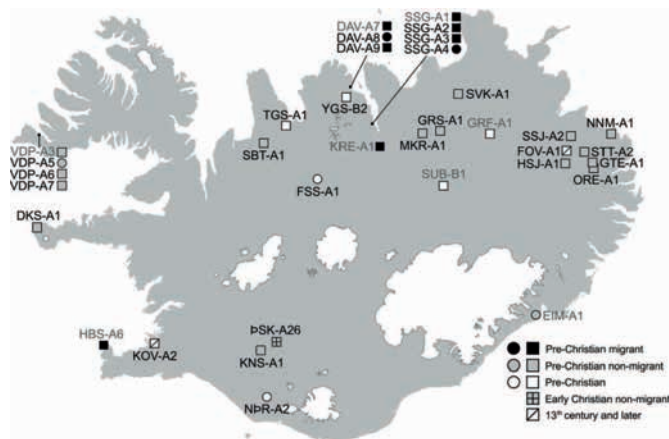
Lente Gábor



TÚL A KÉMIÁN

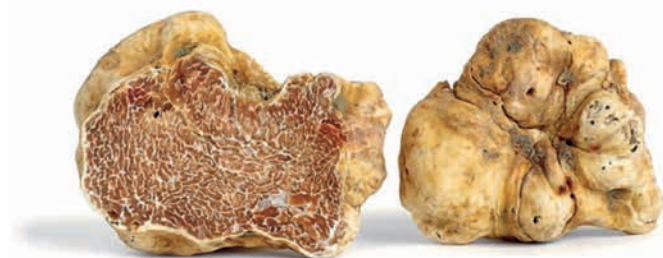
Ősi izlandi genetika

Izland ma gazdag ország, viszonylag kevés lakossal, akik a történelem nagy részében elszigetelten éltek az emberiség többi részétől. Azt már a DNS-szekvenálás elterjedésekor felismerték, hogy ez a helyzet igen értékes a populációgenetikai tanulmányokban: már 2015-ben beszámoltak olyan analízisről, amelynek az alapja mintegy 2600 izlandi lakos teljes DNS-szekvenciája volt. Izland benépesülése nagyjából 1100 éve történt, és a jelenlegi technológiai színvonalon már ebből a korból származó mintákon is lehet rutinszerű DNS-elemzést végezni. Egy új tanulmányban 27, nagyjából ebből a korból származó izlandi emberi maradvány elemzését végezték el. Az eredmények egyértelműen megmutat-



ták, hogy az ősök genetikai kapcsolata igen erős Skandinávia, illetve a brit és az ír sziget lakosságával. A jelenlegi populációval való összevetés azt is igazolta, hogy egy évezred alatt ez a kapcsolat nem szűnt meg, de kialakultak a csak Izlandra jellemző ismertetőjegyek is.

Science 360, 1028. (2018)



Szarvasgomba-izotópok

2012-ben egy bolognai étteremben az olasz hatóságok mintegy 300 kg hamisított „szarvasgombát” (*Tuber melanosporum*) foglaltak le, amelynek piaci értéke meghaladta az egymillió dollárt. Az ínycséség aromájának egyik fő alkotóeleme a bisz(metil-tio)metán, amelyet viszonylag könnyű mesterségesen előállítani. A probléma megoldására a messinai egyetemen új analitikai eljárást dolgoztak ki. Ennek alapja, hogy a valódi szarvasgombában ez a vegyület egészen más arányban tartalmazza a szén-13 izotópot, mint a végső soron kőolajszármazékokból készülő hamisítvány. A vizsgálendő mintából gázkromatográfia segítségével izolálják az aromaanyagot, majd tömegspektrométerben meghatározzák a szén-13 arányát.

Anal. Chem. 90, 6610. (2018)

CENTENÁRIUM



Morris W. Travers:
Scientific Glassware
Nature, Vol. 102, pp. 265–266
(1918. december 5.)

Morris William Travers (1872–1961) brit kémikus, Sir William Ramsay munkatársa volt. Részt vett a xenon, a neon és a kripton felfedezésében is. A londoni University College-ban dolgozott, ahol 1904-ben lett professzor, s ugyanebben az évben a Royal Society is tagjának választotta. Az első világháborút megelőző években az Indian Institute of Science megszervezésén dolgozott, majd Angliába visszatérve saját céget alapított. 1927-től az alkalmazott kémia tiszteletbeli professzora volt a University of Bristolon.

Vibránium

A Hollywoodban készülő alkotások gyakran teremtenek alternatív tudományos valóságot. Így volt ez a *Fekete párduc* című, 2018 februárjában bemutatott filmben is. A történet egy fiktív, Wakanda nevű afrikai királyságban játszódik, ahol egy régi meteoritbecsapódás eredményeképp a Földön egyedülálló, vibránium nevű fémeket találnak. A vibránium minden más fém felold, a hangot teljesen elnyeli és erős mutagén hatása is van. Egy amerikai egyetem tanára ezt a sztorit használta fel egy kémiavizsgán, amelyen a diákok plusz pontért arra a kérdésre válaszolhattak, hogy a periódusos rendszerben hová helyeznék ezt a fémeket. A legtöbb diák a Vb vegyjelet gondolta jónak, s az f mezőbe rakta a fiktív elemet. A film egy jelenetében a vibránium kékes fényt bocsát ki, ezért az elemet logikus volt radioaktívnek feltételezni.

J. Chem. Educ. 95, 1243. (2018)



IDÉZET

Arany János: A reggel

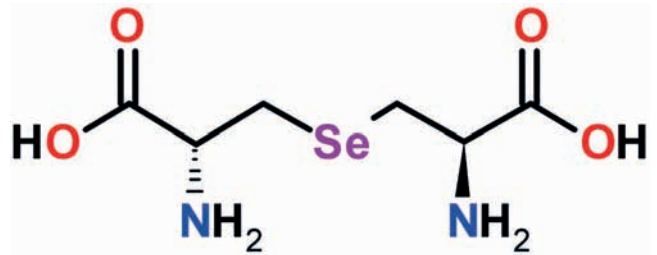
.....
Mily szép most minden, kezdik kilehelni a fák is
Élennyöket, – s szengázt színi be lombjaikon.
A levegő-réteg, mely Földünket beborítja,
Kékszínű tömegén játszva eget mutogat.
Ah de mi ez? Hőség meggritkította köröttem
A levegőt s felszáll, váltja rohanva hideg.
Képződnek szaporán s gyülekeznek vízi parányok
S összeverődve, legitt földre csapódnak alá.
Testem is a hónyt likacsin már veszteni kezdi,
Adieu természet! Vissza lakomba megyek.
1881



A HÓNAP MOLEKULÁJA

A szelenolantionin ($C_6H_{12}N_2O_4Se$) a Kínában őshonos, *Cardamine violifolia* nevű növényből izolált, fehérjébe be nem épülő aminosav. A növényről már régóta tudják, hogy a szelén nyomelem jelentősen feldúsul benne, ezért használják étrend-kiegészítők és takarmány-kiegészítők adalékanyagaként. Azt viszont csak az idén sikerült igazolni, hogy a növényben éppen a szelenolantionin a szeléndúsulás fő kémiai formája: a teljes szeléntartalom majdnem fele ebben a vegyületben található. A molekula egyetlen szelénatommal tartalmaz kevesebbet, mint a szelenocisztin, ezért valószínű, hogy eddig ismeretlen anyagcsere-folyamatokban keletkezik.

Biochim. Biophys. Acta 1862, 2354. (2018)



Kulcsenzim a mákban

A mák orvosiilag értékes alkaloidjainak növénytermesztéstől függetlenül előállítására nagyon fontos feladat. Ehhez az alkaloidok bioszintézisének ismerete nélkülözhetetlen. A mákban a tebain nevű alkaloid kulcsfontosságú, sok más vegyület ebből képződik. 2018-ig azt gondolták, hogy a tebain szintézisének utolsó lépése – amelyben a (7S)-szalutaridinol-7-O-acetát allilátrendeződése történik meg – spontán folyamat, amely nem igényel enzimkatalízist. A laboratóriumi vizsgálatok szerint viszont ez a folyamat csak 8-9-es pH-n zajlik le kellő sebességgel, a bioszintézis 7-es pH-ján nem. Nemrég sikerült izolálni azt a fehérjét, amely ezen utolsó lépést segíti elő; ez a tebain-szintáz nevet kapta. Az ezt kódoló DNS-t élesztőbe beépítve már sikerült is olyan géntervezett rendszert létrehozni, mely a máktól függetlenül is képes a tebain hatékony bioszintézisére.

Nat. Chem. Biol. 14, 738. (2018)

Porladó gipszbarlang

A mexikói Chihuahua államban a Naica-bányák egyik fő látványossága az a barlang, ahol a gipsz ($CaSO_4 \cdot 2H_2O$) szelenit nevű (de szelént nem tartalmazó) változata tíz méternél magasabb,



nagyon látványos kristályszerkezeteket alkot. Ezek az óriások az elárasztott barlangban évezredekig nőttek, de a külső körülmények megváltozása miatt most szabad légtérben vannak. Egy laboratóriumi kísérletsorozatban ezen

változás hatását próbálták megérteni infravörös spektroszkópia és röntgendiffrakció segítségével. Meglepetést okozott, hogy a légtérben lévő szén-dioxid nem eredményezte kalcium-karbonát képződését: ehelyett a kristályok felületén a magyarul égett gipsznek nevezett anyag fő kristályos formája, a bassanit ($CaSO_4 \cdot \frac{1}{2}H_2O$) kezdett megjelenni, amely általában porszerű. Az eredmények segítségével remélhetőleg sikerül a barlang jelenlegi, különlegesen látványos állapotát hosszú időre megőrizni.

Cryst. Growth Des. 18, 4611. (2018)

Meteorit-összetétel és a Naprendszer kora

A meteoritok kémiai összetételét már régóta vizsgálják a szakemberek. Az ismeretek felhalmozódásával egyre világosabbá válik, hogy ilyen szempontból két igen elkülönülő csoport létezik, s ez a tény a Naprendszer kialakulására is lényeges információt hordoz. Az első csoportba tartozó meteoritok a mai aszteroidaövezet helyén lévő porfelhőből képződhettek, míg a másikféle a Jupiter pályáján túl, a mai Szaturnusz környezetében, s csak a gravitációs erők későbbi összjátéka juttatta őket a Naprendszer belsejébe. Paul Warren, a University of California, Los Angeles kutatója volt az első, aki észlelte a ma már elterjedten „Warren gap”-ként emlegetett jelenséget: az ismeret meteoritok króm- és titántartalmának izotóp-összetétele nem folytonosan változik, hanem két nagy klasztert képez. Ugyanezt igazolták később a molibdénizotóp-eloszlási adatok is. Ennek a legegyszerűbb elméleti magyarázata, hogy az ősjupiter már alig egymillió évvel a Naprendszer keletkezése után igen nagy tömegű volt, s gravitációs akadályt jelentett a belső és külső részek között. Szűk négy millió évvel később viszont az ősjupiter pályája jelentősen elmozdult a Nap felé, így lehetővé vált a különböző keletkezési helyű aszteroidák keveredése. Az izotóp-eloszlási adatok modellezéséből a Naprendszer korára is a korábbiaknál pontosabb becslést sikerült adni.

Astrophys. J. 862, 26. (2018)



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



TUDOMÁNYOS ÉLET

XVI. Magyar–Olasz Spektrokémiai Szimpózium

ELTE, Budapest, 2018. október 3–6.

2018. október 3. és 6. között az ELTE Lágymányosi Campusa adott otthont a XVI. Magyar–Olasz Spektrokémiai Szimpóziumnak, melynek fő szervezője az MKE Spektrokémiai Társasága (SKT), illetve a Pisai Egyetem, továbbá védnöke a budapesti Olasz Nagykövetség és az MTA Analitikai és Környezatkémiai Tudományos Bizottsága volt.

A harmincöt éves múlttal rendelkező Magyar–Olasz Spektrokémiai Szimpózium idén az ELTE Eötvös Konferencia rendez-

MIHUCZ VIKTOR FELVÉTELE



A XVI. Magyar–Olasz Spektrokémiai Szimpózium résztvevői az ELTE főbejárata előtt

vényorozatának egyik kiemelt tudományos eseményének számított, ingyenes részvételt biztosítva az egyetemi polgároknak, így a *Stipendium Hungaricum*-ösztöndíjjal az ELTE-n PhD-tanulmányokat folytató külföldi hallgatóknak is. Az idei rendezvény középpontjában a víztechnológiai és biodiverzitással kapcsolatos innovatív kutatások, valamint az ezekhez szükséges analitikai mérés technikák álltak.

A konferencia megnyitóján Roger Fuoco (Pisai Egyetem) és Posta József (Debreceni Egyetem) az MKE SKT által alapított *Török Tibor Emlékéremet* vehette át Záray Gyula professzortól. A konferencián 7 szekcióban 26 szóbeli előadás hangzott el, és 34 poszttert mutattak be. A rendező két ország kutatóin kívül Ausztria, az Egyesült Államok, Ghána, India, Palesztina és Svédország szakemberei és doktoranduszai is képviseltették magukat. Az MKE SKT három doktorandusz – Herman Petra (Debreceni Egyetem), Krakkó Dániel (ELTE) és Sajtos Zsófi (Debreceni Egyetem) – konferencián való részvételét anyagilag támogatta. A konferencia sikeréhez számos műszer és vegyszergyártó cég – Green Lab Kft., Imsys Kft., Kwizda Agro Kft., Labex Kft., Novolab Kft., Perform Kft., Shimadzu Kft., Today Science Kft. és Unicam Kft. – anyagi támogatással járult hozzá, amit a szervezők ezúton is hálással köszönnek.

A hagyományoknak megfelelően a konferencián bemutatott előadásokból a *Microchemical Journal* amerikai szakfolyóirat tervez különszámot megjelentetni. Megemlíthető, hogy a 2016-ban Pisában tartott konferenciánk anyagából a Paola Grenni, Valeria Ancona és Anna Barra Caracciolo szerzőségével megjelentett közlemény az Elsevier Kiadó *Atlas* kiválósági díját nyerte el.

Mihucz Viktor Gábor (ELTE)

Kiállításmegnyitó az MMKM Vegyészeti Múzeumban



2018. szeptember 27-én időszaki kiállítás nyílt a Vegyészeti Múzeumban Bittera Gyula születésnek 125. évfordulója alkalmából. Bittera Gyula a hazai illóolajipar kiválósága, az iparág megte-



Bittera Gyula levele (1943)

remtője, nemzetközi szinten elismert képviselője volt. Ő telepítette Tihanyban az 1920-as években a francia levendulát – felismerve a felszígtet talajának és mikroklímájának alkalmasságát –, ami azóta is az egyik legismertebb, illóolajat adó gyógynövényeink közé tartozik.

A vendégeket Vargáné Nyári Katalin múzeumvezető köszöntötte. Bittera jelentőségét hangsúlyozva elmondta, hogy a múzeum tavasszal rendezett környezetvédelmi vetélkedőjében is foglalkozott az évfordulóval, a gyógynövényekkel és kiemelten a levendulával is. Továbbá nyári kémia táborának egyik programja is e téma köré szerveződött. Az időszaki kiállítást a múzeumban fellelhető jelentős tétel számú Bittera-hagyaték felhasználásával állították össze.

A kiállítást Pallós József Péter, a Vegyészeti Múzeumot Támogató Alapítvány elnöke, a Pannon Pharma Gyógyszergyár és a Gyógynövénykutató Intézet igazgatója nyitotta meg. A tudás és a tehetség együttes jelenlétét hangsúlyozta a kiváló tehetségű, munkabírási alkotó ember életében. Ezt követően Bittera Gyula emlékének ápolásáról, szellemiségének őrzéséről szolt Nyárády Zsolt, a Tihanyi Levendulamanufaktúra Kft. igazgatója. Az ünnepségen megjelentek Bittera Gyula leszármazottai, unokaöccse, Bittera Miklós és családja is.

A kiállítás 4 tablón mutatja be Bittera életét, munkásságát. Egy vitrinben doktori oklevele, munkával kapcsolatos feljegyzései, kéziratos dokumentumai láthatók. A tablókon helyet kapott egy rövid ismertető is, amely a látogatók számára foglalja össze a levendula sokrétű felhasználásának lehetőségeit. Ehhez pedig egy kis bemutatóasztalka is tartozik, ahol levendulatermékek vehetők kézbe, amelyek illatukkal teremtenek kellemes atmoszférát a tablók olvasgatásához.



Bemutatóasztalka a kiállításon

Vargáné Nyári Katalin



EDITORIAL



RSC chief executive, Robert Parker looks back on the 7th EuChemS Chemistry Congress

We are very proud to have played host to so many members of our international chemistry community in the UK this summer and there are some impressive numbers from our packed programme. We welcomed more than 1,500 delegates from 60 countries to Liverpool – a city with a history, present and future, rich in chemistry. The five-day programme followed a theme of “Molecular frontiers and global challenges” and included eight plenary lectures, more than 450 talks across nine parallel sessions, as well as networking opportunities and poster sessions. Memorably, the social programme also included hundreds of chemists dancing to the music of Liverpool’s most famous exports, with an appearance from the excellent Bootleg Beatles!

When EuChemS President, Professor Pilar Goya Laza, welcomed delegates to the congress, she rightly thanked the organising committees, chaired by Bengt Norden and Tom Brown. Pilar outlined the importance of science making connections across borders, saying: “Through EuChemS, we will continue to bring together your voice, and the voices from over thirty different countries into one common language, and to communicate our shared belief in chemistry, in science, in Europe.”

The congress also included the presentation of the EuChemS European Chemistry Gold Medal to Nobel laureate Professor Ben Feringa. Ben was one of our plenary speakers in Liverpool, as well as in Seville in 2016, shortly before receiving his Nobel Prize. This year, Frances Arnold was plenary speaker in Liverpool and shortly after received the Nobel Prize, just the fifth woman to receive the prize...

Read the full editorial online:

<https://www.euchems.eu/newsletters/chemistry-in-europe-2018-4/>

*Robert Parker
CEO, Royal Society of Chemistry*

FOCUS

Horizon Europe – negotiations in full swing

Negotiations surrounding the future EU research framework programme, Horizon Europe, are in full swing. In August, EuChemS published a Position Paper emphasising the need for excellence to remain the core pillar of the future programme.

EuChemS also called for a more convincing and ambitious budget than currently proposed by the European Commission, as well as budget increases for the European Research Council and the Marie Skłodowska-Curie Actions – both of which have over the years demonstrated highly successful results, but which are unable to fully support the vast amount of excellent proposals submitted. Finally, EuChemS has emphasised that science knows no borders, and that countries that have in the past participated in EU framework programmes, should be able to do so in Horizon Europe. Different visions are appearing in negotiations however – especially over whether the principle of excellence should make way to geographical distribution of funds in order to address the research and innovation divide in Europe. Shifting Horizon Europe towards a cohesion-like funding programme risks damaging the quality of European science in the long term and may not fix the divide.

POLICY

Open Education is on its way

Obtaining a quality education is the foundation to improving people's lives and to achieving sustainable development. While there are many world-wide methodologies in place to assess the quality of traditionally formal education systems, this is not yet the case for open education.

Open education is education without academic admission requirements and is typically offered online. Open education broadens access to the learning and training traditionally offered through formal education systems.

There are a number of concerns regarding the implementation of open education systems. These include a potential lack of administrative oversight and quality assurance systems for educators/materials in some programmes, a lack of equal access to technologies required for students' full participation in

online education initiatives, and questions regarding the use of copyrighted materials.

Ultimately, open education calls for multi-stakeholder action.

In Europe, policy approaches to open education vary between countries, while at the European level, the European Commission, ministries, regional authorities, associations, educational institutions and NGOs are key stakeholders.

At the 7th EuChemS Chemistry Congress in Liverpool in August this year, a panel discussion "Education and Empowering the Future Global Workforce" was jointly organised by the European Chemical Society and the American Chemical Society on the role of (open) education, global collaboration and the current job market...

You can read the full article online:

<https://bit.ly/2RA2O63>

*Nineta Hrastelj,
General Secretary, EuChemS*

RESEARCH

EYCN at the 7th EuChemS Chemistry Congress

I saw Professor Ben Feringa sitting at the back of the room. I had to get out and double check I was in the right room. It clearly said 'European Young Chemists' Network' – it was the right place. If a Nobel laureate had decided to come and listen, did that mean that the session had been a success? I personally believe so. But not only because of him. Throughout the entire week, we saw many very prestigious people come and go in the EYCN sessions: editors from the most respected chemistry journals, leading senior researchers, top-level representatives from several chemical societies... and even the world-famous Twitter star Prof. Dr. Chicken!

How did we achieve it?

You can read the full article online:

<https://bit.ly/2zslFbS>

*Fernando Gomollon Bel
Past Chair, EYCN*

Young Chemists Crossing Borders (YCCB) – from Boston to Liverpool

Chemists and chemical societies strive for the exchange of ideas and collaborate on projects across borders. The world we live in is the most connected it has ever been. Science, but also trade and politics, stand in a globalised network of an ever-growing complex world. As a logical consequence of indistinct borders, the young generation needs to make the best from the opportunities which this development offers. International collaboration is a chance, but also a task in the future work environment. Preparing young chemists for a globalised world and revealing to them the opportunities are some of the many goals of the Young Chemists Crossing Borders (YCCB) exchange programme...

You can read the full article online:

<https://bit.ly/2zslFbS>

*Torsten John
Secretary, EYCN*

ChemRxiv: Year One and Beyond

This time last year, ChemRxiv was launched with the goal to become the world's premier preprint server focused on the chemical sciences, and what a year it has been! This spring, the Royal Society of Chemistry (RSC), and the German Chemical Society (Gesellschaft Deutscher Chemiker, GDCh) joined the American Chemical Society (ACS) as co-owners. This three-society group provides experience and expertise in meeting authors' needs and is well-positioned to provide strong governance for ChemRxiv in addition to promoting the chemical sciences around the globe. ChemRxiv has attracted more than 450 different submitting authors (who posted over 500 original preprints and more than 200 revisions) and readers from 40 different countries..

You can read the full article online: <https://bit.ly/2zslFbS>

ChemRxiv Governing Board

(Rich Kidd; Wolfram Koch; James Milne; Irina Sens; Sarah Tegen; Emma Wilson; et al.)

MEMBERS' PERSPECTIVES

150th Anniversary of the D.I. Mendeleev Russian Chemical Society

"It is the function of science to discover the existence of a general reign of order in nature and to find the causes governing this order. And this refers in equal measure to the relation of man – social and political – and the entire universe as a whole." - D.I. Mendeleev

In 2018, the Mendeleev Russian Chemical Society (MRCS) celebrates its 150th Anniversary. The idea of creating a union of Russian chemists was developed following the Karlsruhe Congress which was the first international meeting of chemists in September 1860. Seven Russian chemists, including D.I. Mendeleev and A.P. Borodin were present.

During the first Russian congress of natural scientists and doctors in 1867, the statement: «The chemical section declared a unanimous desire to join the Chemical Society to communicate the already established forces of Russian chemists» was made...

You can read the full article online: <https://bit.ly/2F5NCFQ>

Yulia Gorbunova

Corresponding member of RAS and Ilya V. Vorotyntsev

MEET...



Gianluca M. Farinola elected new Chair of the EuChemS Organic Chemistry Division of EuChemS. He is Professor of Organic Chemistry at the Università degli Studi di Bari "Aldo Moro".



Venko Beschkov is the President of the Union of Chemists in Bulgaria. He is Emeritus Professor at the Bulgarian Academy of Sciences, Institute of Chemical Engineering.

NOTES

90 Elements that make up everything



It is an astonishing thought that *everything* we see around us is made up of different combinations of just 90 building blocks – the 90 naturally occurring chemical elements. Since 2019 will be the 150th anniversary of Mendeleev's publication, UNESCO has proclaimed 2019 as *The International Year of the Periodic Table of Chemical Elements* (IYPT).

You can read the full article online:
<https://bit.ly/2yPtsB6>

David Cole-Hamilton
 Vice-President, EuChemS

2018 Nobel Prize in Chemistry

Very warm congratulations to Frances Arnold, George P Smith and Gregory Winter on being awarded the 2018 Nobel Prize in Chemistry for their discoveries in enzyme research – studies which are already impacting medicine and the role of antibodies in neutralising toxins, counteracting autoimmune diseases and treating metastatic cancer.

Professor Frances Arnold is the fifth woman to win the Chemistry Nobel Prize, and we were very glad to have her speak at the EuChemS Chemistry Congress 2018 in Liverpool. You can watch the recent interview with her here: <https://youtu.be/1645d8kcJLE>

You can read the full article online:
<https://bit.ly/2yPtsB6>

Launch of a MOOC on Good Chemistry

A course entitled "*Good Chemistry - Methodological, Ethical, and Social Dimensions*" has been conceptualised and realised by a EuChemS task force. The undertaken efforts are the response to a growing demand for educational material on matters of research ethics and science ethics.

You can read the full article online:
<https://bit.ly/2yPtsB6>

Jan Mehlich
 Project Leader EuChemS Online course on Ethics

EuChemS Service and Lecture Award nominations open!

We are happy to announce that the call for nominations for the **EuChemS Lecture Award** and the **EuChemS Award for Service** are now open!

Lecture Award: Use the form [here to submit your nomination!](#) And make sure to read the [guidelines](#).
 Deadline: 31 December 2018.

Award for Service: We invite all EuChemS member organisations, Professional Networks, and any individuals to submit their nominations now! Use [the online form here to submit your nomination](#).
 Deadline: 31 December 2018.

You can read the full article online:
<https://bit.ly/2yPtsB6>

EuChemS General Assembly 2018

This year's EuChemS General Assembly, which took place on 25 – 26 August 2018 in Liverpool, UK, discussed many of the upcoming developments and activities to be carried out by EuChemS over the next year: in particular, preparations and ideas for projects and events in celebration of the 2019 International Year of the Periodic Table ([IYPT2019](#)); the launch of the EuChemS online course on Chemistry and Ethics; as well as updates on the upcoming 3rd European Employability Survey for Chemists.

More information available online: <https://bit.ly/2yPtsB6>



CALENDAR

Setting their Table: Women and the Periodic Table of Elements

Murcia, Spain

11 February 2019

Website: <https://bit.ly/2qtq1eP>

EuChemS Executive Board Meeting

Lisbon, Portugal

18 – 19 February 2019

1st GHI World Congress on Food Safety and Security (GHI2019)

Leiden, The Netherlands

24 – 28 March 2019

Website: <https://bit.ly/2qv3SMY>

14th International Symposium on Macrocyclic and Supramolecular Chemistry (ISMCS2019)

Lecce, Italy

2 – 6 June 2019

Website: <https://bit.ly/2SMoaP5>

EuChemS Executive Board Meeting

Brussels, Belgium

13 – 14 June 2019

17th International Conference on Chemistry and the Environment (ICCE2019)

Thessaloniki, Greece

16 – 20 June 2019

Website: <https://bit.ly/2P8xq1K>

6th International Conference on the Chemistry and Physics of the Transactinide Elements (TAN 19)

Wilhelmshaven, Germany

25 – 30 August 2019

Website: <https://bit.ly/2qtq72Q>

GDCh – Wissenschaftsforum Chemie 2019 (WiFo 2019)

Aachen, Germany

15 – 19 September 2019

Website: <https://bit.ly/2Oolcgk>

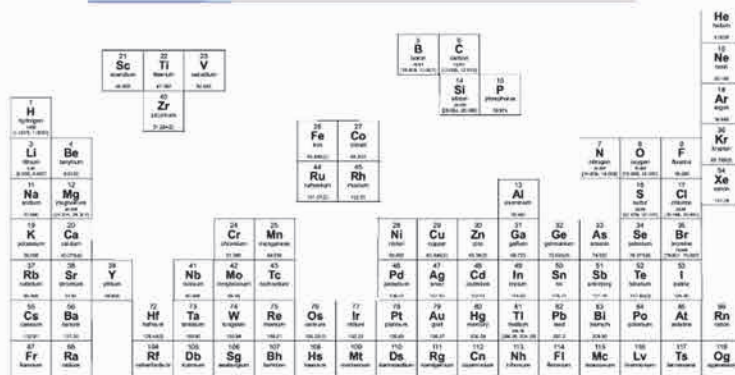
EuChemS General Assembly 2019

Bucharest, Romania

3 – 4 October 2019

Website: <https://bit.ly/2On0v4s>

FUNNY



How the Periodic Table was actually made

Need a hint? Click on the link: <http://bit.ly/2ANjpy1>

COLOPHON

Chemistry in Europe (CiE) is the EuChemS quarterly newsletter mainly intended for an audience of chemists. Its objective is to inform the community about research in Europe, to provide updates from EuChemS Member Organisations, and to investigate the latest policy-related developments.

Editorial Board:

David Cole-Hamilton, Willem de Lange, Pilar Goya, Nineta Hrastelj (Chair), Torsten John, Marta Kucza, Alex Schiphorst (coordinator), Karin Schmitz, Emmanuel Sinagra, Cristina Todasca.

Communication Advisors

Jon Edwards
Adam Brownsell

Copyright Notice

Chemistry in Europe is published by EuChemS under a Creative Commons license. EuChemS permits others to copy, distribute or display this content if EuChemS is referred as its sources.



HÍREK AZ IPARBÓL

Vegyipari mozaik

Ismét működhet a Richter romániai nagykereskedelmi vállalata. A romániai Gyógyszer és Orvosi Eszközök Nemzeti Hatóság (NAMMD) ismét engedélyezte a Richter nagykereskedelmi leányvállalata, a Pharmafarm SA működését. A cég működési engedélyét 2018. június 21-én vonták vissza a „Good Distribution Practice” előírásainak megsértése miatt. A közleményben felidézük: a Richter által 2007-ben felvásárolt Pharmafarm gyógyszer-nagykereskedelmi vállalat hat regionális raktárán keresztül elégíti ki a helyi gyógyszerpiac igényeit, és a 2017. év végén több mint 500 alkalmazottja volt. A Pharmafarm szorosan együttműködik a csoport patikahálózatával. (MTI)



Többfunkciós közösségi és irodaépülettel bővül a Richter debreceni biotechnológiai üzeme. Papp László, Debrecen város polgármestere, Kósa Lajos, országgyűlési képviselő, valamint Bogsch Erik, a Richter Gedeon Nyrt. elnöke ünnepélyes keretek között elhelyezte a Richter debreceni biotechnológiai üzeme területén épülő irodaházának alapkövét.



A Richter Gedeon Nyrt. biotechnológiai üzeme 2012-ben kezdte meg működését a Határ úti Ipari Parkban, Debrecenben. Azóta további jelentős fejlesztések történtek, melyek eredményeképpen 2016-ban a bioszimiláris készítményeket fejlesztő és gyártó részleg tovább bővült, 2018 márciusában pedig átadták a Molekuláris Biológiai Laboratóriumot. Ezekkel a lépésekkel a debreceni beruházás összértéke immár meghaladja a 40 milliárd forintot. A kutatói és gyártói kapacitás bővítése ugyanakkor megnövekedett igényeket támaszt a meglévő irodai infrastruktúrával szemben, melyet a Richter további 2 milliárd forintos beruházással kíván megoldani. Az új, közösségi és irodai funkciókat ellátó, modern épületkomplexum kialakítása és jövőbeni működtetése épp olyan magas színvonalról tanúskodik, mint amilyen a vállalat K+F és gyártási folyamatait jellemzi. A Richter kiemelten kezeli a magasán képzett, elkötelezett munkaerő itthon tartását, ezért inspiráló és versenyképes környezetet kíván biztosítani munkavállalói számára.



Folytatja magyarországi kutatási tevékenységét a Servier gyógyszergyár. Magyarország az egyetlen Franciaországon kívül, ahol a csoport összes tevékenysége megtalálható. A 149 országban jelen lévő vállalat alapkutatási tevékenységet is csak ebben a két országban folytat, két molekuláris kutatóközpontja közül az egyik, a Servier-kutatóintézet Budapesten van. A csoport tíz év alatt 90 millió eurót (csaknem 30 milliárd forint) fordított a magyarországi kutatóintézet működésének finanszírozására, ezen



belül 14 millió eurót (több mint 4 milliárd forint) tudományos eszközök beszerzésére. Mára 60 magasan képzett munkatársat foglalkoztatnak, akiknek csaknem fele doktori végzettséggel ren-

delkezik. A kutatások eredményeként onkológiai területen már két, itt felfedezett gyógyszerjelölt is klinikai kutatási fázisba került, míg egy harmadik nemrég lépett a preklinikai fejlesztés stádiumába. (MTI)



Egyedülálló biológiai-mikrobiológiai szer előállítására készülnek. Az Elgoscár-2000 Kft., a Fermentia Mikrobiológiai Kft., a BME és az ELTE egyesítik interdiszciplináris erőforrásait, hogy új, piacképes talaj-remediációs módszert dolgozzanak ki a kőolajjal és származékaival szennyezett területeken jellemzően megtalálható policiklusos aromás szénhidrogének (PAH) eltávolítására. A projekt célja, hogy a PAH eltávolításához olyan hatékony biológiai-mikrobiológiai készítményt állítsanak elő, amelynek alkalmazási feltételei jól meghatározottak, on-line technológiával követhetők és szabályozhatók. (MTI)



Minőség felsőfokon – új gyárrészleget avatott a Béres. A Béres Gyógyszergyár a szolnoki beruházás keretében bővítette kutatás-fejlesztési bázisát és a folyamatosan növekvő termelés



maradéktalan minőségi ellátását biztosító minőségellenőrzési laboratóriumát, valamint újabb termékek előállítását szolgáló gyárterületet is kialakítottak. (beres.hu)



A Béres Gyógyszergyár a Provident Társadalmi Hasznosság Díj idei nyertese. Az elismerést odaítélő kuratórium indoklása szerint az egészségmegőrző készítményeket gyártó vállalat magas minőségű, innovatív készítményeivel, tisztességes üzleti magatartásával, a társadalom irányába megmutatkozó felelősségteljes munkájával példaként szolgálhat más hazai vállalkozások számára is. Nyereségét hazai fejlesztésekre és munkahelyteremtésre fordítja, az 1993-ban létrehozott Béres Alapítványon keresztül egészségügyi, oktatási célokat támogat, és érdemeket szerzett a tehetséggondozás és a magyar kultúra terjesztése terén is. (beres.hu)



Elindult a MOL-csoport történetének legnagyobb organikus beruházása. A MOL és a német Thyssenkrupp vezetői aláírták a polioldal üzemegységről szóló szerződéseket. Az 1,2 milliárd euróból megvalósuló üzem kivitelezése 2018. IV. negyedévében kezdődik. A projekt a MOL-csoport történetének legnagyobb organikus beruházása, amelynek köszönhetően az egyetlen integrált polioldalgyártó lesz Közép-Kelet-Európában. A polioldal alapanyaga a poliuretánnak, amely az ipar „svájci bicskája”: szinte mindenhol hasznosítják az építőipartól a bútorgyártáson át az autógyártásig, textiliparig. (MTI)



Álomeredmény a MOL-tól: robbant a profit. A MOL-csoport 708 millió dollár tisztított, kamat-, adófizetés és amortizáció előtti eredményt (EBITDA) ért el az idei harmadik negyedévben, 23 százalékkal többet, mint az előző év azonos időszakában, ez az utóbbi három év legjobb negyedéves eredménye. A pénzügyi jelentés szerint az első három negyedév EBITDA-ja meghaladja a 2 milliárd dollárt. Forintban számolva az újrabeszerzési árakkal becsült, tisztított EBITDA 197,4 milliárd forint volt a harmadik negyedévben, az előző év azonos negyedévében elért 150 milliárd forint után. Az eredmény meghaladta a várt 188,8 milliárd forintos piaci konszenzust. (MTI)

A MOL vezeti letéti jegyeit a londoni és a luxemburgi értéktőzsdéről. A kivezetéseket elsősorban az elmúlt évek alacsony likviditása és csekély forgalma indokolta. A londoni tőzsdén átlagosan csak minden tizedik kereskedési napon volt ügylet, míg a luxemburgin nem volt kereskedés az utóbbi években. A londoni tőzsdén november 29-e, a luxemburgin pedig november 30-a volt a MOL letéti jegyek utolsó kereskedési napja. A MOL ADR-programja a kivezetéseket követően sem szűnik meg, az ADR-ek kereskedelme azt követően az OTC-piacra korlátozódik. (MTI)

Ritz Ferenc összeállítása

MKE-HÍREK

Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy **személyi jövedelemadójuk 1 százalékának felajánlásából idén 669 869 forintot** utal át az APEH Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásait, köszönjük, hogy egyetértenek a kémia oktatásáért és népszerűsítéséért kifejtett munkánkkal. A felajánlott összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, a XVII. Országos Diákvegység Napok, valamint a 2018-ban tizedszer 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 2018. 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 2019-ben az így befolyt összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, a 11. Kémikus Diák-szimpozium, valamint a 2019-ben tizenegyedszer 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.

MKE egyéni tagdíj (2019)

Kérjük tisztelt tagtársainkat, hogy a **2019. évi tagdíj** befizetéséről szíveskedjenek gondoskodni annak érdekében, hogy a Magyar Kémikusok Lapját 2019 januárjától is zavartalanul postázhassuk Önöknek. A tagdíj összege az egyes tagdíjkategóriák szerint az alábbi:

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

Tagdíjbefizetési lehetőségek:

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

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

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

Előfizetés a Magyar Kémiai Folyóirat 2019. évi számaira

A Magyar Kémiai Folyóirat 2019. évi díja fizető egyesületi tagjaink számára 1400 Ft. Kérjük, hogy az előfizetési díjat a tagdíjjal együtt szíveskedjenek befizetni. Lehetőség van átutalással rendezni az előfizetést a Titkárság által küldött számla ellenében. Kérjük, jelezzék az erre vonatkozó igényüket!

Köszönetet mondunk mindazoknak, akik 2018-ban kettős előfizetéssel hozzájárultak a határon túli magyar kémikusoknak küldött Folyóirat terjesztési költségeihez. Kérjük, aki teheti, 2019-ben is csatlakozzon a kettős előfizetés akcióhoz.

Sohár Pál „Wagner hatása a magyar zeneszerzőkre” címmel tart előadást

IDŐPONT: 2018 december 4., kedd, 15 óra

HELYSZÍN: MKE Titkárság előadóterme, 1015 Budapest, Hattyú u. 16. II. em. 8.



Nívódíjak, 2018

A Magyar Kémikusok Egyesülete 2018. évi pályázatára beérkezett 27 színvonalas pályamunka közül a Műszaki és Tudományos Bizottság a következő 13 pályázatot jutalmazta Nívódíjjal:

Pályázó neve	Témavezető	Egyetem	Diplomamunka címe
Balogh Zoltán László	Csámpai Antal	ELTE Kémiai Intézet	Funkcionalizált dihidropiridin és dihidropirimidin-származékok szintézise és szerkezetvizsgálata
Barczikai Dóra Noémi	Gyarmati Benjámin	BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar	Kationos redoxérzékeny poliaminosav-származékok szintézise
Csuvik Oszkár	Szatmári István	SZTE Gyógyszerkémiai Intézet	Homológ kinurénsav-származékok szintézise és továbbalakításai
Góger Szabolcs	Lendvay György	PE Mérnöki Kar	A HO + HBr → H ₂ O + Br reakció kinetikájának és dinamikájának vizsgálata elméleti kémiai módszerekkel
Golcs Ádám	Tóth Tünde	BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar	Akridino-koronaéter típusú molekuláris szenzorok, szelektorok és transzporterek szintézise és alkalmazásának vizsgálata
Győri Tibor	Czakó Gábor	SZTE Kémiai Intézet	Potenciálisenergia-felületek automatizált fejlesztése, alkalmazás a CH ₃ Br + F ⁻ reakcióra
Hajdu Bálint	Gyurcsik Béla	SZTE Kémiai Intézet	Cinkujj-fehérjék módosítása – alkalmazási lehetőségek
Kiss Árpád	Gáspár Attila	DE Kémiai Intézet	Mikrofluidikai lángatomemissziós spektrométer kifejlesztése
Lomoschitz Andrea	Szakács Zoltán	ELTE Kémiai Intézet	NMR Studies on the Self-Induced Recognition of Enantiomers
Szabó Áron	Bothné Fehér Kinga	BME Gépészmérnöki Kar	Nagynyomású hatsatornás reaktorrendszer tervezése
Szi-Ferenc László	Farkas Gergely, Bakos József	PE Mérnöki Kar	Királis palladaciklusok előállítása és katalitikus vizsgálata
Varga Bence	Bagi Péter, Keglevich György	BME Vegyészmérnöki és Biomérnöki Kar	Dialkil-aryl- és triarilfoszfin-oxidok rezolválása TADDOL- és borkősav-származékokkal
Vörös-Palya Dóra	Eke Zsuzsanna	ELTE Kémiai Intézet	Nagyterefogatú injektálás kapcsolása kétdimenziós gázkromatográfiával


HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXIII. No. 12. December

CONTENTS

<i>The Hungarian Chemical Society's statement on the draft of the new Basic National Curriculum issued on August 31, 2018</i>	366	„I am sending my best wishes”	382
<i>A teacher of engineer origin</i>	368	FERENC FAIGL	
ÉVA DANCSÓ		<i>My remembrances of George A. Olah</i>	383
<i>Hungarian food industry in the changing world</i>	371	PÉTER HUSZTHY	
ZOLTÁN LAKNER		<i>ELTE-Crystallab – the X-Ray crystallographic laboratory at ELTE</i>	384
<i>Selected doctoral research results at the Department of Brewing and Distilling, Szent István University</i>	375	VERONIKA HARMAT	
QUANG NGUYEN DUC, ATTILA SZÖLLŐSI, VUONG NGUYEN DUC, GABRIELLA STYEVKÓ, ERIKA BUJNA, JUDIT REZESSY SZABÓ, and ÁGOSTON HOSCHKE		<i>Covalent protein-ligand interactions in pharmaceutical chemistry</i>	386
<i>Lipid science and grain industry research at the Department of Grain and Industrial Plant Technology, Szent István University</i>	379	GYÖRGY M. KESERŰ	
LÁSZLÓ SOMOGYI, ANITA SOÓS, TEKLA IZSÓ, ERZSÉBET BOGNÁR, KATALIN KÓCZÁN MANNINGER, ILDIKÓ SZEDLJAK, and KATALIN BADA KERTI		<i>Thoughts and concerns of a research chemist</i>	390
<i>George A. Olah's legacy</i>		TIBOR BRAUN	
<i>A prophecy and encounters</i>	382	<i>Sounds of Christmas</i>	392
GYÖRGY POKOL		GÁBOR LENTE	
		<i>Chembits</i>	394
		GÁBOR LENTE	
		<i>News of the Month</i>	396
		<i>Chemistry in Europe, 2018–4</i>	397



Magyar Kémiaoktatási Díj, 2018

A díj átadási ünnepsége ez évben október 10-én, Gedeon napján volt az MTA Vörösmarty-termében – szép gesztusként tisztelegve ezzel is a Richter-gyár alapítója emlékének.

Dr. Szántay Csaba, a Magyar Kémiaoktatásért Alapítvány kuratóriumának elnöke bevezetőjében örömmel említette meg, hogy immár 19. alkalommal ünnepelehetjük a legkiválóbb kémiatanárokat. Egyebek mellett a kémiatanárok is hozzájárultak ahhoz, hogy a magyar gyógyszeripar még a sokszor emlegetett autópárt is megelőzi innovációban. A pozitív hangulat ellenére emlékeztetett arra is, hogy nincs minden rendben a természettudományos és ezen belül a kémiaoktatás területén. Elegendő csak a Magyar Kémikusok Lapja ez évi márciusi száma címlapján is látható tanári korfára pillantani: a kémiatanárok jelentős hányada inkább a nyugdíjához, mint a diplomája átvételéhez áll közelebb. Öröm viszont, hogy ebben az évben is a fiatalabb korosztályhoz tartozó kémiatanárokat köszönhetünk, és reméljük, hogy a jövő években is így lesz ez. *Dr. Pellionoiszné dr. Paróczai Margit*, a Richter Gedeon Nyrt. emberierőforrás-igazgatója felhívta a figyelmet arra, hogy a jó kémiatanár tanít is és nevel is, ahogyan ez a jelen díjazottak méltatásából is kiderül, és ahogyan ezt az ő hajdani nagy hírű kémiatanára, *Becker Istvánné* (Radnóti Gimnázium) is tette.

Kiss Péter közel húsz éve a szentesi Szent Erzsébet Katolikus Általános Iskola tanára. Munkájával felkelti a természettudományok iránti érdeklődést tanulóiban, kiemelten kezeli a kevésbé tehetséges diákok segítségét, de fontosnak tartja a tehetséggondozást is. A Curie Alapítvány kémiaversenyének területi vezetője, a tehetségtanács tagja és lektori feladatokat is ellát. Méltán mondhatjuk, hogy ő is – mint oly sok más általános iskolai tanár – a háttérben tevékenykedő megalapozója a későbbi, reflektorfénybe kerülő látványos kémiai tanulmányi sikereknek. *Pöheimné Steininger Éva* már több éve a neves győri Révai Miklós Gimnázium és Kollégium tanára. Minden korábbi iskolájában, és a jelenlegiben is, vezető szerepet vállal az új tanítási módszerek, tantervek fejlesztésében. Mindezt folyamatos önképzéssel és magasabb szintű (főiskolai, egyetemi) oktatómunkájával is megerősíti. Részt vett az Öveges Programban, és részese az Irinyi-kémiaverseny megyei fordulójának lebonyolításának is. Tehetséggondozó munkája eredményeként diákjai sikeresen szerepelnek a különböző tanulmányi versenyeken. *Pulai Gáborné* tanári munkássága a vegyipari szakképzéshez kapcsolódik, a Veszprémi Szakképzési Centrum Ipari Szakgimnáziumának tanára. Az elmúlt években irányította a helyi tantervek kidolgozását és bekapcsolódott a vegyész szakmai tanterv elkészítésébe is. Diákjait szakkörökön készíti fel a tanulmányi versenyekre, beleértve a vegyipari szakképzés versenyeit is (Irinyi-kémiaverseny, OKTV, SZÉTV, OMTV), amelyeken diákjai országos első helyezéseket is szereznek. Két diákja nemzetközi szinten is kiválóan szerepelt, az egyik 2017-ben a Grand Prix Chimique-en 2. helyezést ért el. *Zagyi Péter* a Németh László Gimnáziumban (Budapest) tanít. Tanári munkájában elsődleges jelentőségűnek tartja, hogy mindenki számára elérhetővé és elérhetővé tegye a kémiát, ugyanakkor segíti a tehetséges diákok kibontakozását is. Tanítványai a hazai tanulmányi versenyeken (Hevesy- és Irinyi-versenyek, OKTV) mindig sikeresen vesznek részt, egyikük a Nemzetközi Kémiai Diákolimpián ezüstérmét is szerzett. 2010-től az OKTV versenybizottságának ügyvezető elnöke, és neve a Középiskolai Kémiai Lapok főszerkesztőjeként is sokak számára jól ismert.

A Kémiaoktatásért-díj átadó ünnepsége lassan valódi kulturális eseménnyé is alakul. *Kubik Anna* Kossuth-díjas színművésznő Szent-Györgyi Albert gondolatait idézte, miszerint az emberek közötti különbség döntően a nevelésből, az agy „programozásából” származik. A tudás és a kultúra hajdani előrevivítőit többet tanulhatunk, mint a történelem sokszor emlegetett „hírességeitől”. A díjátadókat minden évben kísérő zene pedig immár igazi hangversennyé nőtte ki magát. *Dr. Szakács Zoltán* és *Dr. Marosi Attila* zongora- és fuvolaművészek nemcsak a klasszikusokat szólaltatták meg, de zárásként – a kémia frissességét és a kémiaoktatás jövőjében való bizakodást megidézve – fűrgedzsesszmuzsikának is örülhetünk. A zene és a tudomány összefügg: mindkét koncertező művész egyben a Richter-gyár kiváló műszeres analitikusa is.

Gratulálunk a díjazottaknak!

Kívánjuk, hogy minden évben hasonló kiváló jelöltek legyenek!

Riedel Miklós



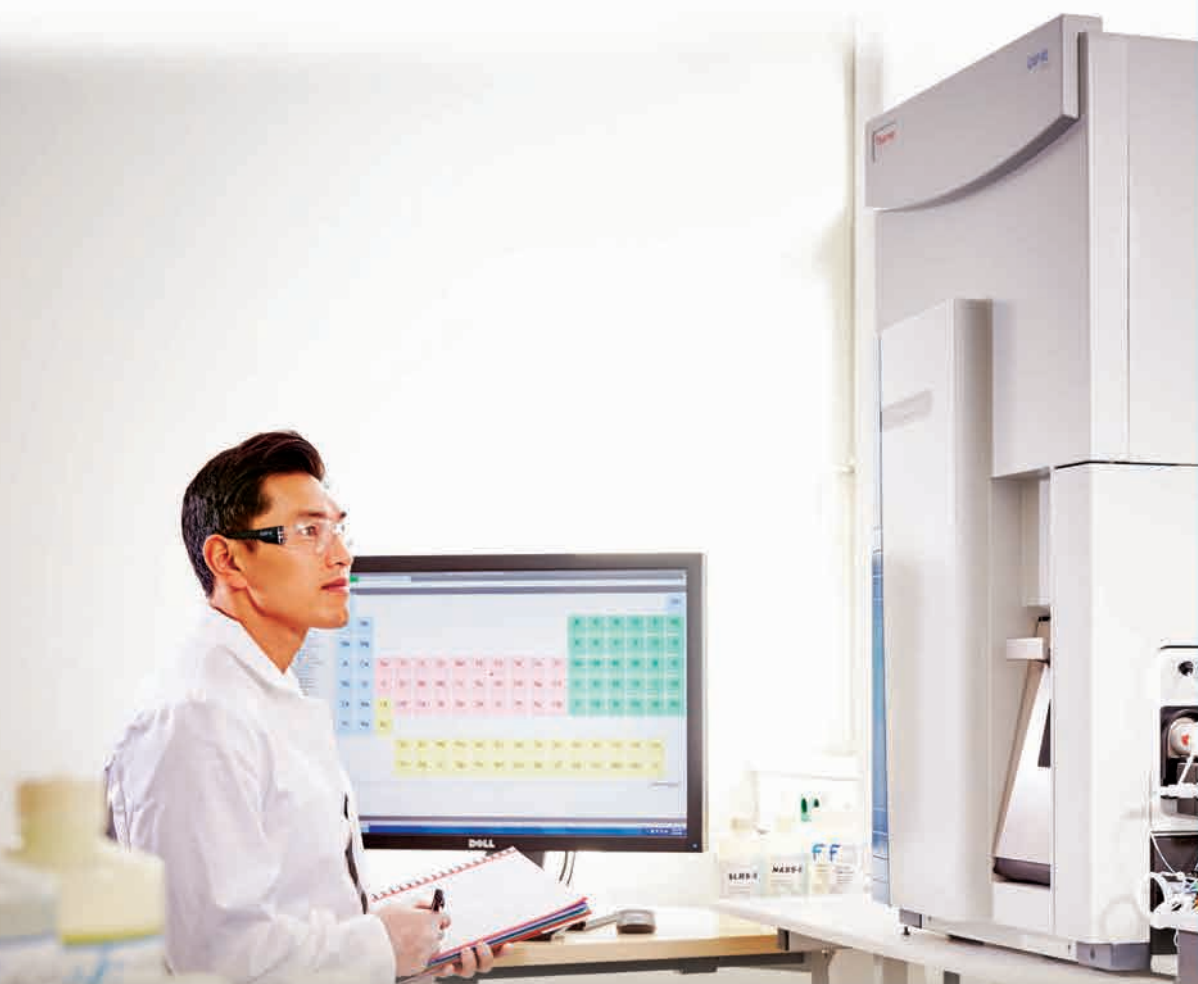
A Magyar Kémiaoktatási Díj 2018. évi díjazottjai (az első sorban): Kiss Péter, Pöheimné Steininger Éva, Pulai Gáborné, Zagyi Péter. A második sorban: Riedel Miklós, Fogarasi József (kuratóriumi tagok), Pellionoiszné Paróczai Margit, Szántay Csaba

Egy drámaian más ICP-MS

A **Thermo Scientific iCAP RQ ICP-MS** analitikai teljesítményben és az egyszerű kezelhetőségben drámaian különbözik a korábbi készülékektől. Az új RQ Cell flatapol technológia a jelenleg elérhető legjobb kimutatási határokat biztosítja a teljes analízis idő akár 50%-os csökkenése mellett. A néhány kattintással elérhető automatizált beállítások segítségével gyorsan fejleszthet megbízható mérési módszereket, anélkül hogy az ICP-MS technika szakértője lenne. Az egyszerű karbantartás és a rendkívül kompakt méretek költséghatékony üzemeltetést biztosítanak.

nyomelem analízisre

• thermofisher.com/icaprq



ICE 3000 AA család
Innovatív dizájn, automatikus váltás a láng és grafitkémence üzemmódok között



iCAP 7000 Plus ICP-OES család
Az elérhető legnagyobb teljesítményű ICP-OES megbízható rutin multielemes analízisre



iCAP RQ ICP-MS
Kiemelkedő teljesítményre, termelékenységre és egyszerű használatra tervezve



iCAP TQ ICP-MS
Valódi hármas kvadrupol ICP-MS a nagy kihívást jelentő mintákra

Kizárólagos képviselő:

UNICAM Magyarország Kft.

1144 Budapest, Kőszeg utca 27.

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

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

UNICAM



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

2018. évi 73. évfolyamának

névmutatója



Szerkesztőbizottság:

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
SZÉPVÖLGYI JÁNOS (a Szerkesztőbizottság elnöke)
TÖMPE PÉTER
ZÉKÁNY ANDRÁS

Felelős szerkesztő:

KISS TAMÁS

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

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete
1015 Budapest, Hattyú u. 16. 2/8.

Felelős kiadó:

ANDROSITS BEÁTA ügyvezető igazgató

A Magyar Kémikusok Lapja
a Magyar Kémikusok Egyesületének – a MTESZ tagjának –
folyóirata és hivatalos lapja
A MAGYAR VEGYIPAR VÁLLALATAINAK
TÁMOGATÁSÁVAL

A

A Magyar Kémikusok Egyesületének állásfoglalása az új Nemzeti Alaptanterv 2018. augusztus 31-én kiadott tervezetéről.....	366
Abrankó László: Élelmi polifenolok. <i>Egy sokszínű molekulacsoport (Élelmiszer-alkotók kémiája)</i>	345
Adányiné Kisbocskói Nóra, lásd Tömösköziné Farkas Rita.....	334
Ajtai Tibor, lásd Bozóki Zoltán.....	64
Amtmann Mária, lásd Csóka Marianna.....	338
Antal-Szalmás Lajosné: Mit tettem mint kémiatanár? A „kréta-kémiától” a kutatásalapú tanítás-tanulásig.....	306

B

Badakné Kerti Katalin, lásd Somogyi László.....	379
Bagdi Attila, lásd Bihari Zsolt.....	43
Bagi Anna Lujza, lásd Szentmiklóssy Marietta Klaudia.....	356
Baginé Timári Sarolta, lásd Bihari Zsolt.....	43
Baranyai Lajos: Nukleáris és radiokémia (<i>Könyvismertetés</i>)..	281
ifj. Bárczy Zoltán: Egy könyv margójára (<i>Bárczy Zoltán: Ide vésem fiam. ...; könyvismertetés</i>).....	313
Benedek György: Orvosi Nobel-díj a cirkadián ritmust meghatározó molekuláris mechanizmusok felfedezéséért (<i>Nobel-díj, 2017</i>).....	74
Berki Mária, lásd Tömösköziné Farkas Rita.....	334
Bihari Zsolt – Bagdi Attila – Baginé Timári Sarolta – Háda Viktor: Terápiás fehérjék karakterizálása: az elsődleges szerkezet vizsgálata tömegspektrometriával (<i>Analitikai kémia – 2018</i>)..	43
Bizottságok beszámoló (MKE Küldöttközgyűlés – 2018).....	222
Bognár Erzsébet, lásd Somogyi László.....	379
Bozóki Zoltán – Szabó Anna – Ajtai Tibor – Szabó Gábor: A fotoakusztikus gázdetektálás gyakorlati alkalmazásai (<i>Analitikai kémia – 2018</i>).....	64
Braun Mihály – Galbács Gábor: Aktuális kutatási irányzatok az induktív csatolású plazma-tömegspektrometriában (<i>Analitikai kémia – 2018</i>).....	60
Braun Tibor: Biobányászat, biokioldás bemutatása. Mikroorganizmusok szerepe és alkalmazása fémek kioldására ércekből...4	
Braun Tibor: Rubik-kockával a világűr kutatásban. Ionos folyadékokkal hajtott nanoműholdak.....	96
Braun Tibor: Kritikus helyzetben a világ ritkaföldfém-ellátása. Mítosz vagy valóság?.....	120
Braun Tibor: Megkésett elismerés. Csipkerózsikák és királyfik a kémiai szakirodalomban.....	156
Braun Tibor – Nagy Miklós: Miért nem Ramsden-emulzióknak nevezik a Pickering-emulziókat? Kolloidkémiai oknyomozás...194	
Braun Tibor – Simig Gyula: A whisky kémiája. A világ legnépszerűbb erjesztett szeszpárlatának íz-, illat- és aromaváltozatossága...269	
Braun Tibor: Indigókémia és indigókékfestés térben és időben. Több ezer éves textilektől a denim farmernadrágig.....	317
Braun Tibor: Beszámoló egy kutatóvegyész aggodalmairól.....	390
Bujna Erika, lásd Nguyen Duc Quang.....	375
Buzás Ilona: A „Magyar Tudósok” sorozat kémikusoknak ajánlott kötetei a Lexica Kiadó gondozásában (<i>Könyvismertetés</i>)..248	

C, Cs

Czakó Gábor, lásd Tasi Gyula.....	178
Csapó Edit, lásd Dékány Imre.....	146

Csóka Mariann – Amtmann Mária: Illatos kémia. Élvezeti cikkek aroma-összetételének vizsgálata (<i>Élelmiszer-alkotók kémiája</i>)..338	
Csupor Dezső: Tanulni, tanulni, tanulni.....	127
Csupor Dezső: Tejjallergia és protonok (<i>Ködpiszkáló</i>).....	253
Csupor Dezső: Szorongáskeltő gyógyszerek – a valzartán-ügyről szakmai szemmel (<i>Ködpiszkáló</i>).....	314

D

Dancsó Éva: Kívülről jött pedagógus (<i>Közoktatás – tanári fórum</i>).....	368
Darvas Béla – Székács András: A glyphosate. Első rész. Alkalmazás és környezetanalitika.....	186
Darvas Béla – Székács András: A glyphosate. Második rész. Toxikológia és ökotoxikológia.....	244
Darvas Béla – Székács András: A glyphosate. Harmadik rész. Víták az újraengedélyezés körül.....	273
Dékány Imre – Csapó Edit – Kónya Zoltán – Hernádi Klára – Kukovecz Ákos: Nanokémiai és nanotechnológiai kutatások a Szegedi Tudományegyetem Kémiai Intézetében (<i>Hazai kutatóműhelyek bemutatkozása</i>).....	146
Dormán György: Kémia nélkül a „kőkorszakban” élénk? (Pavláth Attila, Choon H. Do (szerk.): <i>Kémia: múltunk, jelenünk és jövőnk; könyvismertetés</i>).....	312

E

Enyedy Éva Anna, lásd Kiss Tamás.....	114
---------------------------------------	-----

F

Faigl Ferenc: „Küldöm legjobb kívánságaim” (Oláh György emléke és öröksége).....	382
Fizil Ádám, lásd Kiss Róbert.....	49

G, Gy

Gajda Tamás, lásd Kiss Tamás.....	114
Galbács Gábor, lásd Kövér Katalin.....	38
Galbács Gábor, lásd Braun Mihály.....	60
Gáspár Attila: Kromatográfiás töltetek alkalmazása mikrofluidikai csipekben (<i>Analitikai kémia – 2018</i>).....	56
Gergely Árpád László: Fizikai Nobel-díj a gravitációs hullámok első közvetlen megfigyeléséért (<i>Nobel-díj, 2017</i>).....	76
Gombás Vilmos: László Károly (1924–2017).....	138
Görög Sándor: Gondolatok Beck Mihály utolsó könyvéről (<i>Életbeszélgetések Beck Mihállyal, válogatott írások; könyvismertetés</i>).....	104
Gubicza László: Alternatív energiaforrások (<i>Bélafiné Bakó Katalin: Mikrobiális üzemanyagcellák; könyvismertetés</i>).....	26
Gyurcsik Béla, lásd Kiss Tamás.....	114

H

Háda Viktor, lásd Bihari Zsolt.....	43
Hargittai István: Oláh György és egy október hajnali telefonhívás (Oláh György emléke és öröksége).....	152
Harmat Veronika: Röntgenkristallográfiai laboratórium az ELTE Kémiai Intézetében: <i>ELTE-Crystallab</i>	384
Hazai László: Ciklopropángyűrűvel kondenzált Vinca alkaloidiok. Oláh György-emlékülés (Oláh György emléke és öröksége).....	237

Hernádi Klára, lásd Dékány Imre.....	146
Horváth Dezső, lásd Tasi Gyula.....	178
Hoschke Ágoston, lásd Nguyen Duc Quang.....	375
Huszthy Péter: Emlékeim Oláh Györgyről (Oláh György emléke és öröksége).....	383

I

Inzelt György: Wilhelm Ostwald és a fizikai kémia születése.....	282
Izsó Tekla, lásd Somogyi László.....	379

J

Jakusch Tamás, lásd Kiss Tamás.....	114
Jancsó Attila, lásd Kiss Tamás.....	114

K

Kálai Tamás: Hideg Kálmán (1934–2018).....	138
Kapitány János Sándor – Tóth Zoltán: Nyitottan az új tudásra, elméletekre és képességekre. Beszélgetés Onno De Jong professzorral. Első rész.....	162
Kapitány János Sándor – Tóth Zoltán: Nyitottan az új tudásra, elméletekre és képességekre. Beszélgetés Onno De Jong professzorral. Második rész.....	198
Keglevich György: „Politikailag még sokat kell vele foglalkozni” (Szalai Barnabás Tamás: A Fasori Gimnáziumtól a Műegyetemig. Liptay György életútja; könyvismertetés).....	133
Keglevich György: Békássy Sándor (1941–2017).....	138
Keglevich György: Petneházy Imre (1940–2018).....	256
Keglevich György: Oláh György „tanainak” felhasználása az oktatásban (Oláh György emléke és öröksége).....	310
Keglevich Kristóf: Kémiatörténet a kémia tanításában. Ötletek kémiatanároknak óráik színesítésére. Második rész.....	9
Kerezsi János, lásd Varga Tünde.....	154
Keserű György Miklós: Kovalens fehérje-ligandum kölcsönhatások a gyógyszerkémiaiban.....	386
Kiss Andrea: Tíz éremmel tért haza a magyar válogatott Moszkvából.....	okt. B3
Kiss János: Felületkémiai kutatások a Szegedi Tudományegyetemen. A nanométerestől az atomi szintű felületanalízisig (Hazai kutatóműhelyek bemutatkozása).....	80
Kiss János: In memoriam Solymosi Frigyes (1931–2018).....	296
Kiss Róbert – Fizil Ádám – Szántay Csaba: Az NMR-spektroszkópia szerepe a biológikumok analitikájában (Analitikai kémia – 2018).....	49
Kiss Tamás: A Gamboa-Winkler-díj 2017. évi kitüntetettje: Mátyus Péter.....	2
Kiss Tamás – Gajda Tamás – Enyedy Éva Anna – Gyurcsik Béla – Jakusch Tamás – Jancsó Attila: Bioszervetlen kémiai kutatások a Szegedi Tudományegyetem Kémiai Intézetében (Hazai kutatóműhelyek bemutatkozása).....	114
Kiss Tamás: Átadták a Rátz Tanár Úr Életműdíjakat.....	141
Kiss Tamás: A Magyar Kémiaoktatásért Díj két kitüntetettje: Kertész Éva és Karasz Gyöngyi.....	241
Kiss Tamás: Mások számára is érdekes dolgokat tudok írni. Beszélgetés Lente Gábor egyetemi tanárral, tudományos íróval.....	266
Kóczánné Manninger Katalin, lásd Somogyi László.....	379
Kocsy Gábor, lásd Simonné Sarkadi Livia.....	351

Kónya Éva, lásd Tömösköziné Farkas Rita.....	334
Kónya Zoltán, lásd Pusztai Péter.....	70
Kónya Zoltán, lásd Dékány Imre.....	146
Kövér Katalin – Ritz Ferenc – Galbács Gábor: Szerkesztői köszöntő (Analitikai kémia – 2018).....	38
Közhasznúsági jelentés (MKE Küldöttközgyűlés – 2018).....	216
Kukovecz Ákos, lásd Pusztai Péter.....	70
Kukovecz Ákos, lásd Dékány Imre.....	146
Kutasi Csaba: 180 éve született Ernest Gaston Solvay, az ipari szódagyártás kifejlesztője.....	132
Kutasi Csaba: A kékfestő textilmintázás és kémiai vonatkozásai.....	190
Kutasi Csaba: Hídszerkezetek folyamatos monitorozása száoptykás szenzorral.....	329

L

Lakner Zoltán: A magyar élelmiszeripar a változó világban (Élelmiszeripari körkép).....	371
Lente Gábor: Vegyészletelek.....	24, 100, 136, 172, 202, 254, 294, 324, 394
Lente Gábor: Bizonytalan emlékek a 2017-es IgNobel-díjakkoról.....	293
Lente Gábor: Karácsony hangjai.....	392

M

Magyarfalvi Gábor: 52. Mengyelejev Diákolimpia.....	206
Magyarfalvi Gábor: Fél évszázados a Nemzetközi Kémiai Diákolimpia.....	szept. B3
Mednyánszky Zsuzsanna, lásd Simonné Sarkadi Livia.....	351
Molnár Árpád: Egy kiváltságos lehetőség: Oláh György munkatársa voltam (Oláh György emléke és öröksége).....	110

N, Ny

Nagy Gábor Zsolt, lásd Simonné Sarkadi Livia.....	351
Nagyné Gasztonyi Magdolna, lásd Tömösköziné Farkas Rita.....	334
Náray-Szabó Gábor: Gyászbeszéd Kálmán Alajos felett.....	102
Nguyen Duc Quang – Szöllősi Attila – Nguyen Duc Vuong – Styevkó Gabriella – Bujna Erika – Rezessyné Szabó Judit – Hoschke Ágoston: Válogatás a SZIE Sör- és Szeszipari Tanszéken készülő PhD-kutatások eredményeiből (Élelmiszeripari körkép).....	375
Nguyen Duc Vuong, lásd Nguyen Duc Quang.....	375
Nyulási László: Nagy József (1926–2018).....	256

P

Pálinkó István: Az ötvenedik Irinyi János Középiskolai Kémia-verseny döntője.....	204
Pálinkó István: Főtitkári beszámoló (MKE Küldöttközgyűlés – 2018).....	210
Pálinkó István – Sipos Pál: A Szegedi Tudományegyetem Kémiai Intézetében működő Anyag- és Oldatszerkezeti Kutatócsoport tevékenységének és eredményeinek bemutatása (Hazai kutatóműhelyek bemutatkozása).....	232
Petz Andrea: Kémiaversenyek a mai magyar közoktatásban (Közoktatás – tanári fórum).....	302
Pokol György: Jólslat és találkozások (Oláh György emléke és öröksége).....	382

Próder István: Magyar vonatkozású kémia- és vegyipartörténeti évfordulók.....15
 Pusztai Péter – Kukovecz Ákos – Kónya Zoltán: Kémiai Nobel-díj a krio-elektronmikroszkóp feltalálásáért (Nobel-díj, 2017).....70

R

Rác László: Dízelgázolajok (Hancsók Jenő – Illés Zoltán – Sági Dániel: Korszerű motor- és sugárhajtómű üzemanyagok II.; könyvismertetés).....26
 Rákóczi Melinda, lásd Szakmány Csaba.....128
 Rákóczi Melinda, lásd Szakmány Csaba.....166
 Rakszegi Marianna, lásd Szentmiklóssy Marietta Klaudia.....356
 Rezessyné Szabó Judit, lásd Nguyen Duc Quang.....375
 Riedel Miklós: Jelentős magyar siker a 13. Grand Prix Chimique vegyésztudományi diákolimpián.....33
 Riedel Miklós: Átadták a Magyar Kémiaoktatásért díjakat.....104
 Riedel Miklós: Magyar Kémiaoktatási Díj, 2018.....dec. B3
 Ritz Ferenc, lásd Kövér Katalin.....38

S

Silberer Vera: Fáradhatatlan újtó. Beszélgetés Rusznák István professzor emeritusszal.....249
 Silberer Vera: A problémát kell megtalálni. Beszélgetés Tim Hunt Nobel-díjas biokémikussal.....315
 Simig Gyula, lásd Braun Tibor.....269
 Simonné dr. Sarkadi Livia: Jegyzőkönyv a Magyar Kémikusok Egyesülete 2018. május 25-i Küldöttközgyűléséről (MKE Küldöttközgyűlés – 2018).....213
 Simonné Sarkadi Livia – Mednyánszky Zsuzsanna – Toldi Dávid – Nagy Gábor Zsolt – Kocsy Gábor: Aminosavak és biogén aminok az élelmiszer-minőség és -biztonság tükrében (Élelmiszer-alkotók kémiaja).....351
 Simonyi Miklós: Oláh György világa (Oláh György emléke és öröksége).....279
 Sipos Pál, lásd Pálinkó István.....232
 Sohár Pál: Elhunyt Kálmán Alajos kémikus, az MTA rendes tagja, Egyesületünk volt elnöke.....102
 Somogyi László – Soós Anita – Izsó Tekla – Bognár Erzsébet – Badakné Kerti Katalin – Kóczáné Manninger Katalin – Szedlák Ildikó: Lipidtudományi és gabonaipari kutatások a Gabona és Ipari Technológiai Tanszéken (Élelmiszeripari körkép).....379
 Soós Anita, lásd Somogyi László.....379
 Sörös Csilla, lásd Varga Emese.....360
 Styevkó Gabriella, lásd Nguyen Duc Quang.....375

Sz

Szabó Anna, lásd Bozóki Zoltán.....64
 Szabó Gábor, lásd Bozóki Zoltán.....64
 Szakmány Csaba – Rákóczi Melinda: „Premistry” természettudományos népszerűsítő sorozat. Első rész.....128
 Szakmány Csaba – Rákóczi Melinda: „Premistry” természettudományos népszerűsítő sorozat. Második rész.....166
 ifj. Szántay Csaba, lásd Kiss Róbert.....49
 ifj. Szántay Csaba: Személyes élmények Oláh György professzorral (Oláh György emléke és öröksége).....183
 Szedlák Ildikó, lásd Somogyi László.....379

Székács András, lásd Darvas Béla.....186
 Székács András, lásd Darvas Béla.....244
 Székács András, lásd Darvas Béla.....273
 Székvölgyi János, lásd Varga Tünde.....154
 Szentmiklóssy Marietta Klaudia – Bagi Anna Lujza – Varga Balázs Hoangnam – Rakszegi Marianna – Tömösközi Sándor – Török Kitti: A gabonafajták bioaktív összetevőinek jellemzésével kapcsolatos kutatások (Élelmiszer-alkotók kémiaja).....356
 Szöllősi Attila, lásd Nguyen Duc Quang.....375

T

Tasi Gyula – Czakó Gábor – Horváth Dezső – Tóth Ágota: Elméleti kémiai és nemlináris dinamikai kutatások a Szegedi Tudományegyetem Kémiai Intézetében (Hazai kutatóműhelyek bemutatkozása).....178
 Toldi Dávid, lásd Simonné Sarkadi Livia.....351
 Tolvaj Petra: Coca-Cola: mítoszok és a valóság.....91
 Tomasz Jenő: Néhány gondolat Schiller Róbert könyvének lapozgatása közben (A kételkedés gyönyörűsége; könyvismertetés).....174
 Tóth Ágota, lásd Tasi Gyula.....178
 Tóth Zoltán, lásd Kapitány János Sándor.....162
 Tóth Zoltán, lásd Kapitány János Sándor.....198
 Tömösközi Sándor, lásd Szentmiklóssy Marietta Klaudia.....356
 Tömösközine Farkas Rita – Berki Mária – Kónya Éva – Nagyné Gasztonyi Magdolna – Zalán Zsolt – Adányiné Kisbocskói Nóra: Bioaktív molekulákra alapozott kutatások a NAIK ÉKI-ben. Első rész. Metabolitok vizsgálata (Élelmiszer-alkotók kémiaja).....334
 Török Kitti, lásd Szentmiklóssy Marietta Klaudia.....356

U

Urbányi Zoltán: A biológikum-analitika kihívásai (Analitikai kémia – 2018).....29

V

Varga Balázs Hoangnam, lásd Szentmiklóssy Marietta Klaudia.....356
 Varga Emese – Sörös Csilla: Az igazi átváltozóművészek: peszticid-metabolitok és maszkolt mikotoxinok élelmiszereinkben (Élelmiszer-alkotók kémiaja).....360
 Varga Hanna: Magyarországról Szingapúron át Amerikába...287
 Varga Tünde – Kerecsi János – Székvölgyi Zoltán: Termékláncbővítés a MOL-ban. A MOL Petrolkémia Butadién üzeme két éve termel.....154
 Varga Veronika: Környezetkémiai kutatások az életminőség javítása érdekében.....29
 Villányi Attila: 14. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia.....febr. B3

W

Wagner Ödön: A „Magyar Tudósok” sorozat IX. kötete (Új iparág – a semmiből. Életút-beszélgések Nagy Józseffel; könyvismertetés).....207

Z

Zalán Zsolt, lásd Tömösközine Farkas Rita.....334