

A TARTALOMBÓL:

- A kémia mágikus lövedékei
- Fúziós energiatermelés
- Covid-19: antivirális szerek
- Innovatív anyagkombinációk
- Tudomány-e az ismeretterjesztés?

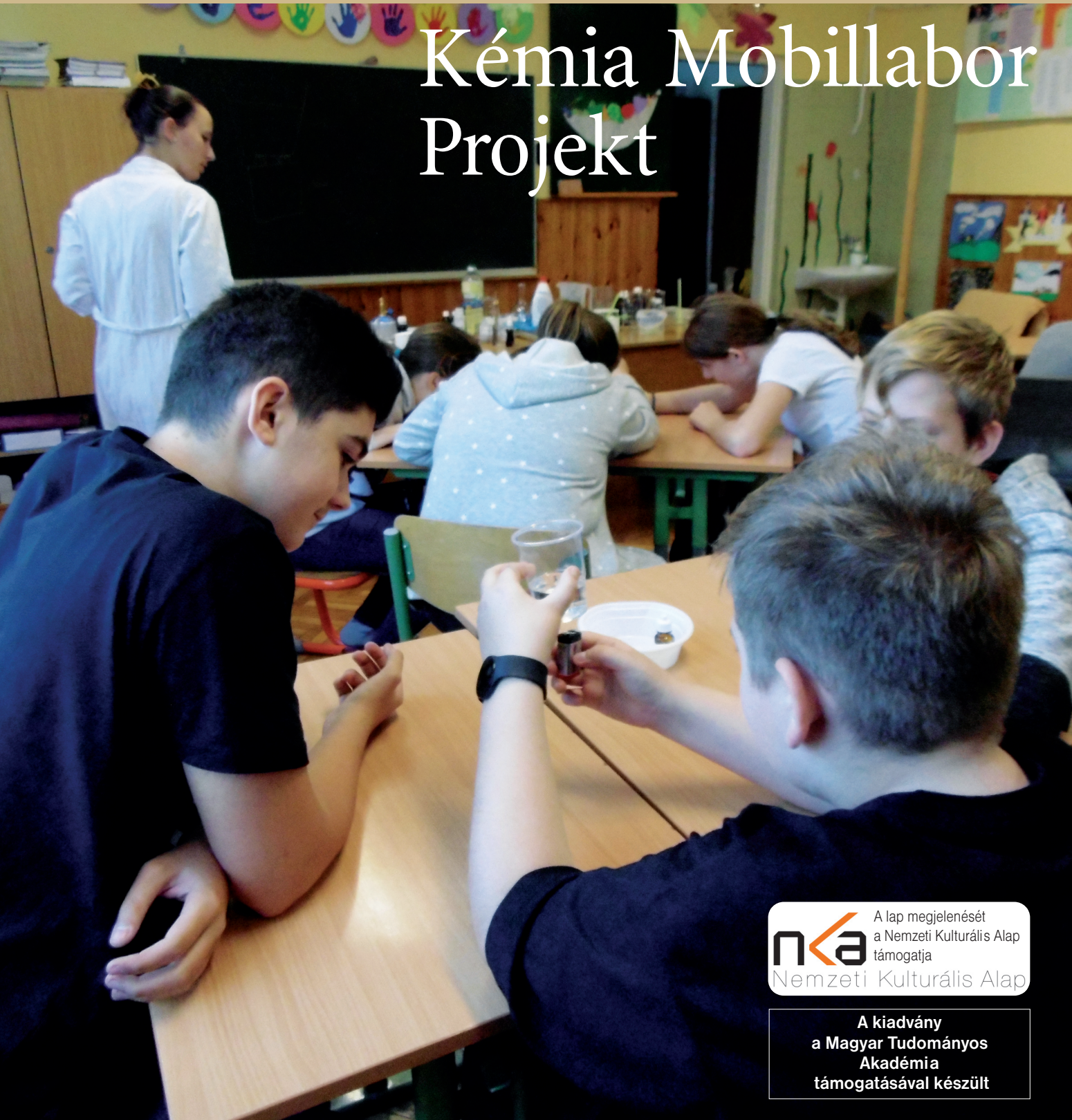


MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA



A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXV. ÉVFOLYAM • 2020. JÚLIUS–AUGUSZTUS • ÁRA: 1700 FT

Kémia Mobillabor Projekt



A lap megjelenését
a Nemzeti Kulturális Alap
támogatja
Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány
a Magyar Tudományos
Akadémia
támogatásával készült

UNICUBE elem analizátor

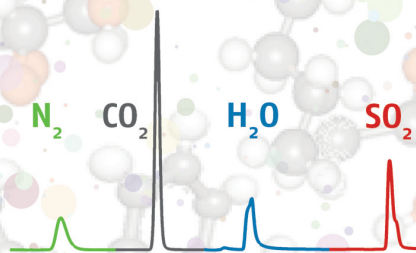


Elemanalízis soha nem volt egyszerűbb

C - H - N - S - O - Cl



a szerkezetkutatás és a minőségellenőrzés nélkülözhetetlen eszköze



- * TPD technológia: biztos elválasztás, éles peak detektálás
- * digitális, zavarmentes mérőjel
- * 10 év kemence-garancia !
- * 10 év detektor-garancia !

- Extrém széles dinamikus méréstartomány: 0,1mg-1g
- Vakmentes golyóscsapos rendszer (szabadalmaztatva)
- Akár 12000:1-es C:N és C:S elemtartalom arányú minták meghatározása
- Egyetlen kalibráció minden mintára - évekig stabil
- Széleskörű variálhatóság és bővíthetőség
- Alacsony költségek, egyszerű kezelés
- Integrált 120 pozíciós automata mintaváltó
- Minimális és szerszám-mentes karbantartás
- Biztonságos, felügyelet nélküli automata működés, 24/7 órás, folyamatos üzem
- Szilárd és folyadék mintákhoz



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

Szerkesztőség:

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

Szerkesztők:

ANDROSITS BEÁTA, BANAI ENDRE,
LENTE GÁBOR, NAGY GÁBOR,
PAP JÓZSEF SÁNDOR, RITZ FERENC,
ZÉKÁNY ANDRÁS
Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:

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

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

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

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

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete
Az előfizetési díjak befizethetők a CIB Bank
10700024-24764207-51100005 sz.
számlájára „MKL” megjelöléssel
Előfizetési díj egy évre 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 számainak 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.2020.07-08

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



A vírusjárvány miatt elinduló digitális oktatás erre a tanévre befejeződött. A vészhelyzet kihirdetésével egyik napról a másikra bevezetett állapot váratlanul érte az oktatásban résztvevőket az alsó fokról a felső fokig, a pedagógusoktól a tanulókig és szüleikig, akik az első napok bizonytalankodásai után egyre jobban beleszoktak az új oktatási módszertanba. Külső segítséget nem sokat kaptak: volt a Kréta, az elmúlt évek során kidolgozott kapcsolattartási rendszer és néhány digitális tananyag, de a feladat nagy része a tanárok napi aktivitásán, kreativitásán, innovációján múlott. Beszélgetve tanárokkal és zömmel a felhasználókkal kiderült, hogy elég jól megbirkóztak a feladattal. Persze voltak olyanok is, akiknek az energiájából csak a házi feladatok kiküldésére és határidőre való kíméletlen

begyűjtésére futotta, de a többség a tananyag érdekes, fiatalok számára vonzó feldolgozására törekedett, rendszeres számonkérése, bár valljuk be, valamivel kevésbé szigorú értékelése mellett. Sok használható oktatási anyag jelent meg „amatőr” segítőktől szabad felhasználásra az internet különböző közösségi fórumain. Mindez, különösen a folyamat elején, a szülők aktív részvételét igényelte az új oktatási forma zavartalan megvalósulásában, de az idő múlásával a gyerekek egyre kevesebb szülői segítséget kértek a digitális iskolába járáshoz. Csak a barátok, az osztálytársak hiányoztak nagyon.

Ha másik értékelést is olvasunk az interneten, persze megismerhetjük, hogy nagyon nagy különbségek voltak a digitális oktatás formája között a nagyvárosokban és a hátrányos helyzetű kistérségek falvaiban, ahol a szükséges technikai feltételek (számítógép, sokszor a folyamatos áramszolgáltatás) nem álltak rendelkezésre. Volt, ahol a tanári ambíció vagy a szükséges szülői segítség hiányzott. Ezen a téren van még tenivaló. Ez politikai, gazdasági és társadalmi kérdés, ami túlmutat a beköszöntő és a lap hatáskörén. Azért emlékeztetnénk olvasóinkat, hogy a kormányzat éveken ezelőtt létrehozta a digitális oktatásért felelős kormányzati megbízotti státust, és sok milliárd forint költségvetési támogatást allokált a feladatok elvégzésére.

Az viszont megfogalmazható, hogy rengeteg tapasztalat gyűlt össze a kreatív tanároknak, és ráéreztek a digitális oktatás fontosságára, előnyeire, amit kár volna veszni hagyni: most kellene ütni a vasat, és egy kis nyári szabadság után, hogy megérdemelten kipihenjék az elmúlt három hónap megfeszített munkáját, folytatni ezt a tevékenységet, hogy tapasztalataikat és a digitális oktatás módszertanát a jövőben bármikor elővehető formában rögzítsék. Úgy vélem, többükkel beszélgetve, ehhez most megvan a kedv, az ambíció. Kár volna legközelebb ismét nulláról kezdeni.

Tudomásunk szerint az oktatási kormányzat szeptembertől az új NAT bevezetését erőltetné, tehát a szeptemberi tanévközdés előtti időszakot a fentiek helyett a nemszeretem feladat elvégzésére kellene fordítaniuk. Egy olyan NAT bevezetésével kellene foglalkozni, amely módszertanában sem a 21., hanem jó esetben is a 19–20. század elvei szerint akarná tanítani-nevelni a már régen a digitális korban élő nemzedéket. Érdemes volna átgondolni, mi az oktatásügy fontosabb és időszzerűbb feladata a szeptemberi tanévközdés előtt. Még van idő ezen gondolkodni és megfontolt döntést hozni.

Magyarország, 2020. július

Kiss Tamás
felelős szerkesztő

TARTALOM

KÖZOKTATÁS – TANÁRI FÓRUM	
Szakmány Csaba, Holtzer Péter: Kémia Mobillabor Projekt	206
VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY	
<i>IUPAC-centenárium</i>	
A kémia lehetővé teszi a „mágikus lövedék” megalkotását	209
Csak a fúzió termelhet elég energiát	210
Covid-19 – hol vannak a hatékony antivirális szerek?	213
Kutasi Csaba: Innovatív anyagkombinációk műszaki textíliák és egyéb alkalmazások céljára	214
Kihívások és eredmények. Beszélgetés Szilágyi Imre Miklóssal	218
Zádori Antal: A légszűrő szerkezete és működése	221
KITEKINTÉS	
Lente Gábor: Tudomány-e az ismeretterjesztés?	223
Braun Tibor: Lenyűgöző ionos folyadékok. A szakirodalom exponenciális növekedése	226
Magó Károly: Legendák és tények a „magyartarkáról”	230
JUBILEUM: AZ MKL 75. ÉVFOLYAMA	
Magyar Károly: A vegyipar fejlődése (1957)	235
Kutasi Csaba: Magyar Károly cikke a vegyipar fejlődéséről	237
MEGEMLÉKEZÉS	
Poppe László: Nógrádi Misi és a sztereo-kémia – <i>In memoriam</i> Nógrádi Mihály	242
KÖNYVISMERTETÉS	
Lente Gábor: Íratlan szabályaink (Érdi Péter: <i>Ranking</i>)	244
VEGYÉSZELETEK	
Lente Gábor rovata	246
A HÓNAP HÍREI	248



Címlapunkon:
Kémia Mobillabor
Projekt



Szakmány Csaba¹ – Holtzer Péter²

¹ ELTE Trefort Ágoston Gyakorló Gimnázium

² A Természettudományos Oktatásért Szabó Szabolcs Emlékére Közhasznú Alapítvány



Kémia Mobillabor Projekt

A kémia mobillabort Szabó Szabolcs és Hobinka Ildikó működtette korábban. 2019-ben az ötlet alapján A Természettudományos Oktatásért Szabó Szabolcs Emlékére Közhasznú Alapítvány egy Kémia Mobillabor Projektet indított útjára. Ennek keretében az idei tanévben 13 kémiatanár járta az országot egy-egy mobillabor-láddával, hogy kémiai kísérleteket mutasson be olyan diákoknak, akiknek erre másképp nem lenne lehetőségük. Az eredeti tervek szerint idén összesen több mint 100 kísérletbemutató keretében közel 3000 „hátrányos helyzetű” diák látott, illetve végezhetett volna el kémiai kísérleteket. Az iskolák márciusi bezárása és a távoktatásra átállás azonban átmeneti leállításhoz vezetett a program 70 százalékánál, így eddig 71 település iskoláiban kb. 2100 tanulóhoz sikerült eljutni. Az Alapítvány a távoktatás keretében videófelvételeket tett közzé honlapján számos kísérletről. Több támogató anyagi hozzájárulásával sikerült a projektet útjára indítani. A visszajelzések után igen jónak mondható a mobillabor fogadtatása. A fenntartásához, továbbviteléhez és továbbfejlesztéséhez azonban további támogatókat keresünk.

A Kémia Mobillabor eredete és múltja

Szabó Szabolcs 1985-ben végzett a Budapesti Fazekas Mihály Gimnázium matematika tagozatán, ahol kémiára Hobinka Ildikó tanította. Ezt követően az ELTE TTK-n szerzett kémia, matematika és fizika szakos tanári diplomát, majd visszatért alma materébe, ahol 1991 és 2007 között tanított kémiát. Ebben az időszakban járta együtt az országot, sőt a határon túli magyar vidéket is egykori tanárával, Hobinka tanárnővel, „mobillaborozva”. Újszerű kísérleteket mutatott be, felhívta a vidéki kis iskolák tanulóinak figyelmét a kémiára, a természettudományokra, és segítette az őket tanítók munkáját is.

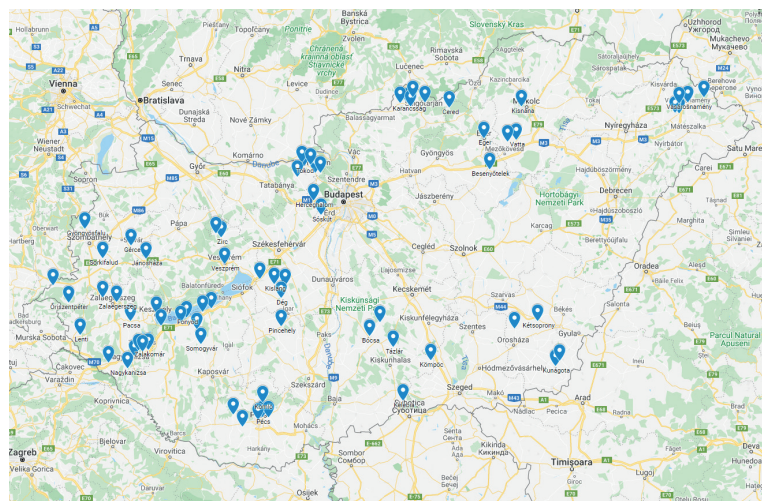
Kémia Mobillabor 2019-ben

Szabó Szabolcs 2017 elején váratlanul elhunyt. Barátai, egykori osztálytársai, tanítványai ezután létrehozták A Természettudományos Oktatásért Szabó Szabolcs Emlékére Alapítványt, amelynek egyik tevékenysége az egykor nagy sikerű Kémia Mobillabor továbbgondolása. (Az Alapítvány ezenfelül komplex természettudományos versenyek szervezésével, egyetemi hallgatók nemzetközi konferencia-részvételének támogatásával és más, a tanárutánpótlást elősegítő tevékenységekkel is foglalkozik.) A fő cél továbbra is az volt, hogy olyan diákok is láthassanak legalább egyszer tanulmányaik során kémiai kísérleteket, akiknek ez valamilyen okból másképp nem adatik meg: tanárihiány vagy az iskolai szertár hiányos felszereltsége miatt. Azért ezeket az iskolákat céloztuk meg, mert hisszük, hogy itt is sok, természettudományokban tehetséges diák tanul, akiknek éppen csak egy kis inspiráció kell ahhoz, hogy ezen a pályán elinduljanak, és ők legyenek a jövő vegyészei, vegyészmérnökei, gyógyszerészei, technikusai, kémiatanárai.

Az új helyzet azonban új megoldást kívánt. A 2019-ben útjára indított Kémia Mobillabor Projekt keretében 13 kémiatanár kezdte el az országot járni 13 láddával, hogy eljuttassanak kémiai kísérleteket az arra „rászoruló” diákokhoz. Az eredeti tervek szerint a tanév során minden tanár 8 alkalommal tartott volna kísérletbemutatót valamelyik általa választott általános iskolában. Így

össességében 104 foglalkozásra került volna sor a tanév végéig, azaz több mint 3000 olyan diák látott, illetve végzett volna el kémiai kísérleteket, akinek másképp erre nem volna lehetősége (átlagosan 30 diák/alkalom részvétellel számolva). A távoktatásra történő áttérés március közepén a Mobillabor programot is átmenetileg megakasztotta annak 70 százalékánál, s így 71 település iskoláiban kb. 2100 tanulóhoz jutottak el a bemutatók¹. Ezt követően az Alapítvány számos kísérletnek a bemutatók alkalmával rögzített filmfelvételével, azoknak a honlapon (<http://sz2a.hu/>) történő nyilvánosságra hozatalával igyekezett a távoktatáshoz hozzájárulni.

Kémia Mobillabor szerte az országban



¹ Az alábbi településekre jutott el eddig a program: Karancsság, Pacsa, Kétsoprony, Endrefalva, Pécs, Ságújfalu, Bócsa, Tokod, Tát, Tázlár, Eger, Zirc, Vásárosnamény, Zalakomár, Kisláng, Leányvár, Lenti, Kiszána, Gércs, Zalaegerszeg, Nagykanizsa, Kálóz, Bogád, Nagyesztergár, Salgótarján, Nagyszénás, Komló, Pusztadobos, Somogyvár, Fonyód, Veszprém, Pincehely, Kelebia, Óriszentpéter, Besenyőtelek, Keszthely, Kunagota, Csaroda, Balatonszentgyörgy, Balatonfenyves, Gyöngyösfalu, Balatonszemes, Dég, Nagyrécsa, Csapi, Páhi, Jánosháza, Sósút, Galambok, Cered, Nagysáp, Nyírmada, Bágod, Dorog, Karancseszki, Vatta, Herceghalom, Piliscsév, Balatonlelle, Lengyeltóti, Beszék, Szentgotthárd, Ilk, Kömpöc, Sorkifalud, Bükkösd, Szabadszentkirály, Lepsény, Almáskamarás, Tard és Borzavár.



Ez a nagy lépték természetesen komolyabb szervezettséget igényelt. Ennek érdekében elkészült egy lektorált *Tanári segédanyag*, mely két kísérletsorozat egyenként 12 kísérletének leírásait tartalmazza módszertani kiegészítésekkel, ötletekkel, bal-esetvédelmi utasításokkal. Emellett a projektben részt vevő tanárok kiválasztása pályázatos formában történt meg, törekedve arra, hogy lehetőleg az ország minél nagyobb területe legyen lefedve. A tanárok a kísérletbemutatókért jelképes tiszteletdíjat kapnak, valamint az utazási költségük megtérítését.

Másik nagy feladat volt a kísérletekhez szükséges eszközök és vegyszerek összeírása, költségvetés készítése, valamint az eszközök és anyagok megrendelése az összesen 104 bemutatóhoz. A beszerzéseket szerencsére sikerült viszonylag egyszerűen, néhány beszállítótól megoldani, akik közül volt, aki rögtön vásárlási kedvezményt is felajánlott támogatásképpen. Nagy munka volt az eszközök és anyagok szétosztása a 13 ládába.

A projekt indítása és folyamata

2019. szeptember 21-én a *Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium* kémia-termében indítottuk útjára a Kémia Mobillabor Projektet. Összehívtuk a részt vevő 13 kémia-tanárt, akiknek először *Hobinka Ildikó* és *Rakota Edina*, a Fazekas volt és jelenlegi kémia-tanárai tartottak kísérletbemutatót. Ezután *Szakmány Csaba*, a kísérletek összeválogatója és a mobillaboros láda összeállítója tartott „kiképzést” a kísérletek elvégzésének trükkjeiről, a láda tartalmáról, majd néhány kísérletet élőben is bemutatott. Ezen a továbbképzésen került sor a szerződések aláírására és a ládák átadására.

A kísérletbemutatók sorozata néhány nappal az indulás után, október elején megkezdődött. A kollégák visszajelzése alapján mindenhol nagy érdeklődéssel, örömmel fogadták őket a gyerekek, akik jellemzően a másfél-két órás foglalkozások alkalmával fokozatosan oldódnak, és vesznek részt egyre inkább a munkában. A mobillaboros tanároktól, illetve a fogadó tanároktól kapott visszajelzésekből bemutatunk egy rövid válogatást (lásd a keretes írást).

A láda

A tanári segédanyag két tematikus kísérletsort ír le, elég tág mértékkel annak érdekében, hogy a lehető leguniverzálisabban használható legyen. Mindkét kísérletsor 12 kísérletet tartalmaz. A dobozban ezeknek a kísérleteknek az elvégzéséhez szükséges eszközök és anyagok találhatóak, megfelelő mennyiségben. A dobozban elhelyezett vegyszerek mennyisége annyi, hogy mindkét kísérletsor 4–4 alkalommal elvégezhető.

A kísérleteket bemutató tanár szabja meg, hogy a kísérletek közül melyiket mutatja be, melyiket hagyja ki, milyen mélységű magyarázatot fűz hozzájuk. Ehhez figyelembe kell venni a részt vevő diákok létszámát, előzetes ismereteit, életkorát, a terem felszereltségét és a rendelkezésre álló időt.

Fontos, hogy nemcsak látványos, hanem tanulságos kísérletek is szerepelnek, ezért is szükséges, hogy a kísérletek bemutatását minden esetben kövesse tanári magyarázat. Mivel a kísérletek jó része közvetlenül kapcsolódik az iskolai ismeretekhez, ezért a tanári segédanyag a magyarázatokat nem tartalmazza, a tanárookra bízunk, hogy saját szokásaik szerint megalkossák azokat. Egy-két különlegesebb anyagnál, kísérletnél szerepelnek támpontok a magyarázathoz.

A ládával elvégezhető kísérletek listája:

1. KÍSÉRLETSOR: LEVEGŐ, OXIGÉN, ÉGÉS, OXIDÁCIÓ

1. Elefántfogkrém
2. Vízbontás elemmel (tanulói)
3. Durranógáz előállítása és tulajdonságai
4. Szén-dioxid előállítása és tulajdonságai
5. Izzó papír (tanulói)
6. Benzin oltása
7. Alkoholrakéta
8. Égő, de el nem égő papír
9. Kék lombik
10. Sósavszökőkút
11. Jódóra
12. Kukacok a homokból (fekete kígyó)

2. KÍSÉRLETSOR: VÍZ, SAVAK, BÁZISOK, FÉMEK

1. Vízfóralás alacsony hőmérsékleten
2. Vízugár eltérítése
3. Kromatográfia barna filctollal (tanulói)
4. Képfestés indikátorokkal, savval, lúggal (tanulói)
5. Lávalámpa
6. Vasszegből rézszeg
7. Ezüstbevonat készítése szőlőcukorral
8. Lángfestés
9. Fémek égése
10. „Légpárnás” pénzérme
11. Vas+kén
12. Cink+kén



A kísérletek összeválogatásakor az alábbi szempontok érvényesültek:

- Két általános téma köré csoportosuljanak
- A megértésükhöz szükséges ismeretanyag ne haladja meg az általános iskolai és középiskolai tananyagot
- Látványos, érdekes, de tanulságos kísérletek legyenek
- A kísérletek könnyen és gyorsan előkészíthetők, kivitelezhetőek és elpakolhatóak legyenek
- Minél kevesebb veszélyes anyag legyen szükséges, lehetőleg a termékek között se legyenek ilyenek (az eszközök és anyagok vásárlásakor is törekedtünk arra, hogy környezetbarát termékeket használjunk)
- Ne legyen szükség elemi jódra²
- Minél kevesebb helyi szükséglet legyen (fülke, Bunsen-égő stb.)
- Minél kevesebb frissen pótlendő (könnyen megromló) anyagra legyen szükség
- Ne legyen szükség élelmiszer felhasználására a kísérletekhez

A láda tartalma számokban, tételes felsorolás nélkül:

- 56 féle, összesen közel 150 db laborszerszám
- 9 féle fogyóeszköz
- 41 féle vegyszer

Támogatás

A Kémia Mobillabor Projekt indulását 2019-ben pénzügyi hozzájárulással támogatta a *Richter Gedeon Nyrt.*, a *Bau-Haus Kft.*, a *Japonica Holding Kft.* és a *77 Elektronika Kft.*, valamint magán-személyek. Jelenleg is több más reménybeli támogatóval folyta-

² Az elszublimált jód ugyanis beszennyezheti a többi vegyszert, és barna elszíneződést, lerakódást okoz az eszközökön, vegyszeres dobozokon, címkéken.



tunk egyeztetéseket, s van, ahol már csak a szerződés véglegesítése várat magára. Az eszközök és anyagok beszerzésénél professzionalizmusával és vásárlási kedvezménnyel támogatónk volt a *Szkarabeusz Laboratóriumi Kft.* Ezenfelül számos gyógyszer-tártól kaptunk felajánlásokat. Köszönet érte! Ezek a cégek azért, hogy a Projekt nemes célkitűzéseit kívánták támogatni, felismerték, hogy cselekedni kell annak érdekében, hogy elegendő fiatal válassza továbbtanulási irányként a természettudományokat, ezen belül is a kémiát.

További **támogatókat keresünk** annak érdekében, hogy a *Kémia Mobillabor Projekt* a sikeres indulás után a következő tanévekben is megvalósuljon. A projektet fenntartható pályára kívánjuk állítani, de ehhez folyamatos támogatásokra lesz szükség. Sőt, amint erre lehetőség nyílik, szeretnénk a Mobillabor kiterjeszteni más tantárgyak (főleg a fizika) és környezetvédelmi témák felé is. Tapasztaljuk a jelentős érdeklődést, amelyet nemcsak az iskolák visszajelzései mutatnak, de az a tény is, hogy eredeti felhívásunkra mintegy 40 érdeklődő kémiatanár jelentkezett szerte az országból, és közülük első menetben csak a

harmadukat tudtuk kiválasztani anyagi okokból – de ezt a kört bővíteni szeretnénk. Már csak azért is, mert az idei tanévben az ország nem egy hátrányos helyzetű régiójába még nem tudtunk eljutni.

Ennek érdekében elsősorban pénzbeli felajánlásoknak örülünk, akár céges szinten, akár magánszemélyektől. Cégek esetén szívesen vállaljuk a szponzorként való megjelenítést.

Ezenfelül örömmel veszünk minden felajánlást, amelyik laborszakosokhoz vagy vegyszerekhez való ingyenes, illetve kedvezménnyel történő hozzájárulást segíti.

Az Alapítvány honlapja: <http://sz2a.hu/>

Az Alapítvány elérhetősége: info@sz2a.hu

Az Alapítvány számlaszáma: I6200106-11603384 (Magnet Bank)

Előre is köszönjük leendő támogatóink felajánlását! ●●●

IRODALOM

A Mobillabor Projektéről szóló tájékoztató és folyamatosan bővülő beszámoló az Alapítvány honlapján: <http://sz2a.hu/ujraindul-a-kemia-mobillabor/>

A Tanári Segédanyag letölthető formában: <http://sz2a.hu/wp-content/uploads/K%C3%A9mia-Mobillabor-Seg%C3%A9danyag-Tan%C3%A1roknak-honlapra.pdf>

Néhány visszajelzés mobillaboros tanároktól

„Nagy szeretettel vártak, a hetedik és a nyolcadikosok is ott voltak. Nincs kémiatanár, a gyerekek még laborszakosokat sem láttak élőben. Az elején féltek is kicsit, aztán belejöttek szépen.”

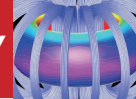
„Nagyon jól sikerült a bemutató, a gyerekek is nagyon élvezték, szeretnék, ha máskor is lenne ilyen! Hátrányos helyzetű településről van szó, és sajnos az iskolába más településről kijáró 72 éves kolléga nem mutat be kísérleteket, így elgondolkodva a mai napon arra jutottam, hogy lehet, hogy ezek a gyerekek ezeken a kísérleteken kívül nem is láttak több kísérletet, és még az is elképzelhető, hogy a továbbtanulásuk során sem sok kísérletet fognak látni, főleg ha nem is lesz az iskolájukban kémiatanítás. Szóval azt gondolom, nagyon jó helyre került ez a bemutató! Mivel ez volt az első alkalmam, nagyon izgultam, egészen az első kísérletig! Utána megnyugodtam, és én is nagyon jól éreztem magam, jó érzés volt látni a gyerekek örömeit! Köszönöm szépen, hogy lehetőséget kaptam erre!”

„Egy aprócska falusi iskolában, a nyolcadik osztályban tartottam a bemutatót, egy hiányzás volt, így kilenc gyerek volt jelen. Mivel kevesen voltak, sok kísérletet saját maguk is megcsinálhattak. A termék nem tette lehetővé a tanórai kísérletezést, ezért most nagy öröm volt számukra, hogy elvittük nekik. Ismételt élmény volt!”

„Megtartottam saját iskolámban az első bemutatót. Saját tanítványaimnak mutattam be, akik nem hátrányos helyzetűek a kémia szempontjából, mert biológia tagozatosok, eggyel több az átlagnál a kémia is. Kíváncsi voltam a véleményükre. Rendkívül gondos volt az előkészítés, köszönet érte, hatalmas! A diákok azt mondták, ha ezeket megcsinálom egykori iskolájukban, a mostani diákoknak tátva marad a szájuk, és ezzel még azok is egyetértettek, akiknek volt bőven része kísérletben általános iskolában.”

„Nagyon jó kezdeményezés, a gyerekek szó szerint ki vannak éhezve a kísérletekre. Én személy szerint be is vonom néhány kísérletbe a tanulókat, még a nem kifejezetten tanuló-kísérletekbe is. Sajnos sok iskolában probléma a szakos ellátottság hiánya. Igazi befogadó közösségbe csöppentem. Most debütált a szünet alatt készített kis asztalkám, melyet a jobb láthatóság miatt készítettem, és viszem magammal a bemutatókra.”

„Kis iskola lévén, a 7. és 8. évfolyamos gyerekek (26 fő) együtt nézhették végig a Mobillabor-bemutatót. Délelőtt, tanítási időben fogadott az iskola, 1 tanítási óra és a szünet állt rendelkezésemre. Nagyon jól éreztem magam, és a gyerekek aktivitásából levont következtetésem az, hogy ők is hasonló érzésekkel mentek a következő órára.”



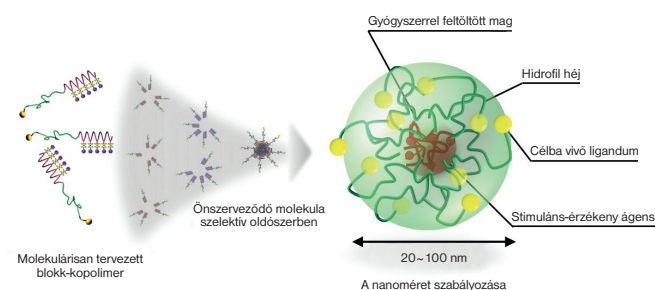
IUPAC-centenáriumi



Az IUPAC 2019-es centenáriumi elhangzott előadásokból angol nyelvű összeállítást¹ közölt a Francia Kémiai Társaság lapja. Itt jelent meg **Kazanori Kataoka**, a kavaszkai Nanomedicina Innovációs Központ (ICONM) főigazgatójának és a Tokói Egyetem Jövőbeli Kezdeményezések Intézete professzorának írása a „mágikus lövedékekről”, illetve **Bernard Bigot**, az ITER Nemzetközi Kísérleti Termonukleáris Reaktor főigazgatójának cikke a fúziós energiatermelésről, amelyeket alább ismertetünk.

A kémia lehetővé teszi a „mágikus lövedék” megalkotását²

A 20. század elejétől, mióta Paul Ehrlich fiziológiai vagy orvosi Nobel-díjas tudós megalkotta a „mágikus lövedék” koncepcióját, a gyógyszerek szelektív eljuttatását a test célzott helyeire, a tudományos közösségnek ez az egyik legfontosabb kihívása. Sok gyógyszert különböző anyagok kombinációiból fejlesztettek ki a gyógyszer célba juttatásának érdekében, azonban ezek a kísérletek súlyos nehézségekbe ütköztek: ilyenek például a vérkeringésben való elegendően hosszú élettartam, a sokféle gyógyszeradagolásból adódó korlátok, a nem kontrollálható gyógyszer-felszabadulás a célszervben és a felhalmozódás okozta toxicitás miatti aggodalom. Az 1980-as évek elején ezeket a problémákat új megközelítéssel próbáltam megoldani, ami szintetikus kémikusi háttérrel adódott. Ennek eredményeként, a mag-héj rendezett szerkezetű egységek képződésére alapozva, melyeket – molekulárisan szerkesztett amfifil blokk-kopolimerekből képezett – polimer micelláknak nevezünk, újszerű gyógyszer nanohordozó molekulákat állítottunk elő egységes mérettartományban (~10 nm-es nagyságrend), mely a vírusok mérettartományába esik (**1. ábra**) [1–3]. Manapság ezeket polimer micellás nanohordozóknak nevezik, és különböző rákellenes szerek célba juttatásában használják fel [4].



1. ábra. Polimer micellás nanohordozó (PMN): molekulárisan tervezett blokk-kopolimerekből önszerveződő molekula

Amint az **1. ábrán** látható, az általunk kifejlesztett polimer micellás nanohordozó nagy sűrűségű külső héjszerkezettel rendelkezik, amely tíz–száz kifizített hidofil és flexibilis természetű polimer láncból áll, és így intravénás alkalmazás esetén hatásosan ellenáll a vér komponenseivel való nem specifikus kölcsönhatásoknak (elrejtő funkció). Ugyanakkor a belső mag nagy kohéziós erővel rendelkező polimer láncokból áll, amelyek elősegítik a micellás szerkezet stabilizálását, így a mag nanotárolóként szolgál a szállítandó gyógyszer-molekulák stabil kapszulázásához. A héjképző polimer láncok stimuláns-érzékeny jellemzőkkel ru-

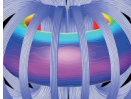
házhatók fel, ilyen például a fiziológiailag releváns anyagok (pl. glutation, glükóz, ATP) koncentrációváltozása, a pH-változás. Így módon „okos” funkciók alakíthatók ki, hogy a célhelyen bekövetkező, kis mikrokörnyezeti változások hatására a kívánt időzíttel felszabaduljon vagy aktiválódjon a bezárt gyógyszer [5].

A polimer micellás nanohordozó (PMN) kiemelkedő biztonsági tulajdonságokkal rendelkezik a toxikus krónikus felhalmozódással szemben, mivel a tárolt gyógyszer kiürülése után a PMN elveszíti stabilitását, alkotó blokk-kopolimereire disszociál, melyek biztonságosan kiválasztódnak a szervezetből. További vonzó tulajdonság, hogy a PMN alkalmas bizonyos sejtek és szövetek irányítására is különböző szerek szelektív szállítása révén (aktív célba juttatás) – oly módon, hogy target-irányító molekulákat (peptideket, antitesteket, cukormolekulákat stb.) kapcsolunk a külső héj felszínére. Megjegyzném, hogy a PMN-nel kapcsolatos kutatásaimat kezdetektől fogva a későbbi klinikai alkalmazás motiválta. Ennek érdekében a hidrofil és igen biokompatibilis polietilén-glikolt (PEG) választottam héjképző komponensként és NCA-polimerizációval előállított biodegradábilis poliaminosavat magképző komponensként [1]. Szintetikus polimerkémiai munkám (anionos gyűnyitások polimerizáció) nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a molekuláris tervezést a PEG-poliaminosav blokk-kopolimerek körében folytassuk, melyek alkalmasak lehetnek PMN-ek kialakítására különböző biomedicina-alkalmazásokhoz.

Az általunk kifejlesztett PMN-eket hidrofób rákellenes gyógyszerekkel (pacilitaxel, epirubicin) és platinakomplex-alapú rákellenes fémvegyületekkel (cisz-platin, dahaplatin) töltöttük fel és bocsátottuk különböző gyártók rendelkezésére, melyek a fázis I–III klinikai kipróbálás folyamataiban vizsgálták azokat különböző ráktípusokkal szemben Ázsiában, Európában és az USA-ban [6]. Ezekkel a klinikai fejleményekkel párhuzamosan észrevettem, hogy a klinikai esetekben a stróma sokszor dús, ami akadályozza a gyógyszerrel töltött nanohordozó tumorba való behatolását. Ez arra a gondolatra vezetett, hogy a gyógyszer hatékonyabban juthat be a stromálisan gazdag tumorokba – mint amilyen pl. a hasnyálmirigy-rák – a PMN-ek szigorú méretkontrollja esetén. Ennek érdekében olyan kémiai eljárást dolgoztunk ki, amellyel a rákellenes szerrel töltött PMN méretét 30–50 nm tartományban tartottuk, hogy kijátsszuk a behatolási határt a stromagazdag ráktípusoknál [7–8]. Mivel ez a munkánk elősegítette PMN-molekuláink klinikai kipróbálását és egyértelműen kvantifikálta a gyógyszerrel töltött nanohordozók penetrációs képességét a tumoron belüli mikroköznyezetben, jelentős figyelmet kapott a rák-nanomedicina területén. Emellett felfigyeltem a polimermicella-típusú MRI-kontrasztanyagok jelentőségére, mert ezek az anyagok detektálhatják a finom helyi pH-változásokat, ami alkalmas lehet a tumor rosszindulatú voltának jelzésére [9]. Meg-

¹ <http://www.lactualitechimique.org/numero/442>

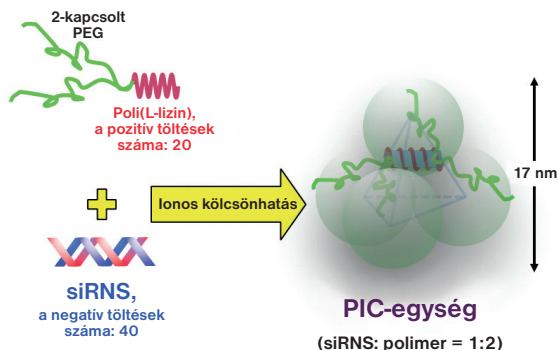
² <http://www.lactualitechimique.org/La-chimie-pour-concevoir-des-balles-magiques>



jegyzendő, hogy ezek a PMN-alapú MRI-kontrasztanyagok hasznosak lehetnek abban is, hogy megbecsüljük, mennyire hatékonyak a nanohordozók az egyes betegekben, hiszen a tumorok mikrokörnyezetében (gondoljunk például az ér- és stromális permeabilitásra) különbségek lehetnek. A gyógyszer-célbajuttatás (terápia) és a monitorozás (diagnosztika) kombinációs módszere a „teranosztika”, ami új kutatási terület, és növekvő figyelmet kap [10].

Az is igazott, hogy polimer micellák képződhetnek ionos kölcsönhatás révén is ellentétesen töltött polielektrolitok között, feltéve, hogy legalább a párok egyike blokk-kopolimer, amely töltött vagy nem töltött hidrofил szegmensekből áll. Mivel ily módon a micellák polion-komplexált magja el van szigetelve a külső környezettől, a nem töltött hidrofил héjjal elkerülhető a polion-komplex további progresszív aggregációja és így kicsapódása. Ezen elgondolás alapján 1995-ben előállítottuk az első monodiszperz polimer micellát, és elneveztük polioionos komplex micellának (PIC) [11]. Említésre méltó ebben az önfelépülő rendszerben a molekuláris felismerés szempontjából, hogy a PIC-micellák ellentétes töltésű, egyelő hosszúságú töltött szegmensekből álló blokk-kopolimerekből történő képződése folyamán szigorú lánc-hossz-felismerés történik [12]. Ez egy új molekuláris felismerési mechanizmusnak a megnyilvánulása, ami a töltött szegmensek micelláris magban való homogén eloszlásának és a külső héj/belső mag érintkezési felület világos fázis elkülönülésének követelményén alapul.

A PIC-micellák azért fontosak a nanomedicinában, mert alkalmassá teszik a „mágikus lövedék” PMN-eket elektromos töltéssel rendelkező biomolekulák, például fehérje- és nukleinsavgyógyszerek szállítására. Ennek lehetőségét az 1990-es évek végétől a 2000-es évek elejéig végzett vizsgálatainkban mutattuk ki [13–17], és a PIC-micellák ma már széleskörűen elfogadottak, mint a nanomedicina számára hasznos nanohordozók. Újabban szigorú részecskekонтроllt dolgoztunk ki a PIC-micellákra, és sikeresen igazítottuk méretüket az antitestekéhez (PIC-egység) (2. ábra) [18]. Az antitestekkel összemérhető méretnek köszönhetően a PIC-egységek könnyen elérhetik a tumor mély részeit, míg a véráramban levő oligonukleotid gyógyszerekkel ismétlődve kötődve és azoktól disszociálva, megvalósul a molekulárisan célba juttatott gyógyszeres kezelése a *makacs* rákok, például a rosszindulatú glioblasztóma (agydaganat) vagy a strómagazdag hasnyálmirigyák esetében. Továbbá a PIC-egység nagy biztonsága és könnyű képződése miatt már elérte a GMP-t (jó gyártási gyakorlat)



2. ábra. PIC-egység képződése siRNS és 2-kapcsolt PEG-polikation blokk-kopolimer töltés-egyeztetett kölcsönhatásával

kielégítő gyártási állapotot, és a klinikai tesztek 2019-ben elkezdhethetnek Japánban.

A leírt kutatási eredmények az orvostudományok, a kémia, a gyógyszerészet és a mérnöki tudományok összességén alapuló interdiszciplináris tudományterület, a nanomedicina területére esnek. A gyógyszerfejlesztés növekvően szerteágazó területté válik: a hagyományos kis molekulájú gyógyszerek mellett megjelennek a bioszimiláns gyógyszerek (pl. antitestek, gén- és nukleinsav-gyógyszerek), és sok ilyenre van szükség a bioeloszlás optimalizálására, illetve a célsejt- és szerv-szelektivitás növelése érdekében. Reméljük, hogy az általunk kezdeményezett PMN-ek – molekuláris szerkezetük sokoldalúsága révén – jelentős mértékben hozzájárulhatnak ezen új gyógyszerek alkalmazásához.

IRODALOM

[1] Kataoka K. et al.: J. Control Release (1993) 24, 119.
 [2] Kaaoka K. et al.: Drug Deliv. Rev. (2001) 47, 113.
 [3] Cabral, H. et al.: Chem. Rev. (2018) 118, 6844.
 [4] Cabral, H, Kataoka, K.: J. Control. Release (2014) 190, 465.
 [5] Murakami, M. et al.: Science Translational Medicine (2011) 3, 64ra2.
 [6] www.nanocarrier.co.jp/en/research/pipeline/index.html
 [7] Cabral, H. et al.: Nature Nanotech. (2011) 6, 815.
 [8] Matsumoto, M. et al.: Nature Nanotech. (2016) 11, 533.
 [9] Mi, P. et al.: Nature Nanotech. (2016) 11, 724.
 [10] Cabral, H. et al.: Acc. Chem. Res. (2011) 44, 999.
 [11] Harada, A. et al.: Macromolecules (1995) 18, 5294.
 [12] Harada, A., Kataoka, K.: Science (1999) 283(5398), 65.
 [13] Kataoka, K. et al.: Macromolecules (1996) 29, 8556.
 [14] Katayuse, S., Kataoka, K.: Bioconjugate Chem. (1997) 8, 702.
 [15] Harada, A., Kataoka, K.: Macromolecules (1998) 31, 288.
 [16] Oishi, M. et al.: Biomacromolecules (2003) 4, 1426.
 [17] Katsushima, K. et al.: Nature Commun. (2016) 7, 13616.
 [18] Watanabe, S. et al.: Nature Commun. (2019) 10, 1894.

Csak a fúzió termelhet elég energiát³

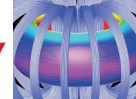
A csillagok magjában lejátszódó folyamatok utánzása új, biztonságos és fenntartható energiaforráshoz vezet, amelyből jelentős elektromos energiát nyerhetünk: ennek demonstrálására szerveződött az ITER program.

Akármilyen szcenáriókat vetítenek is elének és akármilyen energiatakarékossági intézkedéseket léptetnek is életbe, egy dolog biztos: egyre több „tisztá energiát” kell termelnünk a 21. század folyamán, hogy kielégítsük bolygónk szakadatlanul növekvő népességének igényeit. Az évszázad végén, amikor már több mint tíz-

milliárdan élhetnek a Földön, az energiaszükséglet a háromszorosára nő. A világ energiafelhasználásában az elektromos energia mai kb. 20 százalékos részesedése 50 százalékra ugrik. Ennek a szükségletnek a kielégítése az emberiség egyik legfélelmetesebb kihívása.

Nem dúskálunk a lehetőségekben. A fosszilis üzemanyagok égetése, amely lökést adott a 19. századi ipari forradalomnak, és egészen mostanáig megteremtette civilizációnk gazdasági, technológiai és társadalmi fejlődését, ma már bolygónk környezeti és éghajlati egyensúlyát veszélyezteti. A megújuló energiának, bár sok szempontból nagyon vonzó, és támogatni kell az előállítását, természetéből adódó korlátai vannak – különösen azért, mert az energiatermelés nem koncentráldódik és nem folyamatos.

³ <http://www.lactualitechimique.org/Seule-la-fusion-peut-repondre-au-defi-energetique-l-humanite-affronte>



Maghasadás

Mi maradt akkor? A nukleáris energia, pontosabban a *maghasadásból* (nukleáris fisszióból) származó energia.

Ma a fissziós erőművekből adódik a világ elektromos energiájának kb. 10 százaléka. (Franciaország a kivételek taborát erősíti: 58 reaktorának köszönhető az ország elektromos energiájának több mint 75 százaléka. Nálunk a Paksi Atomerőmű adja a Magyarországon megtermelt elektromos energia több mint felét, de importra is szorulunk.)

A maghasadás legnagyobb előnye, hogy szén-dioxid vagy más, üvegházhatást okozó gázok termelése nélkül nyújt lehetőséget jelentős energia-alapterhelés kiszolgáltatására. Az az ásványi forrás azonban, amelyen alapszik (az urán), korlátozottan áll rendelkezésre: a mai technológiák mellett két-háromszáz évig lehet elég. Rengeteg kihívással is szembe kell néznünk; a két legfontosabb a biztonság folyamatos növelése és a nukleáris hulladék hosszú távú kezelése. „Hosszú távon” több százézer évet kell értenünk a legaktívabb hasadási termékek esetében.

Néhány ország számára a maghasadásból származó energia felhasználása értékes átmeneti megoldás, amely semmiképpen sem lehet hosszú távú. A maghasadáson alapuló energiatermelés – az urándúsítástól az újrafelhasználásig és a hulladéktárolásig – nemcsak tudományos, műszaki szakértelmet és fejlett ipari infrastruktúrát, hanem erős állami intézményeket, független ellenőrzést és tartós politikai stabilitást is igényel. Ma kevés ország rendelkezik ezzel a tőkével vagy kevés képes megfelelő garanciát vállalni az atomerőművek működtetéséért. És hányan állíthatják, hogy évezredek át fenntartják azt a rendszert, amelyet a hosszú felezési idejű/nagy aktivitású nukleáris hulladék kezelése megkíván?

Szerencsére nem csak maghasadással juthatunk atomenergiához.

Magfúzió

A maghasadással ellentétben a *fúzióban* könnyű atommagok vesznek részt, és ezek egyesüléséből képződnek a nehezebb atommagok. Maghasadáskor és magfúziókor is sok energia keletkezik; mindkét folyamat látványosan illusztrálja Einstein híres egyenletét: $E = mc^2$.

A fúzió a csillagok magjának erőműve: emiatt világít a Nap öt-milliárd éve. Az 1920-as években vetődött fel (Jean Perrin, Arthur Eddington), hogy a csillagok magjában fúzió játszódik le. A következő évtizedekben a hidrogénfúziós folyamatok felismerése és értelmezése (Hans Bethe) vezetett ahhoz a nagy ívű elképzeléshez, hogy ha sikerülne mesterséges fúziós reakciókat létrehozni, akkor új, fenntartható energiaforrás állna rendelkezésre, amellyel sok energiát termelhetnénk (ahogy mondják, lehozhatnánk a Napot a Földre).

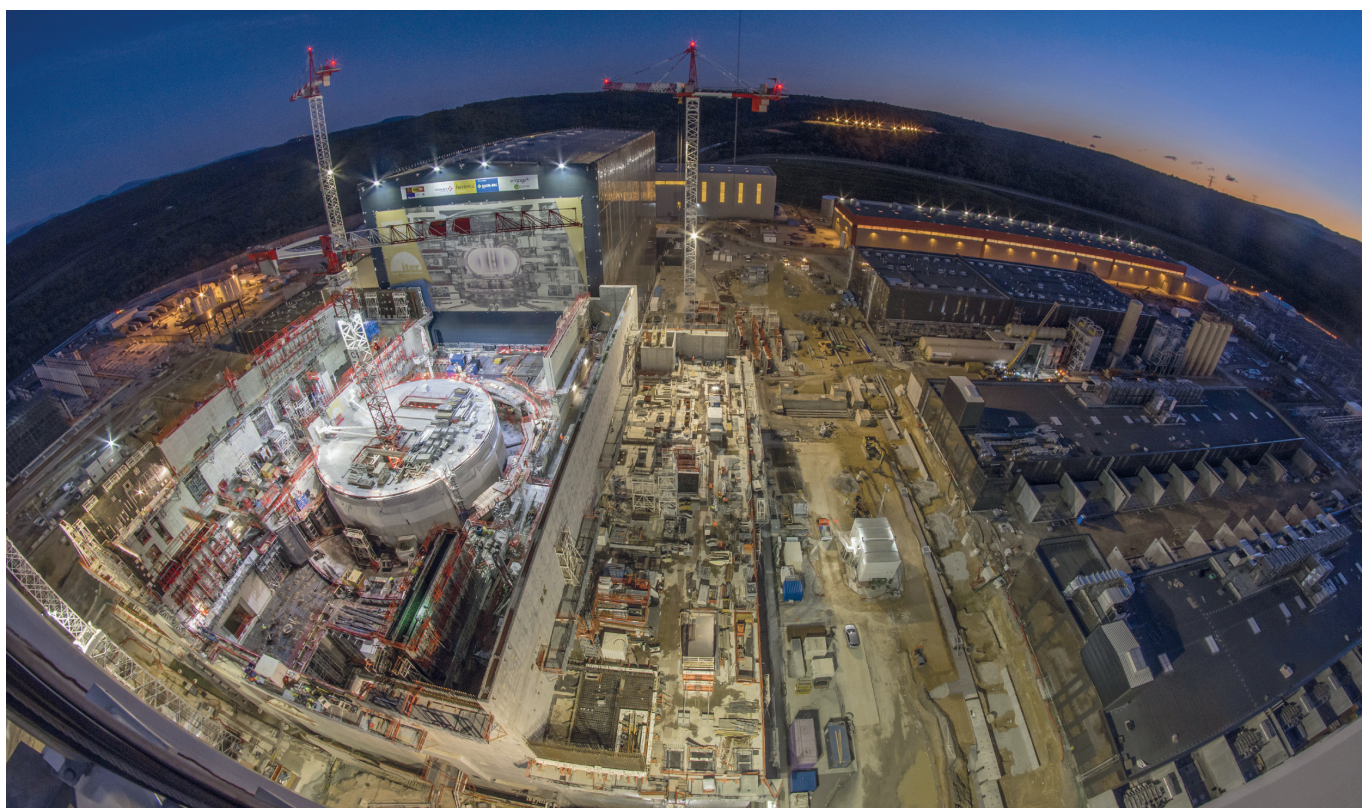
A Nap és a csillagok belsejében a gravitációs erők teremtik meg a fúzióhoz szükséges hőmérsékletet és nyomást. Ezt a csillagbéli folyamatot nem tudjuk megvalósítani a Földön. De utánzóhatjuk.

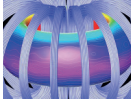
A fizikusok megállapították, hogy egy forró, kis sűrűségű ionizált gázban (plazmában) – amely azonos arányban tartalmazza a hidrogén deutérium- és tríciumizotópját, és amelyet erős mágneses tér tart össze – lejátszódhatnak a fúziós reakciók. A „kis sűrűség” ebben az esetben nagy vákuumot jelent – ez a sűrűség egymilliószor kisebb a Föld légkörének sűrűségénél. A „forró” pedig kb. 150 millió °C-t, ami tízszer melegebb a Nap magjánál. . .

A fúzióknak sok előnye van:

- A fúziós reakció természeténél fogva biztonságos: az olyanfajta balesetek, amelyek egy fissziós erőműben előfordulhatnak – megszaladó láncreakciók, a mag leolvadása stb. – fizikailag lehetetlenek egy fúziós létesítményben.

Az ITER szíve: balra a tokamak-komplexum (a 3 méter vastag, acélból és betonból készült henger veszi majd körül az ITER-tokamakot); jobbra a működéshez kapcsolódó ipari létesítmények 2018 decemberében © ITER Organization, <http://www.iter.org/>





- Az üzemanyag lényegében kifogyhatatlan: a deutériumot ki lehet vonni a vízből (kb. minden hatezredik vízmolekulában van deutérium), de a tríciumot „tenyészteni” kell, pl. a fúzióból származó neutronok és lítiummagok reakciójával. Egy 1 GW-os fúziós reaktor esetében (amelynek teljesítménye megegyezik egy átlagos fissziós reaktoréval) csak 100 kg deutériumra és három tonna természetes lítiumra van szükség évi 7 milliárd kilowattóra termeléséhez.
- A környezetre gyakorolt hatás nagyon kicsi: nem keletkezik szén-dioxid és más üvegházhatású gáz.
- Nem keletkezik hosszú élettartamú/nagy aktivitású radioaktív hulladék.

Az 1950-es évek közepén már különböző alakú, méretű és teljesítményű fúziós berendezések – például „pinch” és mágneses tükrös berendezések, sztellarátorok, tokamakok⁴ – működtek a Szovjetunióban, az Egyesült Államokban, Nagy-Britanniában, Németországban, Franciaországban és Japánban.

Ugyanebben az évtizedben fellebbent a fátyol a II. világháború előtti fúziós kutatást övező titokról. A Kelet és Nyugat közötti hidegháborús feszültség ellenére a szovjet fúziós fizikusok, akik a terület legjobbjai közé tartoztak, adataik mellett reményeiket és csalódásaikat is megosztották nyugati kollégáikkal. A nemzetközi együttműködés a fúziós kutatás fontos eleme lett, és mindmáig az maradt.

Az elképesztően bonyolult plazmafizikai kutatások és a fúziós berendezések létrehozásával és működtetésével járó műszaki kihívások közben világossá vált, hogy a fúzió használhatóságának demonstrálásához nagyon nagy berendezésre van szükség – akkorára, amelyet egyetlen ország sem képes egyedül megtervezni, megépíteni és működtetni.

Az európai JET (Joint European Torus) volt az első lépés a „nagy berendezés” felé. Ez az óriási tokamak 1983-ban jutott el az első plazmakisülésekhez. 1991-ben a JET már jelentős teljesítményt produkált. Az amerikai Tokamak Fusion Test Reactor (TFTR) is hasonló eredményeket mutatott.

A JET-ben és a TFTR-ben azonban több energia kellett a „fúziós tűz meggyújtásához”, mint amennyit a „tűz” leadott.

Az ITER

1997-ben a JET már 16 MW-nál járt. Az ipari méretű fúziósenergia-termelés egyre megvalósíthatóbb célnak tűnt, és közben a JET-nél összehasonlíthatatlanul ambiciózusabb projekt körvonalazódott, ezúttal valóban nemzetközi szinten.

Az 1980-as években kezdeményezett ITER – latinul *út* – jelentős politikai és diplomáciai lökést kapott, amikor Ronald Reagan elnök és Mihail Gorbacsov, az SZKP főtitkára 1985-ben először találkozott Genfben, ahol megállapodott a fúziós energia előállítását célzó nemzetközi együttműködés fejlesztésében.

Az ITER, az eddigi legnagyobb tokamak ma már a megvalósulás felé halad. A nemzetközi együttműködésben heten vesznek részt (Kína, EU, India, Japán, Korea, Oroszország, USA). A létesítmény Franciaországban, Aix-en-Provence-től 40 km-re északra épül, és több mint 70 százaléka már elkészült.

Várhatóan 2025-ben állítja elő az első plazmakisüléseket, és 2035-ben indul be a teljes energiatermelés. 15–20 éves működési ideje alatt a projekt feltárja az „égő plazmák” ma még ismeret-

⁴ Tokamak: toroidalnaja kamera sz magnyitnimi katuskami, tóruszkamra mágneses tekercsekkel.

⁵ Vértes Attila (szerk): Szemelvények a nukleáris tudomány történetéből. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2009.

A kémia központi szerepet játszik majd az ITER sikerében

Bernard Bigot

Fizikai kémikusi végzettségemnél fogva, a Kémia Háza Alapítvány elnökeként és minden idők legnagyobb és legambiciózusabb energiatermelő projektjének 2015-ben kinevezett főigazgatójaként büszkén jelentem ki, hogy a kémia központi szerepet játszik majd az ITER sikerében. Rendkívül szigorúan szabályozott kémiai folyamatokat kell üzembe helyeznünk a szükséges izotópok szétválasztása és újrafelhasználása, a nagy tisztaságú anyagok és a leghatékonyabb katalizátorok előállítása érdekében. Az ITER követelményei és minőség-ellenőrzési eljárásaink szigorú előírásai elkerülhetetlenül ösztönözni fogják ezt a területet, és nagy lehetőségeket kínálnak mind a kutatás, mind az ipar számára.

len területeit, validálja a fúziós erőmű technológiáinak integrált működését, az új anyagokat, a kísérleti tríciumtenyésztési technológiákat, és „felrajzolja” egy fúziós erőmű biztonsági karakterisztikáit. Az ITER lesz az első fúziós berendezés, amely már valóban energiát termel: 50 MW fűtőteljesítmény betáplálása mellett 500 MW fúziós teljesítményt ad le.

Mivel az ITER tagországai lényegében „természetbeni juttatással” járulnak hozzá a rendszer fejlesztéséhez, az ipar a legkülönbözőbb területeken tehet szert kompetenciára és tapasztalatra: ilyen például a kriogenika, a vákuumtechnológiák, a szupravezetők, az legmodernebb robotika és a távoli kezelés, a teljesítményelektronika, az ultranagy frekvenciás jelátvitel.

Az ITER konstrukciója közben az ITER-tagok már a következő generációs berendezés, a DEMO előkészítésén dolgoznak. Ma még nem tudjuk, hogy a DEMO-t nemzetközi együttműködésben, de kevesebb résztvevővel, vagy „országos szinten” építik-e meg. Mindenesetre 2040 körül a DEMO – amely az ITER működéséből szerzett tapasztalatokon alapuló ipari prototípus lesz – beléphet a műszaki tervezés fázisába, és megnyithatja az utat a fúziós rendszerek fejlődése felé.

Ha az ITER beváltja a hozzáfűzött reményeket, a 21. század második felének elején rákapcsolhatják a hálózatra az első fúziós erőművet.

Magyar fúzió

A magyar szakemberek régóta részt vesznek a magfúziós kutatásokban. „A fúziós álom”-ról Zoletnik Sándor, akit húsz éve „Mr. Fúzió”-nak is hívtak, érdekes fejezetet írt Vértes Attila tudománytörténeti könyvébe⁵. 2019-ben négy MTA-kutatóintézet, egy egyetem és tizenegy ipari vállalkozás megalapította a Magyar Magfúziós Technológia Platformot. A szervezet célja a magfúziós energetikai kutatások jobb koordinálása és a magyar ipari részvétel fokozása.

Az ITER építésén ma is dolgoznak magyar mérnökök, akiknek arról kell gondoskodniuk, hogy az ITER-be építendő kábelek megfelelően működjenek – egészen a projekt végéig. A már évek óta üzemelő német W7-X sztellarátornál magyar videodiagnosztikai rendszer „közvetítette” az első plazmakisüléseket. Magyar és nemzetközi kutatócsoportok hazai fejlesztésű mérőberendezéseket használnak például a JET, a dél-koreai KSTAR és a kínai EAST berendezés mellett. A Wignerben fejlesztik azt a kamerarendszert, amely első európai mérőeszközként kerül az idén elinduló JT-60SA nevű EU–Japán tokamakra.



Covid-19 – hol vannak a hatékony antivirális szerek?

Francia társlapunk májusi számában összeállítást közöl „A Covid-19 és a kémia” címmel. Írásunk **Bernard Meunier**, a toulouse-i koordinációs kémiai kutatólaboratórium korábbi vezetőjének cikkén alapszik. Meunier professzor szabadon hozzáférhető dolgozata számos hivatkozást tartalmaz, amelyeket itt nem ismételünk meg (<http://www.lactualitechimique.org/Covid-19-ou-quand-le-manque-d-antiviraux-efficaces-devient-un-probleme-mondial>).

2020-ban egy RNS-vírus forgatja fel az életünket. Ilyen vírusok okozzák például az influenzát, az AIDS-et (még mindig nincs vakcina ellene!), a SARS-ot (súlyos akut légzőszervi szindrómát). Az egyszálú RNS-vírusok közé sorolják a rhinovírusokat is, amelyek a „simá” megfázáshoz vezetnek. Ebben a században három járványt írnak a koronavírusok számlájára: 2003-ban jelent meg a SARS-CoV (ma már SARS-CoV-1), 2012-ben a MERS-CoV (közel-keleti légzőszervi szindróma) és 2019-ben a SARS-CoV-2, amely a Covid-19-et okozza.

Hogyan védekezhetünk?

A járványügyi intézkedéseken kívül két komplementer megoldás kínálkozik: megelőzés valamilyen vakcinával és gyógyszeres kezelés. Érdemes megjegyezni, hogy a szokásos influenza elleni védőoltás két-három fő vírust „céloz meg”, és a hatékonysága függ attól, hogy milyen pontosan sikerül megjósolni a következő télen aktiválódó vírusokat. Nincs olyan univerzális vakcina, amely felkészíti az immunrendszerünket a koronavírus ellen. A 2003-as SARS-CoV ellen kifejlesztett vakcinajelöltek nem használhatók a SARS-CoV-2 ellen, pedig a két vírus RNS-e kb. 80%-ban egyezik. A hatékonyság hiánya főként annak tulajdonítható, hogy a két vírus tüskéi, amelyekkel a gazdasejtekhez kapcsolódnak, eltérnek egymástól: csak kb. 40%-ban egyezik az aminosav-sorrendjük. A

¹ https://vac-lshtm.shinyapps.io/ncov_vaccine_landscape/

² A vakcinafejlesztésekről lásd pl. Ferenci Tamás júniusi cikkét (https://mta.hu/tudomany_hirei/versenyfutas-a-vakcinaert-110691).

London School of Hygiene and Tropical Medicine június közepén 183 Covid-19 elleni vakcinafejlesztést tartott nyilván.¹ Tizenöt anyagot már embereken tesztelnek, de egy új vakcina piacra kerülése hosszú időt vesz igénybe.²

Vakcina hiányában előkerülnek az antivirális anyagok, és mivel nincs széles spektrumú gyógyszer, egyelőre olyanokat használnak, amelyek más vírusok ellen már hatásosnak bizonyultak/ígérkeznek.

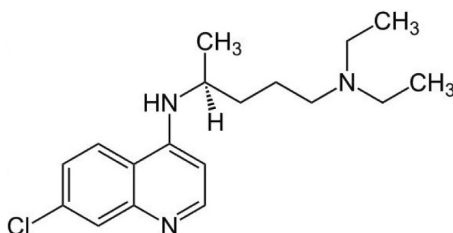
Korábbi gyógyszerek

A klorokin és a hidroxiklorokin

Ezt a két szert az 1940–1950-es évektől használják a malária kezelésére. Kis dózisban megelőzésre is javasolták (javasolhatják), de mivel a klorokin-rezisztens kórokozók is elterjedtek, újabb gyógyszereket fejlesztettek ki a malária ellen.

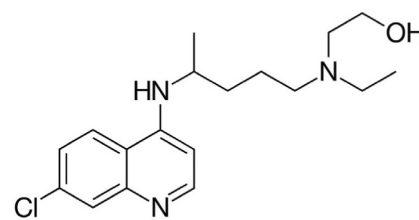
A klorokin antivirális hatását először 1969-ben mutatták ki herpeszvírus esetében. Később más vírusokkal is kísérleteztek, például a H5N1 influenza-, az Ebola- és a 2003-as SARS-CoV-vírussal. A bázikus klorokin és származékai olyan vírusok esetében eredményesek, amelyek működéséhez alacsony pH-ra van szükség. Ezek a vírusok a savas közeg és enzimek hatására elveszítik a burkukat, így kiszabadul a fertőző nukleinsav és szabaddá válhatnak a replikációhoz szükséges enzimek is. A klorokin gátolhatja a pH-függő bekebelezést, de ami különösen érdekes, például a hepatitisz A vírus „kicsomagolását” is gátolja, ami megakadályozza a vírus replikálódását. Azt is kimutatták, hogy a makrofágokban és a limfocitákban felhalmozódó klorokin és hidroxiklorokin gyulladásgátló tulajdonságokhoz vezet.

A klorokin és a hidroxiklorokin képlete



A hidroxiklorokint (pl. Plaquenilt) ma inkább gyulladásos betegségek, például reumatoid arthritisz, lupusz ellen használják. Ez a molekula gátolja a citokin gén transzkripcióját, így a citokinok képződését. Egyes gyulladásos betegségek túlzott citokintermelést, „citokinvihart” idéznek elő, ami többek között lázhoz, a szívritmus fokozódásához vezet. A hidroklorokin (klorokin) hosszú távú, nagy dózisos szedése azonban súlyos szívélváltozásokat okozhat.

Az utóbbi hónapokban nagy vitát váltott ki a klorokinszármazékok alkalmazása a Covid-19 kezelésében. Ezekkel a molekulákkal már a járvány korábbi, kínai szakaszában is próbálkoztak, de a történet kulcsszereplője Didier Raoult, a neves marseille-i infektológus. Ő március közepén javasolta, hogy a Covid-19-ben szenvedő betegeket hidroklorikinnel és egy bakteriális „felülfertőződés” ellen használt antibiotikummal, az azitromicinnel kezeljék. Módszerét nagyon hatásosnak találta, de mivel a betegek nem alkottak „reprezentatív mintát”, sokan nem fogadták el az eredményeit. A hidroxiklorokint újabb, széles körű kísérletekbe vonták be. Május végén a tekintélyes *The Lancet*-ben jelent egy tanulmány arról, hogy a hidroxiklorokin alkalmazása csökkenti a túlélés esélyét, ezután a WHO leállította a további klinikai vizsgálatokat. A tanulmány megállapításait azonban több kutató kétségbe vonta, és a WHO megint engedélyezte a vizsgálatokat, a szerzők pedig visszavonták a cikket. A gyógyszer körüli turbulenciához, legalábbis a napi hírek szintjén, hozzájárult, hogy Donald Trump amerikai elnök propagálta, sőt prevencióként – az orvosi tanács ellenére – szedte is a hidroxiklorokint. (Az amerikai gyógyszerhatóság,





az FDA június közepén visszavonta a szájon át szedhető klorokin-foszfat és hidroxiklorokin-szulfát vészhelyzeti felhasználási engedélyét.)

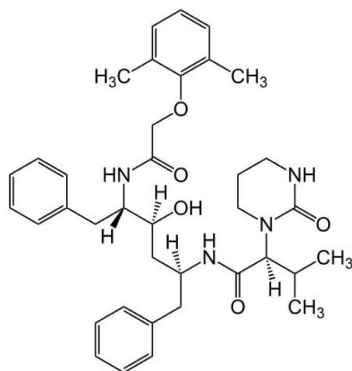
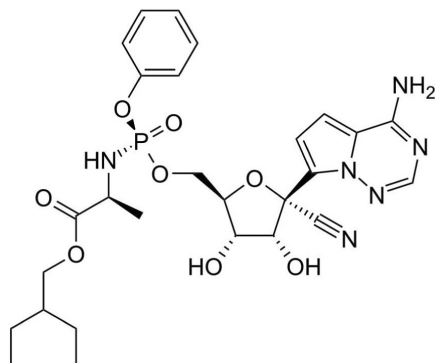
Más készítmények

Nagyon sok klinikai vizsgálat folyik a különböző molekulák hatásosságának feldeírására. A WHO a „Solidarity”, az Európai Unió a „Discovery” nemzetközi vizsgálatot indította el, amelybe négy szert vontak be: ezek a remdesivir, a lopinavir/ritonavir kombináció, az interferon β -la és a hidroxiklorokin.

A remdesivirt a Gilead fejlesztette ki az Ebola-vírus RNS-polimerázának gátlására. Az adenosinanalóg molekulában van egy cianocsoport, amely fontos szerepet játszik a vírus RNS-polimerázával szembeni szelektivitásban. A szer az Ebolával fertőzött főemlősök kezelésében hatékonyan bizonyult, az emberek esetében még vizsgálják a hatékonyságát. A 2003-as SARS-CoV vírussal fertőzött rágcsálók vizsgálatában is hatásosnak találták. A Covid-19-betegek kezelésekor felgyorsíthatja a gyógyulást.

A lopinavir/ritonavir kombinációval 2000 óta kezelik az AIDS-betegeket, és pár éve a MERS-CoV ellen is tesztelték. A lopinavir a vírus proteáz enzimjének inhibitora, de plazmabeli élettartama korlátozott, mert a hepatikus citokróm P450 enzimek hatására lebomlik. A ritonavir kevésbé aktív antivirális szer, de hatékonyan gátolja a citokróm P450 CYP3A4-et, így a lopinavir tovább marad aktív a jelenlétében, mint egyedül, és ritkábban kell bevenni a gyógyszert. A kombinációt Kaletra néven forgalmazza az Abbott cég. A korábbi kedvező farmakológiai eredmények miatt került be a mostani klinikai vizsgálatokba. Július elejére azonban a Solidarity megállapította: a hidroxiklorokin, illetve a lopinavir/ritonavir alig vagy egyáltalán nem csökken-

A remdesivir képlete

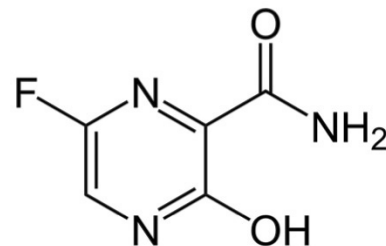


A lopinavir (balra) és a ritonavir képlete

tette a kórházban ápoltság elhalálózását a standard kezeléshez képest.

Az interferon β -la 166 aminosavból álló polipeptid (a Merck Serono terméke). Immunmodulátor hatása miatt a szklerózis multiplex kezelésére használják. Az I. típusú humán interferonokat fibroblasztok és monociták bocsátják ki; antivirális hatásukat a 2003-as SARS-CoV esetében már bizonyították. Mivel a szklerózis multiplex gyógyításában kidolgozták az interferon β -la alkalmazását, úgy döntöttek, hogy a Covid-19 kezelésében is kipróbálják a molekulát.

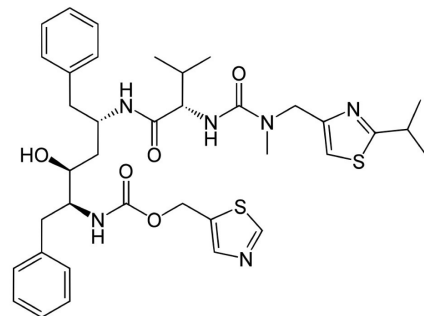
A Fujifilm a klasszikus influenza kezelésére fejlesztette ki a favipiravirt (Avigant), amelyet az év elején Kínában hatásosnak találtak a SARS-CoV-2 ellen. Keserű György Miklós így magyarázza a hatást: „A favipiravir molekula ... a fertőzött sejteken



A favipiravir képlete

belül be tud épülni a vírus örökítő-anyagául szolgáló RNS-be, és ott olyan hamis kódot közvetít a vírus genetikai programjában, amely miatt lehetetlenné válik a vírus replikációja.” Májusban nemzetközi klinikai vizsgálat indult, és ebben Magyarország is részt vesz. Közben megkezdődött a generikus hatóanyag hazai gyártásának előkészítése. A gyógyszer terhes nők esetében kerülendő, mert komoly születési rendellenességet okozhat.

A mostani járvány egyik nagy kérdése, hogy mikor kell bevetni az antivirális szereket. Vajon mindenkit kell kezelni – akár vannak tünetei, akár nincsenek? Lehet,



FAVIPIRAVIR

hogy minél előbb érdemes elkezdni az alkalmazásukat, hogy ne alakuljon ki a Covid-19-re jellemző súlyos tüdőgyulladás, de egyelőre még nincs határozott válasz a kérdésre.

Ennek kapcsán érdemesnek tűnik Müller Viktort, a vírusfertőzéseket kutató elméleti biológust is idézni: „Az antivirális szerek enyhíthetik a betegség lefolyását, de nem lesznek csodaszerek. A legfőbb korlátjuk az, hogy a tünetek súlyossá válása után a betegség lefolyása már többé-kevésbé függetleníti magát a vírus jelenlététől, a káros gyulladási reakciók akkor is folytatódnak, ha a gyógyszerekkel hatékonyan blokkoljuk a vírus szaporodását. Ezért ezeknek a gyógyszereknek úgy lehet a legerősebb a hatásuk, ha viszonylag korán, még enyhébb tünetek mellett kezdik meg az adagolásukat – amikor viszont még általában nem lehet sejteni, hogy kinek a fertőzése válik majd súlyossá, ki szorul rá gyógyszerre. Hozzá kell tennem azonban, hogy olyan gyógyszerekkel is értek már el sikereket, amelyek nem magát a vírust támadják, hanem a szervezet káros reakcióit enyhítik.”³ (Lapzártakor, június közepén közölte az Oxfordi Egyetem, hogy a Nagy-Britanniában folyó „Recovery” klinikai vizsgálatban a régóta ismert és olcsó szteroid, a dexametazon jelentősen növelte a súlyos – lélegeztetőgépen levő vagy „csak” oxigénkezelésre szoruló – betegek túlélési esélyét.)

³ <https://qubit.hu/2020/06/01/elkepezheto-hogy-a-korona-virus-idovel-alkalmazkodik-az-emberhez-de-ez-nem-feltetlenul-baj>



Kutasi Csaba

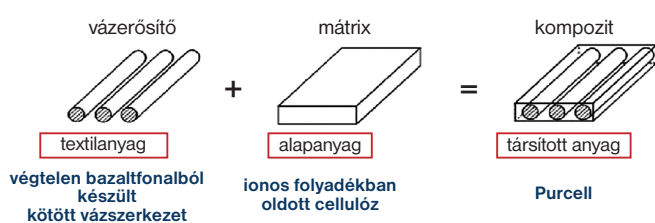
Innovatív anyagkombinációk műszaki textíliák és egyéb alkalmazások céljára

A műszaki textíliák közé sorolják azokat a textilanyagokat és -szerkezeteket, amelyek nem képezik a különböző hétköznapi és védőruházatok, lakástextíliák alapanyagait, hanem felhasználásuk speciális területeket érint. A teljesség igénye nélkül: idetartoznak a geotextíliák (út-, vasút-, vízépítésnél használt szerkezet-erősítők), az agrotextíliák (tájépítésznél, növénytermesztésnél felhasznált anyagok), továbbá a magas- és mélyépítés során, a járműgyártásnál, a környezetvédelemben, a gyógyászatban, a bútorgyártásnál, a gép- és energiaiparban, a sporteszközök előállításánál, a csomagolási és szállítási tevékenységeknél, illetve a cipő- és ruházati iparban alkalmazott szerkezeti, erősítő anyagok. Az elmúlt években a Nyugat-Európában előállított textiltermékek több mint 40%-át a műszaki textíliák tették ki.

Az ismertetésre kerülő új anyagkombinációk egyrészt a kompozitokkal kapcsolatosak, másrészt a grafén felhasználási területeinek bővülését mutatják.

Bazaltszál-erősítésű cellulózból álló kompozit

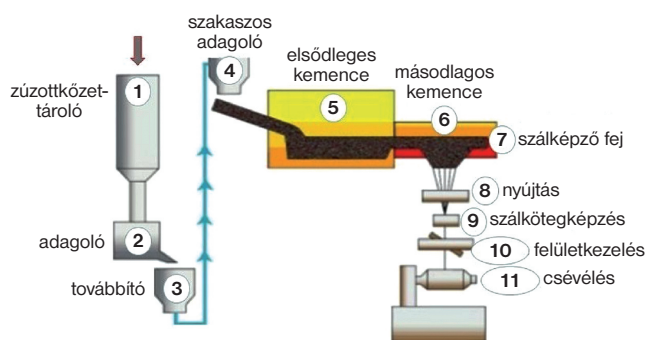
A németországi Institut für Textilchemie und Chemiefasern (ITCF) munkatársai a Mühlhausen székhelyű Peterseim Strickwaren céggel együttműködve egy olyan – Purcell elnevezésű – kompozitot fejlesztettek ki, amelynek erősítő vázanyaga bazaltszálból készült textilszerkezet, mátrixanyaga – és részben erősítőszála – a megfelelő ionos folyadékkal oldott cellulóz mint biopolimer (1. ábra).



1. ábra. A Purcell-kompozit felépítése

A bazaltszálak vulkáni kőzet anyaga többféle szilikátásványból áll. Ezeket őrölt – magas sav- (szilícium-dioxid) és alacsony vas-tartalmú – kőzetből állítják elő. A tisztított kőzetüzalékot kohósítják. A bazaltolvadék előállítása nehezebb, mint az üvegszálgyártás során az üvegolvasztás, mert a folyékony alakítás gáz-sugárzókkal nem oldható meg. A bazalt sötétebb színe következtében a felszínhez közeli rétegek elnyelik a beérkező infravörös sugarakat, így lényegesen nagyobb nehézséget jelent a kőzetda-

rabok egyenletes átmelegítése. Ezért az ömledékfűrdőbe hatoló elektródák alkalmazására, illetve hosszabb hevítési időre van szükség. A bazaltüzalék optimális folyékonyra tétele két lépésben történik. Az elsődleges kemencében megolvasztott kőzet átfolyva kerül a kisebb és precíz hőmérséklet-szabályozással ellátott másodkemencébe, majd a szálhúzó fejhez. A kialakuló amorf szálak fokozatos hűtés és nyújtás során érik el végleges vastagságukat. A nyújtáson alapuló vékonyítás szilárdságnövelő hatása azzal magyarázható, hogy a szálgyártásnál bekövetkező szerkezeti hibák száma csökken (pl. kevesebb repedés fordul elő a vékonyabb anyagban az egyenletesebb lehűlés eredményeként). Felületkezelő szer (amely a kedvezőbb feldolgozáshoz, ugyanakkor a kompozit mátrixanyagával való jobb kötődéshez járul hozzá) felvitele után kerül sor a folytonos (végtelen) bazaltszál felcsévélésére. Az előállított bazaltszálak nagy rugalmassági moduluszal, kiváló fajlagos szilárdsággal (amely az acélénak háromszorosa) rendelkeznek. Az ilyen bazaltszálakból készült fonalból kötőgépen egyedi szerkezetű kelmét gyártanak, ez a Purcell-kompozit vázanyaga (2. ábra).

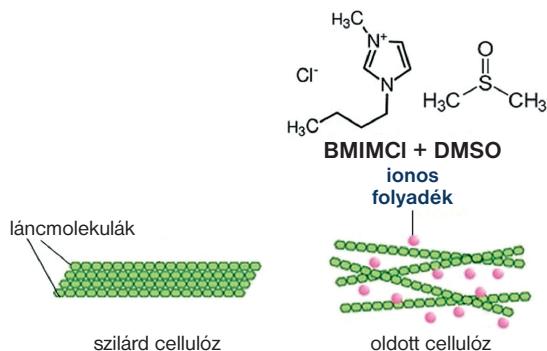


2. ábra. A végtelen bazaltszál előállítása

Az ionos folyadékokat (ionic liquid – IL) folyékony elektrolitoknak, ionos olvadákoknak is nevezik. Ameddig a szokásos folyadékok (víz, szerves oldószerek stb.) semleges molekulákból állnak, addig az ionos folyadékok nagyrészt ionokból és rövid élettartamú ionpárokból épülnek fel. A cellulóz ionos oldattal történő oldásával régóta foglalkoznak, többek között a kedvelt textil alapanyag – a környezetkímélő módon előállított lyocell, mint regenerált cellulózzsal – gyártása során nemvízes oldószerként N-metil-morfolin-N-oxidot használnak. Az elmúlt évtizedben számos ionos folyadék vált ismertté, amely képes a cellulóz oldására. Legalkalmasabbnak az 1-butil-3-metil-imidazólium-klorid (BMIMCl)

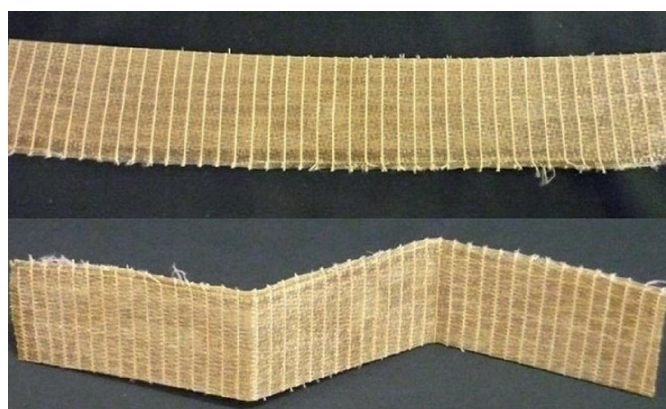


bizonyult, társoldószerként dimetil-szulfoxiddal (DMSO) kombinálva. Az erősen hidrogénkötésű anionokat tartalmazó ionos folyadék térbeli akadályt nem képező kationjának szerepe is jelentős a szolvatációs folyamatban, miután a cellulóz hidroxilcsoportjának, illetve éterkötésének oxigénjével hidrogénkötéseket létesít. A folyékonyra tett a – viszkozitásnövelt – cellulózpéppel történő átítatás során vákuumszívással vagy túlnyomással távolítják el a légzárványokat (3. ábra).



3. ábra. A cellulóz oldása ionos folyadékban

A Purcell-kompozit előállításánál során a biopolimer cellulózt nemcsak mátrixkomponensként, hanem részben vázerősítőként is alkalmazzák. A megújuló cellulóz alapanyagot egyes fafélék vagy textilipari rostnövények (len, kender) szolgáltatják. A Purcell-kompozit GRP-khez (tüvegyszerősítésű műanyagokhoz) hasonló tulajdonságokkal rendelkezik, életciklusa végén a már ismert technológiákkal teljesen újrahasznosítható (4. ábra).



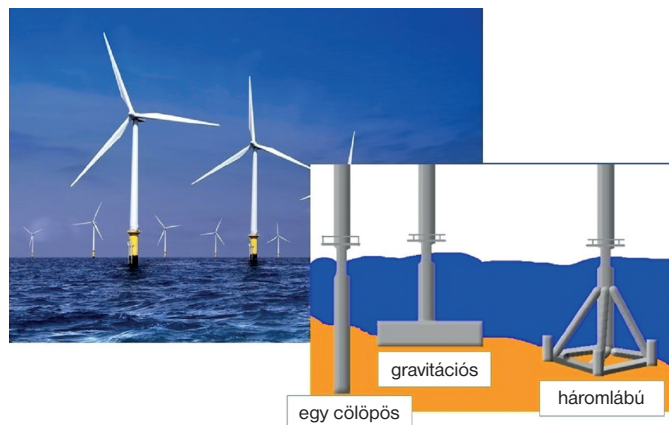
4. ábra. A Purcell-kompozit megjelenési formája

A készülő szerkezet vastagságától függően több összepréselt réteget használnak. Az oldószert öblítéssel távolítják el, a gyűjtött öblítőfolyadékból desztillációval visszanyerést végeznek (újrahasznosítás céljából). Szárítás után hőkezeléses préseléssel alakul a végső anyag.

A bazalterősítésű cellulózból felépülő kompozit olyan védőburkolat anyaga lehet, amelyet hidak pillérein, tengeri szélerőműparkok alapjain használnak. Ez a burkolat jelentősen csökkenti a fenntartási költségeket, miután tartós védelmet biztosít speciális vegyi kezelések nélkül. A tengeri bóják gyártásában előnyösen alkalmazható (5–6. ábra).

A grafén és alkalmazási területei

A grafén a szén egyik kétdimenziós allotrópjja, amelyet nanoméretű hatszögletű rács épít fel a csúcsokban egy-egy atommal.



5. ábra. A Purcell felhasználása tengeri szélerőmű oszlop alapozásánál



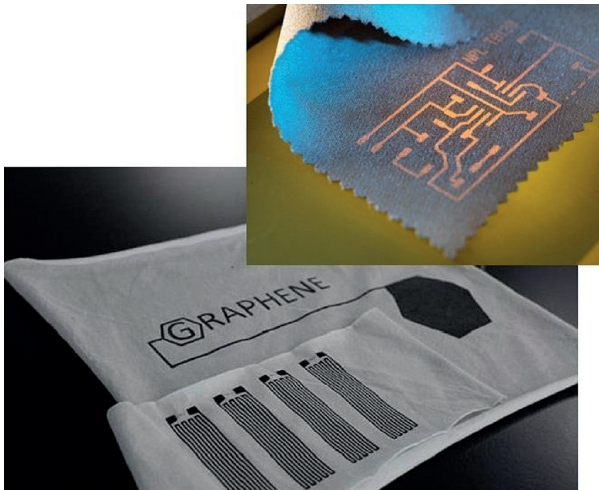
6. ábra. Purcell-kompozitból készülő bója szerkezete

A grafén számos különleges tulajdonsággal rendelkezik. Nagy szilárdságú (200-szor erősebb, mint a legszilárdabb acél), keményebb a gyémántnál, fokozottan kopásálló, kiválóan vezeti a hőt (adott felület egyenletes hőeloszlását megvalósítva) és az elektromos áramot, továbbá közel átlátszó, valamint rugalmas (pl. hajlékony). Antibakteriális képessége a humán felhasználásnál (pl. alsóruházati anyagok bevonataként, orvostechikai eszközöknél) kerül előtérbe. A grafén és a vele érintkező közegek (pl. víz, levegő) között minimális a súrlódási tényező, az ilyen térben mozgó anyagoknál (pl. sportruházat) különösen előnyös az alkalmazása. Említett tulajdonsága alapján – az elmúlt években – többek között az elektronikai eszközök, egyes vizsgáló műszerek, speciális akkumulátorok, kompozitok előállításánál területén a 10 millió dollárt jóval meghaladta a grafén globális értékesítése.

A grafén alkalmazásával magas hőmérsékletű lítiumion-akkumulátort fejlesztettek ki, ennek élettartama kb. kétszerese az ilyen felépítésű hagyományos akkumulátorokénak.

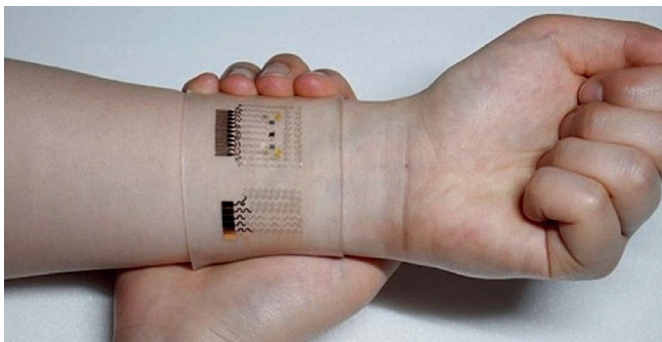
A folyékony halmazállapotú grafént bevonat formájában fel lehet rétegezni különböző, akár a használati igénybevételnek megfelelő, hajlításnak kitett felületekre. A szövött, kötött és nem szövött eljárásokkal készített textilanyagokra felvitt réteggel speciális képességű ruházati alapanyagok állnak a konfekcionálók rendelkezésére. Az elektromos vezetőképesség lehetőséget ad a „hordható elektronikás”, ún. intelligens textilcikkre (ruházat segítségével kommunikáció, életfunkciók monitorozása stb.), a mechanikai és hőhatások elleni védőruházatok területén vékonyabb és könnyebb öltözékek készítésére. Szenzorként felhasználható például a testhőmérséklet, a bőrfelületet érő nyomás folyamatos mérésére is (7. ábra).

Speciális szenzor és áramkör grafénbe történő beépítésével olyan tapaszt is előállítható, amelyet a karon viselve, közvetlen az



7. ábra. Grafénnel textiliára nyomtatott elektródák, áramkörök

emberi verejtekéből lehetőség nyílik a vércukorszint meghatározásra (8. ábra).

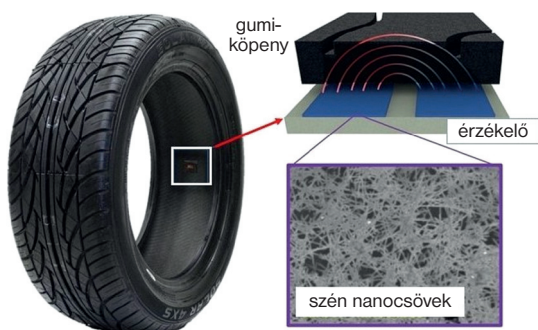


8. ábra. Grafénalapú tapasz a vércukorszint meghatározására, az emberi verejték elemzésével

Kínában (az AECC pekingi aeronautikai anyagkutató intézetben) 2020 tavaszán – a Covid-19 pandémia európai elterjedésekor – kifejlesztettek olyan maszkot, amelynek a legfontosabb szűrőanyaga grafén. A nemszőtt textilfelületre grafén-polipropilén réteget vittek fel, így széles körű antibakteriális és antivirális tulajdonságokat biztosít az arcvédő, sőt légáteresztő képessége és tartóssága is javult.

A grafén alkalmazásával a gépkocsi-gumiabroncsok kopásállósága és lyukasztással szembeni ellenállása javítható, hasznos élettartamuk növelhető. A futófelület vastagságának ellenőrzése a gumiabroncs belsejébe épített – szén nanocsövekből álló – grafénérzékelőkkel megoldható. A gumiköpeny fala és futófelülete közötti elektródák segítségével – az interferencia felhasználásá-

9. ábra. Grafénerősítéssel és -érzékelővel ellátott gumiabroncs



val – a gumiszerkezet vastagsága milliméter pontossággal kontrollálható (9. ábra).

A további alkalmazások közé tartozik a katonai eszközök és repülőgépek bevonása grafénréteggel, illetve a golyóálló tartályok készítésénél a grafén beépítése fontos a kompozitszerkezetbe. A Bolygóközi Közlekedési Rendszer (Interplanetary Transport System – ITS) keretében 2025-ben tervezik személyek utaztatását a Marsra. Ennek során gigantikus méretű, grafénréteges, szénszálas kompozit anyagú gömbben fogják tárolni az űrhajó tüzelőanyagát. Ez folyékony metán lesz, a tipikus rakétahajtógáz folya-

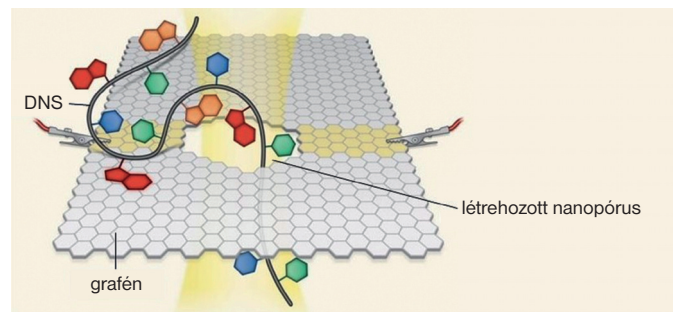


10. ábra. Gigantikus szénszálás és grafittal kombinált gömb, űrhajó tüzelőanyagának tárolására

dék helyett. A grafén nemcsak csökkenti az üzemanyagtartály teljes tömegét (amely a hosszú bolygóközi úrutazásnál rendkívül lényeges), hanem a tároló keménységét és szilárdságát is garantálja. A tartály szívósságát növeli az is, hogy a kompozitrendszerben levő, a keményítés céljából előre műgyantázott szénszálakkal jobb kapcsolat alakul ki a grafén közreműködésével. Egyúttal a jelentősen alacsony hőmérsékletű (akár $-125\text{ }^{\circ}\text{C}$) közegben a tartály ellenállását is az atomnyi szénréteg biztosítja. Egyértelmű továbbá, hogy a grafén előnyösen alkalmazható az űrhajó-gerinchálózatában, illetve a különböző fedőanyagokban is (10. ábra).

A DNS-szekvenálás ismert biokémiai vizsgálati módszer, amelyet a DNS-molekula nukleotid-sorrendjének meghatározására

11. ábra. A grafén nanopóruson keresztül kivitelezett DNS-szekvenálás elve



használnak. Az új típusú, grafén nanopórust tartalmazó készülék kifejlesztésével a DNS-molekulák vizsgálatában nagy áttörésre lesz mód. Az így felépített műszer grafénrétegében a speciális technikával előállított nanoméretű nyílás meghatározó szerepű, mert a póruson „áthúzott” DNS-molekulák mozgása detektálható, a felépítő bázisok sorrendje meghatározható (11. ábra). ●●●

IRODALOM

[1] Tectextil kiállítás, Frankfurt, 2017. május 9–12., kiállítói ismertetők
 [2] Cellulose and basalt innovations at Tectextil – [http://www.insidecomposites.com/cellulose-and-basalt-innovations-at-techtex/](http://www.insidecomposites.com/cellulose-and-basalt-innovations-at-techtex)
 [3] Szabó Rudolf, Szabó Lóránt: Kompozitok, Magyar Textiltechnika (2014) 4.
 [4] Why Graphene & 2D Materials Europe 2018? – <http://www.idtechex.com/graphene-europe/show/en/>
 [5] <https://24.hu/tudomany/2020/04/07/koronavirus-arcmaszak-grafen/>



Kihívások és eredmények

Beszélgetés Szilágyi Imre Miklóssal

Szilágyi Imre Miklós a BME Szeretlen és Analitikai Kémia Tanszékének idén habilitáló egyetemi docense, a Journal of Thermal Analysis and Calorimetry főszerkesztője. Kumulatív impaktfaktora közel 250, h-indexe 25 körül, független hivatkozásainak száma 1100 felett jár.



Most töltötte be a negyvenet: jó alkalom, hogy visszatekintsünk az elmúlt évekre, az indulásra.

A tanulás a kezdetektől fontos volt nekem. Kémiával nyolcadik osztályos koromban találkoztam először, a szegedi Radnóti Miklós Kísérleti Gimnázium 8 évfolyamos képzésén, ahol Prókai Szilveszter volt a kémiatanárom. Már korán beneveztek többféle versenyre – történelem, angol, magyar, matek, fizika, kémia –, de végül kémiából

jutottam országos döntőbe. Kilencediktől a Ságvári Endre Gimnáziumban (ma SZTE Gyakorló Gimnázium) tanultam tovább, ahol fizika tagozatra jártam: előfordult, hogy hét fizika- és öt matematikaórán volt egy héten. Itt is kémiából értem el a legjobb versenyeredményeket Blázsikné Karácsony Lenke felkészítésével. Magától adódott, hogy az egyetemen is ezzel folytattam.

Hogyan került Szegedről a Műegyetemre?

Több egyetemi nyílt napra elmentem, és a Műegyetem tetszett a legjobban; a korábbi években a felvételi pontszám is itt volt a legmagasabb, ezért ez tűnt a legvonzóbbnak. Egy évig biomérnöki szakra jártam, de az első év végére valahogy soknak tűnt a kémia. Édesapámnak ipari elektronikai fejlesztő cége volt, és felmerült, hogy majd átvenném tőle, ezért egy évre átmentem villamosmérnöki szakra. Az is jól ment, de a programozáshoz nem volt annyira érzésem. Sokat gondolkoztam, hogy merre tovább, s abban lett bizonyosságom, hogy rám mégiscsak a kémia és a kutatói pálya vár, és visszamentem vegyész-mérnöki szakra.

Jó döntés volt, mert kiemelkedő képzést kaptunk, szerettem ide járni, sokféle ösztöndíj megtalált, Bécsben is tanulhattam fél évig. A diákköri témára több lehetőség felmerült, végül Pokol György ajánlotta, hogy pályázzam meg a GE Aschner Lipót-ösztöndíjára, amit el is nyertem. Három témavezetőm lett: Pokol György és Madarász János a tanszékről és Hange Ferenc, a GE Bródy Anyagvizsgálati Laboratóriumának a vezetője. Az ösztöndíjhoz kapcsolódó több diákköri munkámat is díjazták.

Aztán jött a doktori képzés, amit Szegeden, Dékány Imre mellett kezdtem, akitől sokat tanulhattam, majd a BME-n folytattam. 2009-ben szereztem meg a PhD-t, de közben már Hargittai István, később pedig Horvai György akadémiai kutatócsoportjában kaptam állást. Két évet Helsinkiben töltöttem Marie Curie-ösztöndíjjal, és 2012-től a Műegyetemen kezdtem saját kutatócsoportot építeni, ahol 2017-től docensi kinevezést kaphattam

Nyulászi László és Gyurcsányi Róbert támogatásával. Ma már 15–20 PhD-, MSc- és BSc-hallgatóval dolgozom, de posztdoktorok is megfordulnak nálam. A csoport nemzetközi, a magyarok mellett például brazil, iraki, jordániai, kínai, kenyai, mongol, vietnámi hallgatókból áll.

Angolul beszélnek vagy magyarul?

A külföldiekkel angolul, a magyar hallgatókkal magyarul beszélünk. De a doktoránsok heti csoportmegbeszélése mindig angolul folyik, és ha van csoportrendezvény (pl. „félvázor”), ott is angolul beszélünk, hogy mindenki értse. A magyarok a külföldiekkel is sokszor kapcsolatban vannak, egymást kölcsönösen segítik. Örülök ennek, mert így a fiatalabb hallgatóknak is komoly lehetőségük van az angol gyakorlására.

Sokféle anyaggal dolgoznak. Hogyan alakult ki ez a széles spektrum?

A GE-ben a volfrámgyártáshoz kapcsolódott az első kutatási témám. A doktori munkám a volfrám-oxidokkal folytatódott; a fázisátalakulásokat, egyes kristályos módosulatok stabilitását vizsgáltam, illetve a gázérzékelőbeli felhasználást tanulmányoztam. Mire beadtam a disszertációt, már 14 cikkem volt, 30 fölötti kumulatív impaktfaktoral.

A doktori munkám alatt atomi rétegleválasztással is (ALD) foglalkozhattam egy hónapot a Helsinki Műszaki Egyetemen (ma Aalto Egyetem) Lauri Niinistö mellett. Ezt a módszert Finnországban fejlesztették ki. A rétegeket atomonként növesztjük a gázfázisú prekursorokból, amelyeket egymás után, felváltva juttatunk a reaktorba, és ezek csak a minta felületén reagálnak egymással. Mivel egyszerre csak egy atomi réteg nő, nagyon pontosan szabályozható, de kicsi a rétegnövesztés sebessége. Egészen a kilencvenes évekig kellett várni, hogy ez a lassúság és precizitás ne hátrányt, hanem előnyt jelentsen: ekkorra csökkent a módszerhez a félvezetőipari eszközök mérete. Másrészt a többi eljárással ilyen kis méretben már nem növeszthettek olyan egyenletes rétegeket, mint az ALD-vel, amely így bekerült a félvezetőipar eszköztárába. A 2000-es években a nanotechnológiában is megjelent az ALD.

A doktori munka után ehhez a módszerhez tértem vissza immár a Helsinki Egyetemre, Markku Leskelä csoportjába. Olyan anyagokra próbáltam rétegeket növesztetni ALD-vel, amelyek kezelése nagy kihívást jelentett. Korábban alig készítettek ALD-filmet például biológiai mintákra, mert az ALD alkalmazásakor a reakciók vákuumban, többnyire magas hőmérsékleten (100–400 °C körül) játszódnak le. Az egyik szubsztrátomat, a lótszlevelet régóta ismerték víztaszító tulajdonsága miatt. A felszínén kis, mikrométeres dombocskák vannak, és a nagy felbontású mikroszkóp



alatt 50–100 nanométer átmérőjű nanocsövek is láthatóak – emiatt nagy a nedvesítési peremszöge. A levélre alacsony hőmérsékleten (60 °C körül) növesztettünk vékony TiO_2 -réteget – és megőrződött a szerkezete. Sőt, a víztaszítás mellett még fotokatalitikussá is vált: a fény hatására szerves anyagokat bontott le. Ez azért érdekes, mert korábban csak a kristályos TiO_2 -ről gondolták, hogy jó fotokatalizátor, mi pedig amorf TiO_2 -réteget növesztettünk. Így elsőként demonstráltuk az ALD-vel növesztett amorf TiO_2 fotokatalitikus aktivitását, amelyet később, Budapesten, számos más szubsztráton (pl. fullerén, grafén-oxid, szén aerogél hordozókon, polimer és oxid nanoszemcséken és nanocsöveken) is kimutattunk. Ez nem csupán tudományos érdekesség, hanem haszna is lehet: ha hőérzékeny, például polimer szubsztrátra növesztünk ALD-vel amorf TiO_2 -t, akkor a polimeren is öntisztító hatást érhetünk el.

Mivel foglalkozott a finnországi kutatásai után?

A doktori munkám során vizsgált volfrám-oxid és a Helsinkiben ALD-vel növesztett titán-dioxid és cink-oxid is félvezető-oxid. Budapestre visszatérve ennél az anyagcsoportnál maradtam, és különböző nanostruktúrákat, nanokompozitokat állítottunk elő belőlük. Igyekeztem minél többféle eljárást felsorakoztatni: szol-gél módszert, hidrotermális szintézist, elektrosztatikus szállítást, hevítést és persze fő módszerként az ALD-t. Így számos új anyagunk született.

Az atomi rétegleválasztást még több olyan szubsztrátra kiterjesztettük, amelyre addig nem használták, például a korábban említett szén nanosztruktúrák. Sokféle filmnövesztési módszer létezik, de az atomi rétegleválasztás azért emelkedik ki, mert ezzel készíthetjük a legfinomabb, legjobban szabályozott filmeket, és ezzel kapjuk a legegyszerűsebb rétegeket a pórusos nanosztruktúrákon. Mivel a prekursorok gáz halmazállapotúak, a pórusok belsejébe is eljutnak, de nem tömnek el a pórus bejáratát. Ha néhány (10, 20, 50) atomi réteget növesztünk egy felületre, átprogramozhatjuk a tulajdonságait.

Hol találják meg a helyüket a csoportjában előállított anyagok?

Ha a félvezető-oxidok megfelelő szerves vegyületekkel vagy akár gázokkal reagálnak, redoxireakció játszódhat le: ennek hatására megváltozik az elektronszerkezetük, és emiatt a gerjesztési, vezetési tulajdonságaik is módosulnak. Ez hasznosítható többek között a fotokatalízisben és a gázérzékelésben. Vizsgáltuk például, hogyan befolyásolja a volfrám-oxid oxidációs állapota és kristályszerkezete a katalitikus és a fotokatalitikus hatást és a gázérzékelést.

Hadd említsék meg egy érdekességet a volfrámvegyületekkel kapcsolatban: a volfrám-oxidok oktaéderekből épülnek fel, és több polimorf módosulatuk létezik. A monoklin változatban az oktaéderek sakkáblaszerűen rendeződnek el, a hexagonálisban pedig úgy kapcsolódnak a csúcsaik mentén, hogy három- és hatoldalú csatornákat hoznak létre. Korábban azt mondták, hogy ez utóbbi fázis tiszta anyag, csak volfrámot és oxigént tartalmaz, de sikerült kimutatnunk, hogy a „tiszta anyag” nem létezik: a hatoldalú csatornáknak mindig kell lenni egy kicsi szennyezőnek, mert a kristály termodinamikailag instabil. A szennyezők akadályozzák meg, hogy a stabilabb monoklin módosulattá alakuljon át.

Az anyagtudományban, nanotechnológiában vannak, akik az anyagok célzott előállítására, a morfológia, a kristályszerkezet szabályozására koncentrálnak, mások elsősorban az alkalmazásokat tartják inkább szem előtt. Én a két irányzat között találtam meg a helyem: az érdekel elsősorban, hogyan hat az alkalmazá-



Szilágyi Imre Miklós és csoportja

sokra az anyag morfológiája, kristályszerkezete, összetétele; ezért az anyagok előállításán túl azt is tanulmányozzuk, hogyan módosulnak egyes alkalmazásokban a tulajdonságok, amikor megváltoztatjuk az anyagok paramétereit.

A fotokatalizátorokhoz és az atomi rétegleválasztáshoz kötődik az egyik új munkánk, az inverz opál fotonikus kristályok előállítása: olyan anyagot hozunk létre, amelyben kis üregek helyezkednek el periodikusan. Ez a felület optikai rácsként viselkedik a fényvel szemben, és a fény olyan hullámhosszon is elnyelődhet, amelyen az anyagot felépítő oxid, például a TiO_2 nem abszorbeál. A TiO_2 a legelterjedtebb fotokatalizátor, de csak az UV-tartományban nyel el. A napfény jobb felhasználásához viszont a láthatóban is abszorbeálni kellene. Ennek érdekében próbálunk például adalékolással, kompozitképzéssel, festékezzékenyítéssel. A fotonikus kristályszerkezetben egyszerűen a morfológia, a fizikai felépítés idézi elő a látható fény elnyelését.

A tulajdonságok vizsgálatára nyilván sokféle analitikai módszert használnak.

Az analitikai kémia mindig az eszköztáram fókuszában állt, az egyetemen analitikai és szerkezetvizsgálati szakirányon végeztem, és most a szilárd minták analitikai vizsgálatát tanítom. Ha a kutatómunkánk során előállítunk egy anyagot, minél több információt próbálunk megtudni róla: ez segíthet abban, hogy megmagyarázzuk az adott alkalmazásban mért értékeket. A vizsgálmódszereink közé tartozik a röntgen- és elektrondiffrakció; a pásztázó és transzmissziós elektronmikroszkópia; az energiadiszperzív röntgenspektroszkópia; az UV-látható-, IR-, Raman-, röntgenfotoelektron- és NMR-spektroszkópia.

A módszerek közül kiemelkedő szerep jut a termikus analízisnek. A BME Szerzetlen és Analitikai Kémia tanszéke világviszonylatban is a termikus analízis egyik „fellegrára” volt, és ma is fontos szereplő ezen a téren. A tanszéken fejlesztették ki a világ első, kereskedelmi forgalomban kapható szimultán TG/DTA berendezését, amellyel egyszerre mérhető a tömegváltozások és a hőeffektusok. A hallgatóknak mindig bemutatom az „ősderivatográf” ábráját – ahol még nyoma sincs a számítógépnek, a nyomtatónak. A hallgatók mindig elmosolyodnak, mikor elmesélem, hogy Liptay György, az egyik szakmai mentorom idejében az eredmények időbeli alakulását még stopperrel mérték vagy a falra vetítve jegyezték fel. A termikus analízis hagyományát igyek-



szem ápolni – nem öncélúan, hiszen a nanoszerkezetű anyagokat vagy magasabb hőmérsékleten állítjuk elő, és ellenőrizni kell, hogy a minta szerkezete megváltozik-e, vagy egy struktúra előállítását követően hőkezelésre van szükség, és ennek eredményét is követnünk kell. Például amikor úgy készítünk nanocsövet, hogy polimer nanoszálra növesztünk ALD-réteget, majd kiegészítjük a szálal, akkor a rendszert először termikusan vizsgáljuk meg.

A termikus analízis egyik új területe a „nanofolyadékok” tanulmányozása. A nanofolyadékok kolloid rendszerek, amelyeket miniatűr és hatalmas hőcserélőkben is használnak. A folyadékoknak nem olyan jó a hővezető képességük, mint a szilárd anyagoknak, de a bejuttatott nanoszemcsék sokat javítanak ezen. A jó hőcserélőkkel pedig tovább csökkenthetjük az elektronikai eszközök méretét, hiszen jobban elvezetik a fejlődő hőt, de akár a napkollektorok, klímaberendezések, hűtőszekrények, eróművek hatásfokát is növelhetjük. A hőcsere általában az áramlással foglalkozó gépészmérnökök terepe, akik kész nanofolyadékokat használnak. Mi a kémia felől közelítjük meg a kérdést: módosítjuk a nanoszemcsék összetételét, morfológiáját, újraprogramozzuk a felületi tulajdonságokat, hogy optimáljuk a hőcserét. Ebben a munkában összeér a nanotechnológia, a félvezető-oxidokkal szerzett tapasztalat, az atomi rétegleválasztás, a termikus analízis.

Jut elég pénz a kutatásra?

Alapvetően optimista vagyok, és nem panaszkodom. Már a doktori képzés alatt is sok pályázatot elnyertem és több díjat kaptam: egy részük finanszírozta a kutatást, a konferenciákon való részvételt. Számos ipari kutatásban is részt vettem, és a bevételek egy részével én gazdálkodhattam. Az ipari bevételek ma is állandó alapot jelentenek, amelyből például meg tudjuk rendelni a vegyszereket, de több kutatási pályázatom is fut. Egyetlen komolyabb nehézséget látok: mivel Budapest nem konvergenciaregió, kevesebb lehetőség adódik műszervásárlásra. Persze annak is örülök, hogy vidékre több műszer jutott – hiszen Szegedről származom –, és kiegyenlítődték az infrastrukturális különbségek.

A beszerzéseknél azonban fontosabbnak tartom a doktorán-sok, a fiatal kutatók munkájának pénzbeli elismerését. Az egyetemi és az ipari keresetek között annyira szétnyílt az olló, hogy csökkenteni kell a rést, különben a fiatalok nem tudnak itt maradni. Még én is úgy nőttem fel, hogy a doktori munka kiváltság, de ez mára megváltozott. Komoly versenyt vívunk az iparral, hogy nálunk maradjanak a hallgatók, és ne érezzék úgy, hogy a kutatás kedvéért le kell mondaniuk az anyagiakról.

Másik nevezetes évforduló is volt nemrég: ötvenéves lett a Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, amelynek a főszerkesztője. Ahogy említettem, Magyarország a kezdetektől kulcsszerepet játszott a termikus analízisben, és ennek egyik folyamánként indult meg a folyóirat 1969-ben. Negyvenöt évig Simon Judit volt az alapító-főszerkesztő, aztán Kállay-Menyhárd Alfréddel átvettük a szerkesztést (amiben több társszerkesztő segít). Ma mi határozzuk meg a lap fejlődési irányát; előbb Alfréd volt a főszerkesztő, 2017-től én vagyok. Megtiszteltetés, hogy a termikus analízis magyar hagyományait továbbvihetjük. A jubileumot nagyon sikeres konferenciával ünnepeltük meg (JTACC–JTAC Conference), amelyet a V4 termoanalitikai konferenciával együtt szerveztünk. Palkovics László innovációs és technológiai miniszter volt a fővédnök, az ITM-től és az MTA-tól is kaptunk támogatást. A JTACC–V4 az elmúlt évtizedek egyik legsikeresebb és leinnovatívabb termoanalitikai konferenciája volt világszinten. Olyan újítá-

sokat használtunk, amelyek itthon és nemzetközi szinten sem gyakoriak még, például digitális poszttereket, interaktív mobil-applikációt, on-line résztvevő-térképet, és a résztvevők az előadások alatt mobilon és interneten keresztül is beküldhették a szekcióelnököknek a kérdéseiket (Sli.do). Ehhez a technikai hátteret a JTAC kiadója, az Akadémiai Kiadó konferencia-üzletága, az AKCongress biztosította.

A JTAC mindig is a termoanalitika vezető lapja volt, de az elmúlt években kiemelkedően fellendült. 2014-ben 1400 cikk érke-



Az International Confederation of Thermal Analysis and Calorimetry Young Scientist Award átadásakor (2008, Brazília), szakmai mentorokkal (balról jobbra: Liptay György, Szilágyi Imre Miklós, Lauri Niinistö, Pokol György, Madarász János)

zett, 2019-ben 3200, és ez a szám idén várhatóan tovább nő 4500–5000-ig. Az impaktfaktor az utóbbi négy évben már 50 százalékkal nőtt (jelenleg 2,731), 2021-ben tovább fog, és már elérhető lesz a 3-as érték. Jó eséllyel jövőre Q1-essé válik a folyóirat, amit már nagyon várunk – és nem szeretnénk itt megállni.

Minek köszönhető ez a látványos javulás?

Korábban is nagyon jó volt az újság. Amikor átvettük a szerkesztést, előbb igyekeztünk megtanulni, megtartani a színvonalát és a jó munkamódszerét, aztán próbáltunk csak új dolgokba belevágni. Átnéztük, hogy 20 éve, 10 éve és újabban milyen cikkeket közöltünk, melyekre hány hivatkozás érkezett: fel akartuk deríteni a népszerű területeket és a tendenciákat (láttuk például, hogy a nanofolyadékkal és a hőátadással foglalkozó cikkekre sokan hivatkoznak), s ezekről a területekről igyekeztünk több cikket szerezni, különszámokat is összeállítottunk. Tehát próbáltuk bővíteni a folyóirat profilját. És még csak a változások elején, reményeink szerint egy felívelő szakasz kezdetén járunk.

A kutatómunka eredményei mellett ezt is komoly vagy talán még nagyobb sikernek érzem. Az is szerencsés, hogy a kutatás során általában egy-egy területben mélyedünk el, a lap esetében viszont egészében kell látni a folyamatokat.

Nagyjából húsz év telt el a pályáján. Mit gondol: hol tart majd ugyanennyi idő múlva?

Nagyon szeretem a munkámat. A kutatás mellett ott a tanítás, a témavezetés, a folyóirat, a konferenciaszervezés, és ha valamilyen elfáradok kicsit, a másik területen mindig van annyi sikerélmény, amennyi továbblendíti.

A kutatópályának természetes íve van: habilitáció előtt állok,



utána reményeim szerint jön a nagydoktori, aztán lehet további lépcső. Az ember folyton új, hasznos problémákat szeretne megoldani. A munkáim jelentős része az energiahatékonysághoz, a környezetvédelemhez kapcsolódik. Remélem, ipari szinten is érünk el eredményeket.

Kutatóként és általában emberként gyakran szeretnék fontos eredményt elérni, nyomot hagyni, de ha realisan nézzük, bármi legyen a munkánk, bármekkora sikert érünk is el, kicsit dolgozunk hozzá az egészhez. Én mégis elégedett vagyok, bárhogyan alakul is a pályám. A Biblia azt mondja, hogy Isten mindenki életének személyes értelmet és fontosságot ad. Én igyekszem Isten dicsőségére végezni a munkámat, ez ad értelmet és elégedettséget. Amikor vacilláltam, hogy villamos- vagy vegyészmérnök legyek-e, belső bizonyosságom lett, hogy Isten kutatói pályára szán a kémia területén, ezzel a bibliai idézettel: „A bölcsesség kezdete az Isten félelme”. Visszatekintve elmondhatom, hogy meg is áldotta pályámat, hiszen rengeteg elismerésben volt részem. A *Science folyóirat* „KARRIER” rovatában közölték velem interjút, a legjobb 30 év alatti kutatónak választottak itthon 2008-ban (Scopus Fiatal Kutatók Fődíja), kétszer elnyertem a Bolyai-ösztöndíjat, a nemzetközi termikus analízis szervezet (ICTAC) legfiatalabb díjazottja lettem, az európai anyagtudományi szervezet (EMRS) fiatal kutatóknak szóló díját is megkaptam. Mindegyik kedves em-

lék, de a díjak nem önmagukban fontosak számomra, hanem azért, mert rajtuk keresztül Istenre tudok mutatni. Ezt különféle interjúkban, cikkekben igyekeztem is megtenni, és gyakran tartok előadásokat a Biblia Szövetség Protestáns Teremtéskutató Körének keretében a tudomány, a kereszténység és a teremtés témakörében.

Minden díjért keményen meg kellett dolgoznom.

Természetesen nagyon fontos a személyes teljesítmény, az oda-szánt munka. De én hitemből fakadóan Isten kegyelmének tartom elsősorban az elismeréseket.

Ha az a kérdés, hogy hol tartok majd húsz év múlva a pályámon, bennem nincs bizonytalanság, mert ahogy eddig Istentől kértem el az élettemmel és a munkámmal kapcsolatos dolgokat, továbbra is Tőle várom.

Természetesen nagyon sok embernek is hálás vagyok. Számos szakmai mentorom volt, párat név szerint is említhettem. Rengeteget jelentett a családi háttér: nálunk a tanulás mindig érték volt, de természetes is. Sokat számít a feleségem és a gyermekeim támogatása – mert egyáltalán nem könnyű egy kutatóval együtt élni, hiszen a nem mindig kiszámítható munkaterhelés, a külföldi utak kihívást jelentenek, ahogy az is, hogy a kutatás nem fix munkaidős, mivel a kutatási problémákon akkor is gondolkodunk sokszor, ha már eljöttünk a munkahelyünkről. **SV**

Zádori Antal

A légszűrő szerkezete és működése

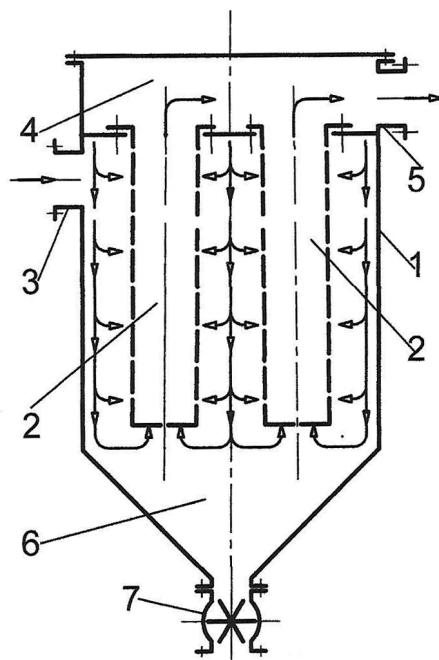
A légszűrőt a vegyiparban és az élelmiszeriparban alkalmaznak, por alakú termékek légáramból való kiválasztására. Gyakran használják őrlőberendezéseknél, szárítóberendezéseknél és pneumatikus szállításhoz.

A légszűrő metszete (**1. ábra**), a szűrőfelület tisztításához szükséges szerkezet kivételével, a fontosabb részeket tünteti fel. A légszűrő készülékházában (1) helyezkednek el a szűrőelemek (2). Ezekre szűrőszövetből készült szűrőzsákokat erősítenek. A port szállító levegő egy csőcsonkon (3) áramlik a szűrőlemezekhez. A por a szűrőzsák külsejére rakódik. A szűrőzsákon átszívott levegő a szűrőkamrába (4) jut, melynek csőcsonkjai (5), az elszívó ventilátor csővezetékéhez csatlakoznak. A por a porgyűjtő kamrában (6) gyűlik össze, ahonnan egy cellás adagolón (7) át távozik a légszűrőből.

A por jelentős része igen apró szemű, kis ülepedési sebességű lehet, ezért a szűrőelemek között fentről lefelé irányuló légáramlást kell létesíteni, mely a szűrőelemekről eltávolított port lefelé szállítja, amíg az elhagyja a szűrőelemeket. Ez a poros levegőnek a légszűrő készülékházának felső részén történt bevezetésével érhető el. Az **1. ábra** a poros levegő és a megszárt levegő áramlását is feltünteti a légszűrőben.

Téves elgondolás a poros levegőt az alsó porgyűjtő kamrába vezetni, hogy ott a nagyobb porszemek kiülepedjenek és ez tehermentesítse a szűrőfelületet.

Egy tojáslevet feldolgozó porlasztásos szárító üzempróbája során beigazolódott a poros levegő alul történő bevezetésének hibás volta. A légszűrőnek hengeres alakú kellékháza volt, melybe a poros levegőt alul, a porgyűjtő kamra felső részén, a ciklonoknál szokásos módon vezették be.



1. ábra.
A légszűrő
metszete

Üzembe helyezés után, a légszűrőn átszívott levegő mennyisége gyorsan csökkent. A felfelé áramló levegő nem engedte, hogy a kis ülepedési sebességű por eljusson a porgyűjtő kamrába, az a szűrőelemek között feldúsult. A szűrés kezdete után fél órával a légszűrőn átszívott levegő mennyisége annyira lecsökkent, hogy nem lehetett a porlasztásos szárítót tovább üzemeltetni.

A szűrőzsákok tisztítása, a szűrési folyamat áramlási irányával ellentétes irányú légáramlással történik. Ennek megvalósítása többféle módon lehetséges.

Szerkezeti szempontból a legegyszerűbb a légsugárszivattyúval történő szűrőelem-lefúvatás (2. ábra). A szűrési folyamat alatt a légsugárszivattyú nem működik. A szűrőzsákon (1) átszívott levegő a szűrőelemből (2) a légsugárszivattyú diffuzorán (3) át jut valamennyi szűrőelem közös szűrtlevegő-kamrájába (4). Ez az elszívó ventilátorral van összekötöttesben.

Lefúvatáskor egy vezérlőkészülék mágnesszelepet működtet, mely a légsugárszivattyú fúvókájának (5) csővezetékébe préslevegőt enged. A fúvókából nagy sebességgel kiáramló levegő, sűrűlve a szűrő levegő kamra levegőjével, átadja mozgási energiájának egy részét, és a szűrtlevegő-kamrából magával visz levegőt. A légsugárszivattyú diffuzorában a mozgási energia egy része nyomásenergiává alakul. A szűrőelemben keletkező túlnyomás megfordítja az áramlási irányát a szűrőfelületen.

Nem szükséges minden szűrőelemet külön lefúvatni, általábanlegendő hat, egyenlő számú szűrőelemből álló csoport kialakítása. Ez esetben öt szűrőelem-csoport végez szűrést, és egyikben lefúvatás történik. Mindegyik szűrőelem-csoportnak mágnesszelepe és préslevegő-vezetéke van.

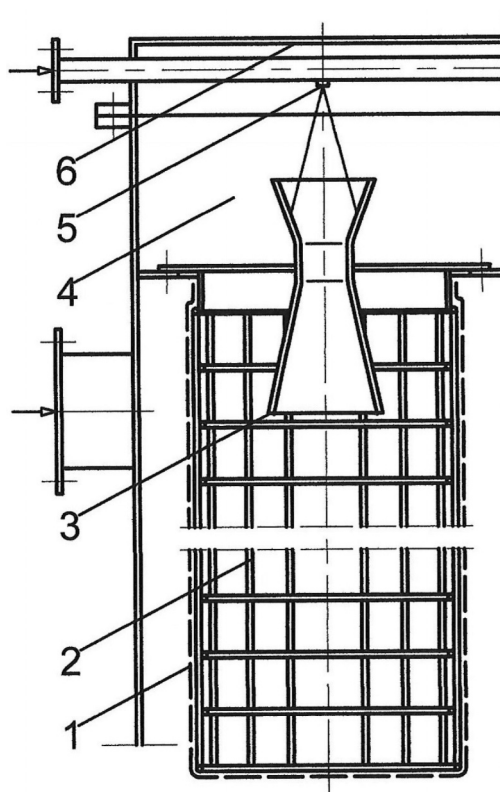
A 2. ábra szerinti szűrőelem, a készülékfedél (6) eltávolítása után, felfelé kiemelhető a szűrőzsák cseréje és a légszűrő házának tisztítása céljából.

Ventilátoros szűrőfelület-tisztás esetén egy ventilátor létesíti a szűrőelemben a szükséges túlnyomást. A szűrőelem megegyezik a már ismertetettel, csak a légsugárszivattyú alkatrészei hiányoznak.

A ventilátoros szűrőelem-tisztítás több szerkezeti megoldással is megvalósítható. Az egyik változat szerint a szűrőelemek csoportokra vannak osztva, és minden csoportnak külön szűrtlevegő-kamrája és szűrtlevegő-csőcsomója van. Valamennyi szűrtlevegő-csőcsomóhoz átváltó szerkezet csatlakozik.

Lefúvatáskor egy vezérlőkészülék, mágnesszelep és munkahenger segítségével, működteti az átváltó szerkezetet. Ez lezárja az összeköttetést az elszívó ventilátor felé, és lehetővé teszi a légáramlást a lefúvató ventilátor nyomóvezetéké és a szűrőelem-csoport között. A szűrőelemekben létesülő túlnyomás eltávolítja a port a szűrőfelületről.

Az élelmiszeriparban alkalmazott légszűrőket, a fertőző góccok kialakulásának elkerülése érdekében, rendszeresen tisztítani kell. A szűrőelemek kiszerelésén és a szűrőzsák mosásán kívül a légszűrő belsejét erős vízszugárral tisztítják. A légszűrőt ennek megfelelően alakítják ki. Annak érdekében, hogy a nehezen tisztítható sarkok gondot ne okozzanak, a légszűrő házat hengeresre célszerű készíteni.



2. ábra. Szűrőelem légsugárszivattyúval

A cellás adagolóknak is könnyen tisztíthatóknak kell lennie, ezért az élelmiszeriparban használt típust alkalmazzák. A hajtóműves motorral ellentétes oldalon lévő homloklap és az ahhoz csapágyazással hozzászerelt cellás forgórész szerelési egységet képez. A homloklap csavarjainak megoldása után a forgórész egyszerűen kihúzható a cellásadagoló házából.

Az élelmiszeripari légszűrőnek és tartozékainak szerkezeti anyaga saválló acél.

Ha a légszűrőbe áramló poros levegő robbanásveszélyes, a légszűrőt nyomástartó edénynek kell kialakítani. Hengeres köpenyen a kazánfenékből készült készülékfedélen kívül egy nagy átmérőjű és egyenes nyomáselvezető csővel kell ellátni. Ebbe hasadótárcsát szerelnek.

Nagy erejű robbanás akkor következik be, ha a beáramló poros levegővel erős gyújtóláng jut a légszűrőbe. Amennyiben gyújtóláng keletkezhet, a csővezetékét önműködő tűzoltókészülékkel szükséges ellátni. Ez elfojtja a lángot, mielőtt a légszűrőbe érkezne. Ilyen tűzoltókészülék telepítésével erre szakosodott cég foglalkozik.

Évforduló: 100 éve született Neugebauer Jenő



1942-ben szerzett vegyészmérnöki diplomát a Műegyetemen. Előbb a Fizikai Kémia Tanszéken, majd a Tungstram Rt.-ben dolgozott. A háború után Millner Tivadar néhány munkatársával újrászervezte a kutatási, fejlesztési tevékenységet. Munkatársai közül később Neugebauer Jenő lett a Volfrám Laboratórium vezetője. A korlátozott kutatási lehetőségek ellenére olyan említésre méltó felismerések születtek

itt, mint a volfrám-oxidok vízgőzös illékonyságának feltárása; a szinterelés során a volfrámrúdiba beépülő hatékony adalékmenyiségek meghatározása; a béta-volfrám keletkezése redukció során; az ammónium-volfrám-oxid-bronzok keletkezésének feltárása. Neugebauer Jenő nyugdíjba vonulása után az MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében dolgozott a Tungstram kutatási témáin. Felfedezett négy új volfrámvegyületet, az elsőik között sikerült volfrámot előállítania tiszta állapotban laboratóriumi körülmények között. 1997-ben Széchenyi-díjat kapott. (tudosnap-tar.kfki.hu)

Lente Gábor

■ PTE TTK Általános és Fizikai Kémiai Tanszék

Tudomány-e az ismeretterjesztés?

Merengések a Természettudományi Közlöny alapításának 150. évfordulóján

Azért gyűltünk itt össze, hogy a Természettudományi Közlöny alapításának 150. évfordulóját megünnepeljük. Nagyon szívesen vállaltam el, hogy az ünnep fényéhez a magam szerény módján hozzájáruljak ezzel az előadással. Annyi műhelytitkot elárulok, hogy az előadás címe jóval az előadás tartalma előtt született meg. Ez talán nem a legszerencsésebb, de így az előadás tartalmának véglegesítésekor észrevettem egy fontos dolgot. A cím merengéseket ígér, de azt nem állítja, hogy ezek a *saját* merengéseim lesznek.

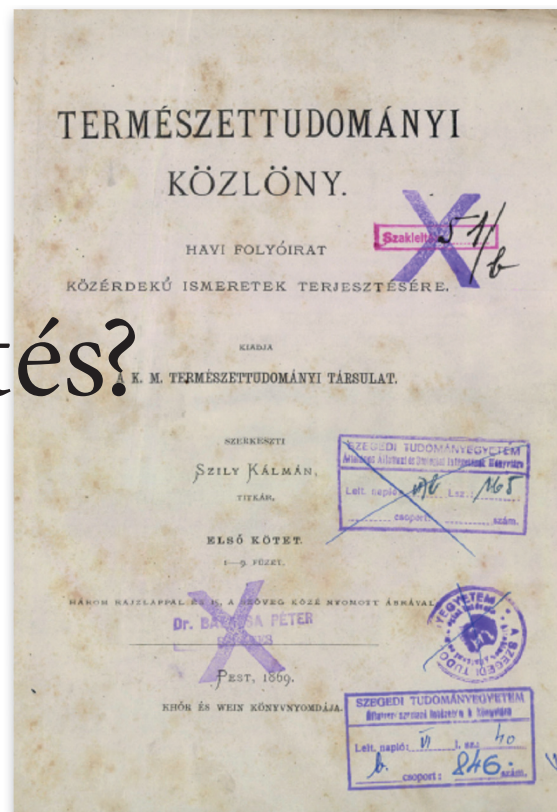
Milyen év is volt 1869? Kinek ilyen, kinek olyan. Ebben az évben jelent meg Jókai Mór *Kőszívű ember fiai* című regénye, amely most már kötelező olvasmány az általános iskolákban. Jókai Mór ebben az évben alig volt fiatalabb, mint most én vagyok; Terézvárosban a hivatalban lévő földművelés-, ipar- és kereskedelemügyi minisztert legyőzve szerzett parlamenti képviselői helyet.

1869 februárjában alkotta meg Dmitrij Ivanovics Mengyelejev a periódusos rendszert. Ere emlékezik az idén az Elemek Periódusos Rendszerének Nemzetközi Éve, amelyhez több tucat rendezvény csatlakozott hazánkban is. Mengyelejev ebben az évben jóval fiatalabb volt, mint most én vagyok.

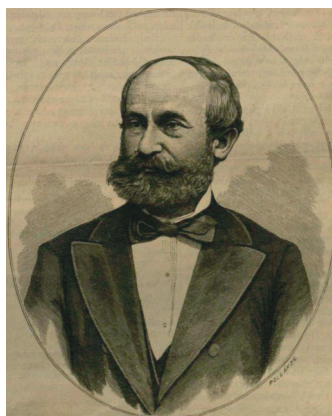
Elvetemült kémikusként szeretnék arról is említést tenni, hogy 1869-ben jelent meg Than Károly elemzése a harkányi kénes hévíz vegyi elemzéséről. A részletes tudományos vizsgálatokat bemutató füzet ára 20 korona volt, benne a szerző nagyon sokat foglalkozott a vízből *kirohanó* gázok minőségi és mennyiségi meghatározásával. Természetesen karbonil-szulfid is volt a gázok között, ezt a gázt Than Károly két évvel korábban fedezte fel. A magyar akadémikus ugyanabban az évben született, mint Mengyelejev, tehát 1869-ben ő is jóval fiatalabb volt, mint most én vagyok.

1869. november 4-én megjelent a *Nature* című brit folyóirat első száma. Eredeti szándékai szerint elsősorban tudományos ismeretterjesztő jellegű lap lett volna, de az idők során inkább a nagy jelentőségű tudományos felfedezések elsődleges fórumává vált. Ennek ellenére mind a mai napig jelentős hírvivata van, bár ennek elképzelt olvasóközönsége nem annyira a nagyközönség, hanem inkább a tudományos kutatásban dolgozók közössége. A Természettudományi Közlöny első száma 10 hónappal korábban (1869. január 10-én) jelent meg, mint a *Nature* folyóiraté!

Hogyan lehetne illő módon egy folyóirat alapításáról megemlékezni? Talán olvassunk bele a legelső számba. A Királyi Magyar



A Természettudományi Közlöny első füzetének címlapja



Szily Kálmán (1838–1924)

Természettudományi Társulat már 1841-től adott ki évkönyveket, ezekből szervezték meg 1869-ben a havonta megjelenő Természettudományi Közlönyt, amelynek az első főszerkesztője Szily Kálmán fizikus-nyelvész, akadémikus lett.

Ő egyébként még Than Károlynál is fiatalabb volt négy évvel, 1869-ben nősült meg. Későbbi pályafutás során az Akadémia főtitkára, majd főkönyvtárnoka lett, 1880-tól 1898-ig a Királyi Magyar Természettudományi Társulat elnökeként is dolgozott. Ilyen tudósok foglalkoztak akkoriban tudományos ismeretterjesztéssel!

Szily Kálmán a legelső szám beköszöntőjében ezt írta:

„Tudvágya, e soha ki nem oltható szomja enyhítésére az ember annyi eszközt keresett és talált már napjainkig, s ezek által azt, mit csillapítani kívánt, annyira felfokozta, hogy híreknek, mik mindenkit érdekelnek, a híreknek péld. a politika köréből vilámszárnyakon kell szerte röppenniök, ezer nyomdát mozgásba hozniok, hogy a vágó az uj, a még ismeretlen után lehetőleg gyorsan némi enyhülésre találjon. Az e tekintetben elkényeztetett fővárosi a sajnálkozás bizonyos nemével szól arról, kinek vagy ideje vagy alkalma nincs a politikai események színvonalan maradni. A szerföltött verseny példátlan olcsó árakon nyújt alkalmat még a politikától legtávolabb állónak is, hogy figyelemmel követhesse azokat a nemzeti nagy kérdéseket, melyekhez nem ritkán egész népek üdve és bánata van kapcsolva.

■ A Magyar Tudományos Akadémián 2019. december 4-én elhangzott előadás szövege.



Honnan merítik tehát irodalmunkból a vádat, hogy „a magyar közönség a természettudományi ismereteket nem kedveli”, e súlyos vádat, mely ha igaznak bizonyulna be, fajunk halálos ítéletét vonná maga után. Mert napról napra igazabbnak bizonyul, mit a nagy Humboldt „Cosmos”-ában mond:”

Itt egy idézet következik az eredeti beköszöntőben, amelynek forrása Friedrich Wilhelm Heinrich Alexander Freiherr von Humboldt, a neves német természettudós. Az ő születésének 100. évfordulójára is emlékeztek 1869-ben:

„A természettanulmány minden részének egyaránt való méltatása kiválólag a jelenkor követelménye, melyben a nemzetek anyagi gazdagsága s növekvő jólléte a természetproductumok és természetterők gondosabb használatán alapszik. Azok a népek, melyek az általános ipari tevékenységben, az erőműtan és a műszaki vegytan alkalmazásában, a természeti anyagok gondos megválasztásában és feldolgozásában hátra maradnak, melyeknél az efféle tevékenység iránti tisztelet a társadalomnak nem minden osztályát hatja át, jóllétük fokáról mulhatlanul lefognak sülyedni. És pedig annyival inkább, ha szomszédállamok, melyekben tudomány és ipari mesterségek élénken közlekednek egymással, mintegy ujjal megíjodva előre haladnak.”

Őszintén bevallom, hogy Humboldt eme sorait még soha korábban nem olvastam. A benne megfogalmazott gondolatok mégis nagyon ismerősek voltak. A neves orosz tudományos-fantasztikus író testvérpáros, Arkagyij és Borisz Sztrugackij egyik művében található a következő sorok:

„Semmilyen állam nem fejlődhet tudomány nélkül, mert a szomszédai megsemmisítik. Művészet és általános kultúra nélkül az állam elveszíti az önkritika képességét, téves irányzatokat kezd bátorítani, mindinkább képmutatókat és alja embereket teremt, az állampolgároknak fogyasztói szemléletet és önteltséget fejleszt ki, s végeredményben megint csak a jőzőn értelmű szomszédok áldozatává válik...” (Gellért György fordítása)

A regényt, amelyben ezek a gondolatok megjelentek, minden hatalom lévő politikusnak kötelező olvasmányként írnám elő. A mű címe: *Nehéz istennek lenni*. Az idézet folytatásának ismertetésétől már csak azért is el kellett tekintenem, mert nehéz lenne nem látni benne a mai magyar politikai viszonyokkal való közvetlen párhuzamot. Mintha nem is 1964-ben Leningrádban írták volna, hanem tegnap Budapesten.

A Természettudományi Közlöny századik füzetének címlapja



De térjünk vissza a 19. századba. A Természettudományi Közlöny századik füzete 1877. decemberében jelent meg. Ha valaki nagyon jól tud számolni, akkor bizony felfedezheti, hogy 1869 januárja és 1877 decembere között összesen 108 hónap volt, tehát a lap nem jelent meg végig havi rendszerességgel: ez a rendszer csak a negyedik évtől kezdődően állt be. Szily Kálmánnak megadatott az a szerencse, hogy ebbe a számba is ő írhatta a beköszöntőt. Ebben a Közlöny érdemeit sorolja fel: szerényen csak négyet. Először is bebizonyította, hogy Magyarországon szükség van színvonalas tudományos ismeretterjesztésre. A második érdem az, hogy a kezdetektől kb. 150 szerző 1000 közleménye jelent meg a lapban, s ezzel közös nevezőt talált az ismeretterjesztésben részt venni kívánó magyar tudósok számára. A harmadik érdem a tudomány szabadságának megőrzése: nem vált politikai nézetek otthonává a lap. A negyedik érdemet talán szó szerint is érdemes idézni:

„Első füzetétől kezdve következetesen kerülte azokat a magyar-nak csúfolt természettudományi műszókat, melyek az akkori tankönyveket és értekezéseket bélyegezték. Hozzá szoktatta természettudományi íróinkat ahhoz a gondolathoz, hogy biz ezek nélkül könnyen ellehetünk.”

E mögé a gondolat mögé kedvem lenne ma is sok felkiáltójelet tenni. Mindezt egy fizikus-nyelvész írta, aki később, 1905-ben megalapította a Magyar Nyelvtudományi Társaságot! S aztán a beköszöntő így végződik:

„Több érdeme nincs is még. Majd ha az ezredik füzethez írják az előszót, talán többet és nyomósabbakat is tudnak felsorolni. Én már akkor réges-rég óta csendes ember leszek. Nem fogok senkit se cikkért, se előadásért székírozni, sem az én mostani jó barátimat és kedves munkatársaimat nem fogja senki háborgatni. A mostani száz füzet közül ha akkor valamelyik elvélve majd kézre kerül, józú mosolygással fognak benne lapozgatni, mondván: ezek a mi jó öregeink minő primitív dologról írogattak, hisz azt, a mi igaz bennök, ma már minden iskolás gyermek is jól tudja. Kívánom, hogy úgy legyen!

Budapest, 1877. november 25.”



Nagyilosvay Ilosvay Lajos (1851–1936)

Ha már Szily Kálmán megidézte az ezredik füzete beköszöntőjét, olvassunk is bele ebbe. Ez lényegesen hamarabb jelent meg, mint az alapító gondolta volna: 1934. március 15-én. Ha megint számolunk egy kicsit, akkor kiderül, hogy 1869 januárja és 1934 márciusa között 783 hónap volt. A lap 1909-ben átállt a havi kétszeri megjelenésre, ez az első világháború alatt végig megmaradt, aztán az 1920-as években az is előfordult, hogy csak két-havonta nyomtak egy-egy számot. 1934-ig viszont közel 200 számozott pótfüzet is megjelent, amelyeket még bele sem számoltak az ezerbe. Szily Kálmán ekkor már valóban csendes ember volt: 1924-ben, 86 éves korában érte a halál.

Az ezredik füzete beköszöntőjét Nagyilosvay Ilosvay Lajos írta.



TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

Megjelenik minden hó-
nap 1-én és 15-én leg-
alábbis 2 nagy nyolcad-
részt ivnyi tartalommal;
időnként szövegközti
rajzokkal illusztrálva.

HAVONKÉNT KÉTSZER MEGJELENŐ
ISMERETTERJESZTŐ FOLYÓIRAT

E folyóiratot a Tár-
sulat tagjai az évi
fejében kapják; nem-
tagok részére a Pöl-
füzetekkel együtt
évenként 12— pengő.

66. KÖTET. 1934. MÁRCIUS 1—15. 999—1000. FÜZET

Az ezredik füzethez.

1869-ben jelent meg a Természettudományi Közlöny első füzetét Olvasóinkhoz című előszavát a Közlöny megalapítója, SZILY KÁLMÁN első altitkár még 1868 december 10-én írta meg. A Közlönyt közérdekű ismeret-terjesztésére hivatott havi folyóiratnak nevezi. Tartózkodott fellelengző géretektől. Két célt tűzött ki. Egyik az volt, hogy az évi illetmény fejében élvezetes és tanulságos olvasmányt nyújtson, melyből a természet- tudományok legújabb és legfontosabb haladását mindenki könnyű szerrel megérthesse; másik célja, hogy a természet-tudományokat minél szélesebb körben elterjessze, megkedveltesse, hogy a természet-tudományok szere-

A Természettudományi Közlöny ezredik füzetének címlapja

Elvetemült kémikusként természetesen megemlítem, hogy ő nemzetközi hírvégyész volt, az általa kidolgozott klasszikus analitikai módszereket mind a mai napig tanítják. Emellett volt ő a Magyar Tudományos Akadémia alelnöke, országgyűlési képviselő és államtitkár is. A beköszöntő megjelenése idején már húsz éve szolgált a Királyi Magyar Természettudományi Társulat elnökeként. A beköszöntőben így ír:

„Nem dicsekvés, hanem Szily Kálmán emlékezetének őszinte tisztelete ismételteti meg velem, hogy a Természettudományi Közlöny első számát 804, századik számát 4850 tag köszöntötte. Ez a 600%-os létszám-szaporodás...

A Természettudományi Közlöny ezredik füzetének útrabocsátásakor nem tudom elhallgatni, hogy Társulatunk felett az idők járása nagyon megnehezült. Az első és a századik füzet megjelenése idejében segélyezett bennünket az állam, a Magyar Tudományos Akadémia és mentesek voltunk a versenyzők rajától. Most nélkülözzük a számottevő segélyt, de bőven kijut a versenytársakból.

A sors kegyetlenül megtanított bennünket erre a szállóigére: „Sub pondere ereseit palma”. Hát ne engedjük magunkat agyonnyomtatni. S ha eddig még nem tanultuk meg: „Segíts magadon s Isten is megsegít”; akkor igazán nem érdemeljük meg ezt a hazát.

Dr. Ilosvay Lajos”

Ne menjünk el szó nélkül a leírt számszerű adat mellett: 1877-ben a Természettudományi Közlönynek 4850 előfizetője volt. Mít nem adnék ma egy ilyen nagy, rendszeres olvasótáborért!

Ha már foglalkoztunk füzetszámolással, akkor említsük meg azt is, hogy az idén, 2019-ben a lap Természet Világa főcímmel jelenik, de a Természettudományi Közlöny alcímként így is megmaradt. Éppen a 150. évfolyam számai jelennek meg. Megint előbújhat valakiből a matematikai kisördög: ez csak úgy lehet, ha volt egy év, amikor egyáltalán nem jelent meg. Igen, ez a helyzet. Ez az év 1945 volt. Talán nem is szükséges több magyarázat.

Nem fejezhetem be ezt az előadást úgy, hogy ne idézzek legalább egyetlen mondatot minden idők talán legnagyobb ismeretterjesztő tudósától, Carl Sagantól:

„A tudatlanság és a hatalom vérszjólő keveréke előbb-utóbb be-
lerobbán a képünkbe.”

Én mind a mai napig Sagan és az ő általa készített *Kozmosz* című filmsorozat hatásának tulajdonítom, hogy összességében az

emberiség nagyon sok erőforrást áldoz csillagászati kutatásokra. Pedig ezek társadalmi haszna korántsem nyilvánvaló: miért jobb bárkinek is attól, hogy hatalmas és drága távcsövekkel részletes információt szerzünk arról, hogy mi van a bolygónktól több ezer vagy éppen néhány milliárd fényévre?

És itt sajnos korunk tudományos ismeretterjesztésének egy sötétebb árnyalatáról is beszélnem kell, ami a Sagan-effektus néven ismeretes. Az utóbbi fél évszázadban a tudósok körében, ha nem is teljesen tudatosan, de nagyon széles körben elterjedt az a nézet, hogy aki magas színvonalon foglalkozik tudományos ismeretterjesztéssel, az azért teszi, mert nem való igazi kutatónak, és ha vannak is új tudományos eredményei, azok jelentéktelenek. Carl Sagan ugyan 500-nál is több komoly szakmai publikáció szerzője volt a pályafutása során, első egyetemi munkahelye, a Harvard Egyetem mégis megtagadta tőle az állandó professzori állást. A kémiai Nobel-díjas Harold Urey még hosszú levelet is írt azért, hogy megakadályozza az ő alkalmazását. Ezért Carl Sagan a Cornell Egyetemen dolgozott élete második felében. Az Amerikai Egyesült Államok akadémiaja sem választotta soha a tagjai közé.

Az utolsó előtti idézetem egy akadémiairól származik, de ez nem az amerikai, hanem a Magyar Tudományos Akadémia. A szöveget december 2-án fogadta el a rendkívüli Közgyűlés, s az MTA küldetését leíró dokumentum egy része:

„7. Az Akadémia közvetíti a tudományos kutatások eredményeit a társadalom számára.

Az Akadémia kommunikációs csatornáin és rendezvényein bemutatja a tudomány eredményeit és módszereit, ösztönzi a kritikai gondolkodást. Ezáltal biztos tájékozódási pontokat kínál a szélesebb közönség és a döntéshozók számára, és vonzóvá teszi a kutatói hivatást.

A tudományos módszertan és eredmények széles körű megismertetése révén harcol az áltudományok és a tudománytalan nézetek ellen.”

Ebben a részletben én csak egyetlen kivetni valót találok. Azt, hogy Akadémiánk küldetésében ez a hetedik, vagyis utolsó pont. És nem az első.

Végezetül szeretnék visszatérni Szily Kálmán első füzetben megjelent beköszöntőjéhez. Az írás ezzel zárul:

„És végül még egy reményt. Szabad e reménylenem, hogy nemcsak a nevezettekben, hanem a társulat minden tagjában is természetes szövetségtságra fogok találni, szabad e reménylenem, hogy azok, kik a rosszabb napokban is, midőn a társulat tőlök áldozatot kívánt, meghozták a részvét filléreit, most, midőn a társulat csak méltányos cserére kéri őket, újult erővel nyujtandnak kezet, hogy a társulat terjesztéséhez s teljesebb felvirágoztatásához mindannyian hozzájáruljanak.

Budán, 1868 december 10-kén.”

E sorok érvényessége 150 év alatt sem kopott meg. A tudomány népszerűsítésében minden kutatónak, tanárnak megvan a helye.

Rendkívül irracionálisnak találom, hogy egy olyan korban, amikor minden mosóport a reklámszakma tudományos módszerekkel részletesen megalapozott eszköztárával adnak el, ugyanezt magával a tudományos módszerrel nem tudjuk és nem is akarjuk megtenni. Ennek fényében válaszolnék a címben feltett kérdésre is: Nem, az ismeretterjesztés jelenleg nem tudomány. Pedig annak kellene lennie.





Braun Tibor

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

Lenyűgöző ionos folyadékok

A szakirodalom exponenciális növekedése

Előszó

Eredetileg „Káprázatos ionos folyadékok” címmel összefoglalót terveztem írni az ionos folyadékokról. Közben eszembe jutott, hogy ezt a jelzőt már használtam, amikor a kémia egy másik káprázatos felfedezéséről (a C₆₀-molekuláról) írtam cikkeket és könyvet. Ezért az ismétlés elkerülésére a *káprázatos* szó helyettesítésére a magyar szinonimaszótárból kikerestem egyik szinonimáját, a *lenyűgözőt*.

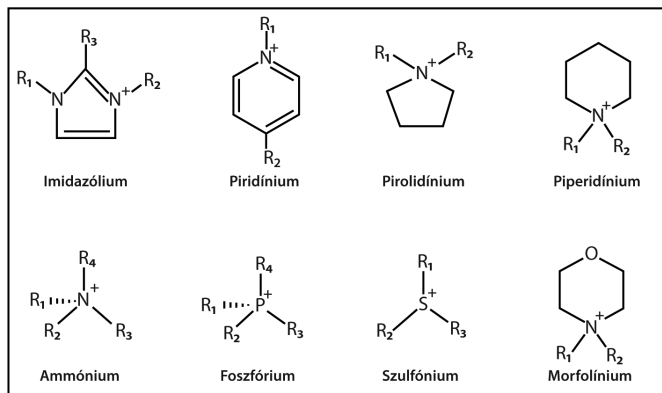
Az 1914-ben felfedezett [1], majd a 2000-es években alapos kutatások tárgyává vált ionos vegyületekről több mint száz könyvet, körülbelül ezer összefoglaló közleményt (review-t) és több tízezer folyóiratcikket publikáltak. Nem kell túl nagy jóstehetség ahhoz, hogy bárki, beleértve jómagamat is, könnyen rájöjjön, hogy ilyen szakirodalmi háttérrel rendelkező témáról rendkívül nehéz, vagy lehetetlen cikkterjedelmű jó összefoglalót írni. Ezért Robin D. Rogers egyik, a témáról 2007-ben publikált *Reflections on ionic liquids* című cikke [2] bevezetőjéből a következő mondatot idézem: „Ionic liquids seem to defy common sense” (Az ionos folyadékok ellentmondani látszanak a józan észnek). Legkevesebb, amit a fenti kijelentésről mondhatok, és feltételezem, hogy ebben nem vagyok egyedül, az, hogy meglepő. Többek között azért, mert úgy tudom, a józan észnek való ellentmondás benne van a „paradoxon” definíciójában is. Ugyanis paradoxon alatt állítások olyan halmazát értjük, amelyek ellentmondásra vezetnek vagy a józan észnek ellentmondó következtetés vonható le belőlük. A fentiek hatására elhatároztam, hogy nem írok összefoglalót az ionos folyadékokról, illetve azt is, hogy megpróbálom kifürkészni, mire utalt Rogers professzor*, aki jelen témánknak világszerte egyik legismertebb és legelismertebb szakértője, amikor a fent idézett talányos mondatot leírta. Úgy döntöttem, hogy itt előbb röviden bemutatom az ionos folyadékokat, majd foglalkozom az ionos folyadékok számának kérdésével és végül rátérek a kémiai, majd az ionos folyadék szakirodalma exponenciális növekedésének körbejárására.

Ionos folyadékok (rövid bemutató)

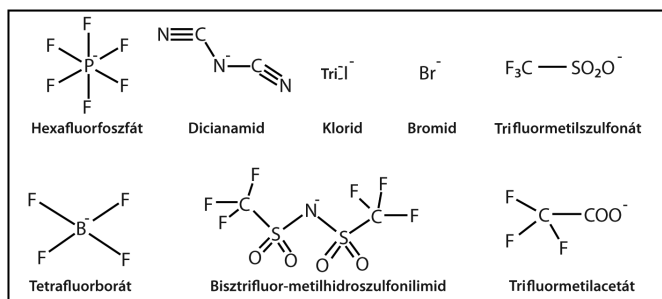
Az ionos folyadékok lényegében kationokból és anionokból álló, alacsony olvadáspontú sók. Azokat a sókat, amelyek 100 °C, illetve szobahőmérséklet alatt olvadnak, általában szobahőmérsékletű ionos folyadékoknak nevezik. Az első alacsony olvadáspontú só, az etil-ammónium-nitrátot (C₂NH₈N₃) a német Paul Walden szintetizálta 1914-ben [1], és 12 °C-os olvadáspontját is le-

* Robin D. Rogers publikációs adatai (a Google Scholar adatbázisban 2020. január 15-én): idézettsége: 64 662; Hirsch-indexe: 108; i10-indexe: 630 és cikkeinek száma körülbelül 800.

Kationok

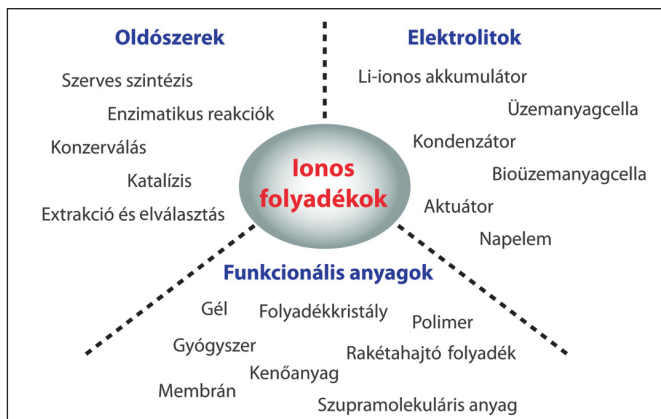


Anionok



1. ábra. Ionos oldatokban használt anionok és kationok (példák)

írta. Ő az ionos folyadékot az etil-amin koncentrált salétromsavval való semlegesítésével állította elő. Bizonyos ismert ionos folyadékok, például nitrogént és foszfort tartalmazó heterociklusos (imidazólium vagy piridin) alkil-helyettesített kationokból és szerves anionokból, mint például BF₄⁻, Cl⁻, PF₆⁻ vagy NO₃⁻ ionokból állnak (1. ábra). Mivel az ionos folyadékok komponensei változtathatók, ezek a vegyületek különböző speciális alkalmazásokhoz előre is tervezhetőek [3]. Más szavakkal: az ionos folyadékok alkalmasak adnak specifikus tulajdonságaik beállítására megfelelő alkalmazásokhoz való használatnál (2. ábra). Ezért *tervezett folyadékok* (*designed liquids*) elnevezéssel is illetik őket. A tulajdonságaik finombeállítása (hangolása) például a szerves kationba beépített alkilcsoportok lánchosszána és/vagy elágazásainak, vagy az anion változtatásával történik. Ennek megfelelően az olyan tulajdonságok, mint az ionos folyadékok olvadáspontja, viszkozitása, sűrűsége és hidrofobitása könnyen módosíthatók az összetevő ionok változtatásával [4]. Annak tulajdoníthatóan, hogy a legtöbb ionos folyadék egyedi hasznos tulajdonságokkal rendelkezik, mint például alacsony illékonyság [5], nagyobb hőstabilitás [6], alacsonyabb gyúlékonyság [7] és jó vezetőképeség [8], nagy figyelmet kaptak az olyan kutatási területe-



2. ábra. Ionos folyadékok alkalmazásai

ken, mint az orvostudomány, kémia, fizika és mérnöki tudományok [9].

Az ionos folyadékok száma

Rogers említett cikkében [2] arról is beszámolt, hogy körülbelül egymillió, laboratóriumban potenciálisan előállítható ionos folyadékot ismernek jelenleg, és 10^{18} ternér (az anion és kation mellett harmadik komponenst tartalmazó, ez utóbbi valamelyik tulajdonság javítása érdekében hozzáadott) ionos folyadék keverékvegyület lehetséges előállítására is sor kerülhet. Ezt az 1-es szám után 18 nullával kifejezett (trillió) számot találta valószínűleg észbontónak Rogers professzor. A Rogers által említett számoknál kissé „szerényebb” 10^{12} (billió) ionos folyadék lehetőségéről más dolgozat is beszámolt [10]. Ahhoz, hogy összehasonlítsuk e számok valóban őrlítő nagysága mennyire befolyásolhatta a kémiai józan ésszt, megnézhetjük az egyesült államokbeli Columbusban (Ohio) székelő *Chemical Abstracts Service (CAS[®])* adatbázist (az American Chemical Society egyik részlege), ami feladatként leltárba vesz minden, a földgolyón ismert vegyületet, kémiai anyagot. Ez az adatbázis mindmáig az említett ionos folyadékok 10^{18} darabszámaéhoz hasonlítva „csekély”, 127 millió ($127 \cdot 10^6$) vegyületnél tart. Az ionos folyadékokon kívül a kémia nem nagyon ismer olyan bőséges és átfogó vegyületcsaládot, talán beleértve még a szerves kémiát is, ami lehetőséget kínál olyan lenyűgözően nagy számú tervezhető (designer) tulajdonságú új vegyület előállítására, mint az ionos folyadékok. Talán ez is befolyásolhatta Rogers bevezetőben említett mondatát.

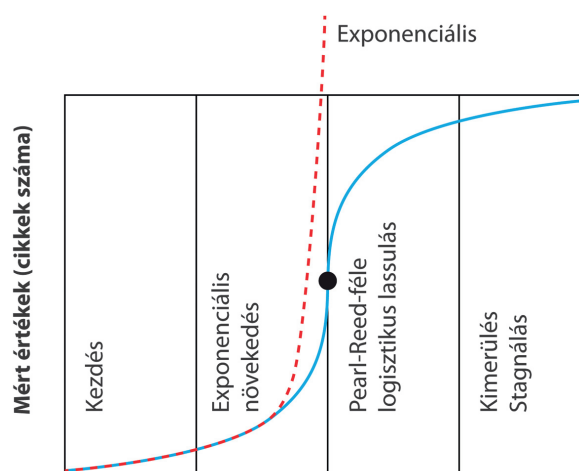
A szakirodalom exponenciális növekedése

A tudomány, a tudományos kutatás, illetve a tudományos szakirodalom exponenciális növekedésének és fejlődésének felismerését általában *Derek deSolla Price*-nak [11] tulajdonítják, de nemrég kimutatták, hogy azt már 1885-ben *Conan Doyle* [12], sőt előtte 1883-ban *Friedrich Engels* [13] is kiderítette. De el kell ismerni, hogy Derek Price volt az, aki rendkívül sokrétűen értelmezte a tudományos szakirodalom növekedésének jelenségeit [11].

A „szakirodalom” szó lényegében egy bizonyos tárgykörben publikált dokumentumsorozatot jelent. Különböző publikációs formákat foglalhat magába, ilyenek például a folyóiratcikkek, könyvek és könyvfejezetek, konferenciadolgozatok és disszertációk. A szakirodalom növekedésének mértékét általában szakosított adatbázisokból (például *Chemical Abstracts*, *Web of Science* stb.) vagy a cikkek címeiből, absztraktjaiból kiválogatott kulcsszavak-

ból álló adatbázisokból végzik. A kutatók általában formális publikációkon keresztül kommunikálnak egymással. Az említett formális publikációk igénybevételével ennek megfelelően az ismeretek átadása folyóiratcikkek, könyvek, könyvfejezetek, konferenciák formájában terjed. A természettudományos szakterületen az ismeretek három rétegből tevődnek össze. Elsőként a primer tanulmányok szerepelnek, amelyeket a kutatók végeznek és publikálnak. Emellett léteznek ezeknek a tanulmányoknak rendszeres és konceptuális összefoglalói (abstracts), amelyek új értelmezéseket foglalnak magukba az eredeti irodalomból építve, végül megszületnek a következtetések és elemzések, amiket a kutatók például folyóirat beszélgetések során osztanak meg és amik részei lesznek a szóban forgó szakterület alapismereteinek (knowledge). Az ionos folyadékok kutatása, illetve szakirodalma fejlődésének háttérben az exponenciális növekedés állt és ez még ma is így van. Nem hisszük, hogy ennek a közismert növekedési szabályszerűségnek lényegét itt ismertetni kellene. Érdeklődőknek javasoljuk átlapozni a 14., 15. és 17. hivatkozásokban említett kitűnő összefoglalókat.

A világszerte megjelenő tudományos szakirodalom exponenciális növekedési túlbujánzása arra a következtetésre juttatta a

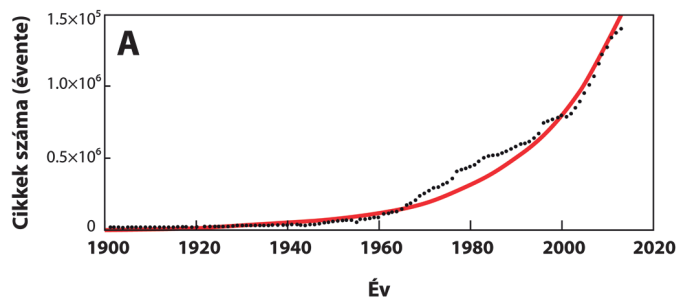


3. ábra. Exponenciális és logisztikus növekedési görbék

szakembereket, hogy a tudományos szakirodalom növekedésének eszkálicója, így az ionos folyadékoké is képtelen lesz végtelen ideig folytatódni, illetve fennmaradni. Arra a következtetésre jutottak, hogy amikor a növekedés rendkívül magas szintre ér, általában bekövetkezik egy lassulási folyamat, és a szakirodalom növekedésében a *Pearl-Reed-féle* logisztikai görbe szerinti növekedés kerül előtérbe (3. ábra). Ez a helyzet, mármint a szakirodalom növekedésének lassulása az ionos folyadékok esetében még nem jelentkezett.

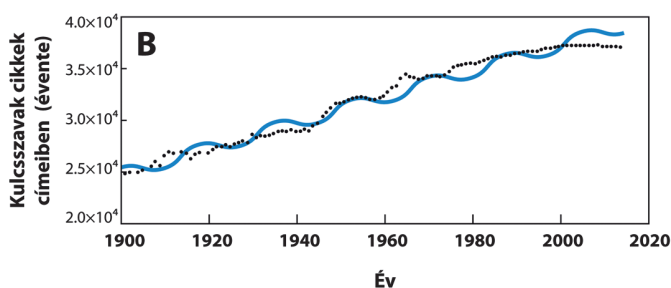
A világ természettudományi szakirodalmának exponenciális növekedése

Mielőtt az ionos folyadékok szakirodalmának exponenciális növekedésére rátérnénk, érdemes egy pillantást vetni a világ teljes természettudományi szakirodalmának növekedésére (4. ábra). Mint az ábra mutatja, a növekedés itt is exponenciális jellegű. Ezek után felmerülhet a kérdés, hogy a világ természettudományi ismeretei ugyanolyan exponenciális növekedést mutatnak-e, mint a szakirodalomé. Ezt a kérdést a szakirodalom cikkeiben és összefoglalóiban (abstract) foglalt ötletekre és felfedezésekre utaló kulcsszavak és az azokhoz a későbbiekben csatolt deszkriptó-



4. ábra. A világ természettudományi szakirodalmának exponenciális növekedése [14]

rok számlálásával végezték el [14–15]. Arra a következtetésre jutottak, hogy az ismeretek nem exponenciális, hanem lineáris növekedést mutatnak (5. ábra). Amennyiben az 5. ábrán a pontokból álló görbét figyelmesen megvizsgáljuk, láthatjuk, hogy az egymást követő rövid, logisztikus görbékből áll. Ezek átlóját meghúzva látható a lineáris növekedést mutató vonal. A fentieket ki-



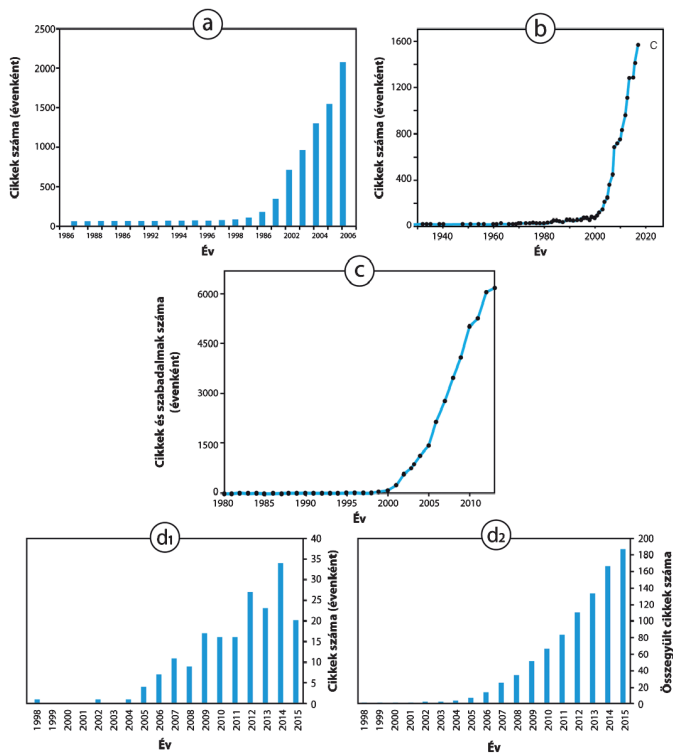
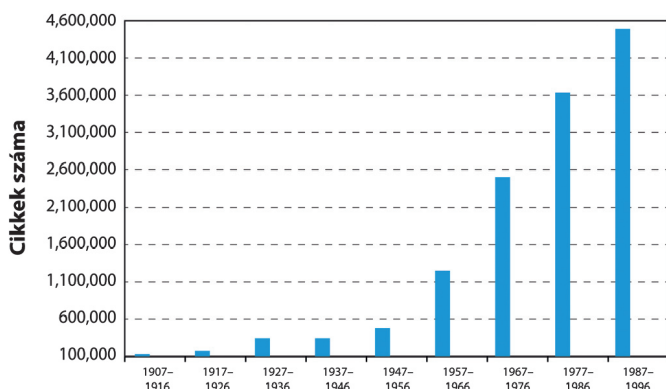
5. ábra. A természettudományi felfedezések lineáris növekedése [14]

egészítendő, valamint azért is, mert dolgozatunk kémiai jellegű, a 6. ábrán bemutatjuk az előzőekben említett legnagyobb kémiai adatbázis (CAS, Chemical Abstracts Service) szintén exponenciális növekedését.

Az ionos folyadékok szakirodalmának exponenciális növekedése

Az előbbiekben említettük, hogy az ionos folyadékok kutatásának, illetve szakirodalmának fejlődése háttérben az exponenciális növekedés áll. Ezt most, amikor konkrétan rátérünk az ezzel kapcsolatos példára, ki kell egészítenünk azzal, hogy egy exponenciális görbe jól jellemezhető azzal az időtartammal, amely

6. ábra. A Chemical Abstracts Service adatbázis exponenciális növekedése



7. ábra. Példák az ionos folyadékok szakirodalmának exponenciális növekedésére: a) exponenciálisnál gyorsabban növekedő kumulatív görbe (lásd 1. táblázat, XIII. cikk), b) exponenciálisnál gyorsabban növekedő kumulatív görbe (lásd 1. táblázat, XII. cikk), c) exponenciálisnál gyorsabban növekvő kumulatív görbe (lásd 1. táblázat, X. cikk), d₁) évente megjelenő cikkek száma (lásd 1. táblázat, IX. cikk), d₂) évente megjelenő cikkek kumulatív száma (lásd 1. táblázat, IX. cikk)

alatt a mért érték (jelen esetben az ionos folyadékok szakirodalmának) a kétszeresére nő (megduplázódik). Az ionos folyadékok 2020-ig átnézett szakirodalmában számos olyan cikket találtunk, ami többek között foglalkozott, illetve adatokat közölt az ionos szakirodalom exponenciális növekedéséről. Ezekből válogattuk azokat, amelyeket az 1. táblázatban foglaltunk össze. A táblázat felsorolja a cikkek címeit és szerzőit, azokat az időtartamokat, amikre a cikkekben foglalt, exponenciális növekedést mutató ábra vonatkozik, a szakirodalom méretének körülbelüli kétszeresedési idejét, a szerzők által alkalmazott adatbázisokat, valamint az ionos folyadékok alkalmazási területeit.

Talán itt érdemes felhívni a figyelmet arra, hogy az exponenciális görbék esetében a cikkek számát, egyes szerzők évenkénti értékben ábrázolták, más szerzők viszont azokat kumulatíván tüntették fel (7. ábra, d). Még érdekességként és Rogers professzor talányos utalásának egyik magyarázataként meg kell említsük, hogy az 1. táblázatban szereplő Plechkova és Sedlak, valamint Deetlef, Fanselow és Seddon dolgozataikban kiemelték, hogy az általuk mért és ábrázolt görbék növekedési sebessége a mért növekedési idő bizonyos szakaszaiban (7. ábra, a, b, c) az exponenciálisnál is gyorsabbnak bizonyult (meredekebb volt).

Az 1. táblázatban felsorolt cikkek közül, de még az ionos folyadékok manapság elérhető teljes szakirodalmából is nehéz megbízható adatokat szerezni a teljes szakirodalom méretéről, illetve darabszámáról. Nincs kialakult megegyezés, elfogadott vélemény a téma területéről publikáló szerzők között. Ezt az is okozhatja, hogy mint a táblázatban látható, a szerzők többféle adatbázisból származó adatokat dolgoztak fel. Az egyik leg-



megbízhatóbb adatbázisnak a CAS által működtetett SciFinder látszik.

Természetesen az ionos folyadékok szakirodalmának növekedéséről sokat lehetne írni, úgyszintén az ezen folyadékokkal kapcsolatos szakmai tudásról, ismeretekről is (vigyázat: a publikált szakirodalom és a szakmai tudás nem ugyanazt jelenti!), de arra most és itt már nem térünk ki. Azzal a kijelentéssel fe-

jezzük be, hogy az ionos oldatok kutatási területe, valamint annak szakirodalma ma (2020) a kémia egyik legkiemeltebben fejlődő része. Ezt a mért adatokkal is bizonyítják az **1. táblázatban** említett cikk szerzői, Deetlef, Fanselow és Seddon, amikor dolgozatukban megemlítik, hogy például a 2013-ban megjelent 6265, ionos folyadékokról szóló cikk száma nagyobb, mint az ugyanabban az évben a szuperkritikus folyadékok (925), a szup-

1. táblázat. Az ionos szakirodalom exponenciális növekedésének illusztrálása

Nr.	Cikk címe és bibliográfiai adatai	Szerző(k)	Vizsgált évek	Szakirodalom kb. kétszereződési ideje, év	Adatbázis	Ionos folyadékok alkalmazási területe, megjegyzések
I.	Uses of Ionic Liquids in Analytical Chemistry, 2004, mariecurie.org/annals/volume3/berthod.pdf	A. Berthod, S. Carda-Broch	1966–2002	4,0	CAS Current Contents Medline IUPAC	exponenciális növekedés
II.	Dramatic Increase in Research on Ionic Liquids, IUPAC Ionic Liquids Database, IL Thermo, August 2005	Kian Dong et al.	1990–2004	3,5	CAS Current Contents Medline	exponenciális növekedés
III.	Ionic Liquids and Microwaves in Promotion of Organic Synthesis, Academic Dissertation, University of Helsinki, 2009	U. Hakalla	1990–2007	3,5	SciFinder	exponenciális növekedés, ionos folyadékok és mikrohullámok
IV.	Application of Ionic Liquids in Liquid Chromatography, Crit.Rev.Anal.Chem., 2007, 37, 127.	M. P. Marszall, R. Calisza	1980–2004	3,5	Scopus	exponenciális növekedés, ionos folyadékok a kromatográfiában
V.	Applications of Ionic Liquids in the Chemical Industry, Chem.Soc.Rev., 2008, 37, 123.	N. V. Plechkova, K. R. Seddon	1906–2006	2,0	SciFinder	exponenciálisnál meredekebb növekedés, ipari alkalmazások
VI.	Molecular Simulations of Phosphonium-based Ionic Liquid, Molec.Simulation, 2010, 36, 79,	X. Liu et al.	1999–2008	4,0	ISI WOS	exponenciális növekedés
VII.	Hybrid Organic-Inorganic Materials Based on Polyoxometalates and Ionic Liquids and their Application in Catalysis, International Scholarly Research Notices, 2014	S. Ivanova	2000–2013	4,0	Science Direct	exponenciális növekedés, alkalmazás katalízisben
VIII.	Ionic Liquids: Alternative Reactive Media for Oxidative Enzymes, in: Ionic Liquids: Applications and Perspectives, February 21, 2011	O. Rodriguez et al.	2000–2010	4,0	WOS	exponenciális növekedés, enzimológiai alkalmazás
IX.	Application of Ionic Liquids in Hydrometallurgy, Int.J.Mol.Sci., 2014, 15, 15320.	J. Park et al.	1999–2013	4,0	CAS	exponenciális növekedés, hidrometallurgiai alkalmazás
X.	Ionic Liquids: The View from Mount Improbable, R.S.C.Adv, 2016, 6, 4280.	M. Deetlefs, M. Fanselow, K. R. Seddon	1980–2014	2,0	SciFinder	exponenciálisnál meredekebb növekedés
XI.	Meta-Analysis of Ionic Liquid Literature and Toxicology, Chemosphere, 2016, 150, 266.	M. E. Heckenbach et al.	2000–2014	3,5	SciFinder	exponenciális növekedés, ionos folyadékok, toxicológia
XII.	A Bibliometric Analysis of Research on Supported Ionic Liquid Membranes, 2017, 7, 63.	R. Abeion, H. Perez-Acebo, A. Garea	1998–2015	2,5	CAS	exponenciális növekedés, függesztett ionos folyadékok
XIII.	Brief Bibliometric Analysis of Ionic Liquid Applications, Environmental Research, 2019, 175, 34.	I. A. Lawal et al.	1960–2020	2,0	Scopus	exponenciálisnál meredekebb növekedés, szerves szennyezők adszorpciója



ravezetés (1781) és a C_{60} (2260) témákban megjelentek cikkek száma együttvéve.

Utószó

Annak ellenére, hogy a dolgozatban leírtak után még mindig úgy érzem, hogy az ionos folyadékok kutatási területén felhalmozott emberi ismeret, tudás, valamint a szakirodalom fejlődési sebessége valóban lenyűgöző, be kell ismernem, hogy nem voltam képes eleget tenni e dolgozat előszavában tett ígéretemnek, hogy megpróbálom kideríteni, mire utalt Rogers professzor, amikor leírta, hogy az „ionos folyadékok ellentmondanak a józan észnek”. Egy feltételezhető magyarázatom azért van, és pedig az, hogy Rogers professzor *Albert Allen Bartlett* fizikusprofesszor [16] „The greatest shortcoming of the human race is our inability to understand the exponential function” (Az emberiség legnagyobb hiányossága az exponenciális függvény megértésének képtelensége) felvetésének hatására alakította ki véleményét.

Be kell vallanom, hogy végül kiderült, fenti magyarázatom téves. Ugyanis nem tudtam megállni, hogy ne írjak Rogers professzornak (2020. március 11.) kérve az ő magyarázatát. Postafordultával válaszolt, levelét a **8. ábra** mutatja be.

Sapientia sat.



Irodalom

- [1] P. Walden, *Bull. Acad. Inter. Sci. (St. Petersburg)* (1914) 8, 405.
- [2] R. D. Rogers, *Nature* (2007) 447, 917.
- [3] R. Heynes, G. G. Nufar, R. Aimu, *M. Reviews* (2015) 115, 6332.
- [4] I. Newmington, J. M. Perez-Arlandis, T. Welton, *Org. Lett.* (2007) 9, 5247.
- [5] M. Kosmulski, J. Gustafsson, J. B. Rosenholm, *Thermochim. Acta.* (2004) 412, 47.
- [6] M. J. Earle, J. M. et al., *Nature* (2006) 439, 831.
- [7] D. M. Fox et al., *Ind. Eng. Chem. Res.* (2008) 47, 6327.
- [8] M. Galinski, A. Lewandowski, I. Stepniak, *Electrochim. Acta.* (2006) 51, 5567.
- [9] D. R. MacFarlane, M. Kar, J. M. Pringle, *Fundamentals of Ionic Liquids. From Chemistry to Applications*, Wiley, VCH Verlag GmbH, 2017.
- [10] N. Plechkova, K. R. Seddon, *Chem. Soc. Rev.* (2008) 32, 123.
- [11] J. D. deSolla Price, *Little Science, Big Science*. Columbia University Press, 1963.
- [12] A. Conan Doyle, *Belgravia Magazine* (1885) 57 (July), 52.

Hi Tibor:

Good luck on your project! The *Nature* paper was written in a time when ionic liquids were still quite misunderstood (perhaps they still are). Even by 2007, many classically trained chemist (particularly Inorganic chemist) could not wrap their heads around salts (ionic compounds) which were liquid. The ‘common sense’ of the field was that ionic compounds would be high melting solids rather than expectations for molecular compounds. Thus, classes (of very large numbers of possibilities) of salts which were liquids, many at or below room temperature, was surprising to people. The fact that they could be used as solvents at room temperature just like classic molecular solvents didn’t ‘make sense’ to many. I can tell you at the time, it wasn’t that easy to explain this to referees!

Before airplanes were invented, the concept of a human flying was against ‘common sense’ at the time.

Regards,
Robin

Prof. Robin D. Rogers
Research Professor, The University of Alabama,
Tuscaloosa, AL

8. ábra. Rogers professzor válaszelevele

- [13] F. Engels, *Dialektik der Natur*, 1883 (in: A. Schubert, *ISI Newsletter* (2019) 15, 64.)
- [14] S. Fortunato et al., *Science* (2018) 359, 185.
- [15] S. Milojevic, *J. Informetrics* (2015) 9, 982.
- [16] Albert Allen Bartlett, *The Essential Exponential! (For the Future of Our Planet)*. University of Colorado, Boulder, 2004.
- [17] J. Tague, J. Behesti, L. Rees-Potter, *Library Trends* (1981) 30, 125.

Magó Károly Legendák és tények a „magyartarkáról”



Tanulmányom célja a *Magyar Kémikusok Lapjának* 4. és 5. számában megjelent „*Magyartarka*” *testközelből* című cikkel kapcsolatos új információk közreadása, valamint a Kraye E. és Társa Festék-, Kence és Lakkgyár¹ valós szerepének bemutatása a Magyar Királyi Honvéd Légierő festékellátásában.

Bevezető

A magyar repülőipar egyik fontos szállítója a Kraye festékgyár volt. A rendelkezésre álló bizonyítékok alapján a Kraye szerepét két részre kell osztani a katonai álcázó festékek területén. A gyár törekedett a saját repülőgépfesték gyártására és a légierő

álcázófesték-igényeinek folyamatos biztosítására külföldről importált festékek forgalmazásával. A vegyes építésű repülőgépekre készült festékreceptek, majd a modern könnyűfém szerkezetű repülőgépekre alkalmas festékek kísérleti gyártásai a német technológia (Titanine Werk GmbH, Beckacite Kunstharzfabrik GmbH) honosítását bizonyítja. A Kraye beszállítói szerepe pedig a német Hebig-Haarhaus AG festékein alapult a dokumentumok alapján.

¹ Továbbiakban: Kraye. A Kraye előbb leírt cégneve az általam talált legkorábbi, 1915. október 30-án keltezett dokumentumon szerepel. A gyár megnevezésében később a gyártott vegyipari termékek felsorolása és sorrendje többször változott.



I. Az anyagkiadás könyve és a G jelzésű repülőgépfesték-receptek

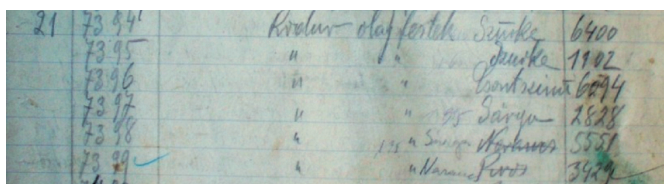
A Krayer megmaradt iratanyagát a várpalotai Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Vegyészeti Múzeuma őrzi. Ezek között található a festékgár működésének legfontosabb dokumentuma az anyagkiadás könyve, mely Próder István² írásos nyilatkozta szerint: „Dátum, gyártási szám, áru megnevezése, cég (megrendelő) címszavak alatt tüneti fel a termékeket 1930 és 1951 között. A könyv adatai alapján, nyomon követhető a Krayer termékpalettája és ügyfélköre ebben az időszakban”.³ Az anyagkiadási könyv a központi nyilvántartás része volt, mely az elkészült termékekről tartalmazta az alapvető adatokat. Ebben a legyártott anyagokat és a gyártás során felhasznált technológiát rögzítették, majd a készterméket kiadták a megrendelőnek. Maga a gyár nem raktározott nagy mennyiségű készterméket, ezért a Krayer festékbolthálózatának ellátására készült festékanyagot a központi raktárnak (anyagszertárnak) adták ki.

1. oszlop: Dátum. Jelzi az adott dátumon gyártott termékeket.

2. oszlop: Gyártási szám. Azonosítja a gyártmányt, ez a szám rákerült a gyártás receptjére, mely alapján a pontos összetétel visszakereshető az ismételt gyártáshoz, valamint a mester színkártyára a színminta mellé odaírták a gyártási számot, hogy a színt is azonosítani lehessen. Ezzel lehetőség volt az újabb gyártások színeltérésének/egyezésének ellenőrzésére is.

3. oszlop: Áru megnevezése. Ez az oszlop az áruk főcsoportjainak azonosítására a szolgált, pl. festék, lakk, gyanta, kence. Ezen belül festékek esetében feltüntették, hogy milyen jellegű (olaj, zománc), milyen színű a gyártmány, továbbá sok helyre azt is feljegyezték, hogy melyik festékcsaládba tartozik (Trinát, Roldur stb.) a legyártott termék.

4. oszlop: Cég. Azonosította a megrendelőt, mely abból a szempontból is fontos volt, hogy ha az adott cég ismételten rendelt abból az anyagból, akkor tudják az ismételt gyártáshoz, hogy milyen összetételű és színű volt az első gyártmány. Például a MÁV folyamatosan rendelt festékanyagot, és biztosítani kellett a megrendelő által meghatározott szín- és minőségi egyezést, a gyártási tőrésen belül.



Az anyagkiadás könyvének bejegyzései

(fotó: Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Vegyészeti Múzeuma)

Ebben a könyvben tartották nyilván a kísérleti és mintagyártásokat is, de nem szerepelnek a Krayer repülőgép-álcázó festékei a G.1100 (szürke), G.1101 (világoskék), G.1102 (barna), G.1103 (zöld), valamint H.1795 (tereptsárga), ezért a Krayer nem gyártott ilyen repülőgépfestéket. Punga György és Bernád Dénes felülírták Próder István szakvéleményét. Mivel G jelzésű repülőgépfesték bejegyzése nincs benne, úgy gondolják, hogy az anyagkiadás könyve nem lehet gyártásokat igazoló dokumentum. „Annak ellenére, hogy a korai, 1930-as oldalak tetején a „Dátum” után érdekes módon a „Gyártási szám” szerepel, a gyártáskörnyezetben egy kicsit is jártas olvasó számára azonnal feltűnik, hogy nem lehet szó valamilyen gyártási naplóról”.⁴ Ennek a magyarázatnak az alapján a gyártási számnak nincs köze a gyártáshoz!

A festék gyártási alapidokumentációja a festék receptje, mely az összetevők mennyiségét és a gyártás során betartandó keverési sorrendet is megmutatja lépésenként. Sok esetben a lefektetés dátumát is feltüntették a recepteken. (Azt az időpontot, amikor az adott festék kísérleti gyártása, valamint tesztelése befejeződött, és elkészítették a receptet.) Ha nincs recept, nem lehet gyártani a festéket. A G.1100 szürke festék receptje 1940. november 28-án, a G.1101 világoskék, a G.1102 barna és a G.1103 zöld festékek receptjei pedig 1940. november 29-én készültek.⁵ Ezeknek a festékeknek a legkorábbi említése a dokumentumokban 1938. október 14-én keltezett, amikor feljegyezték a MÁVAG-nak szállított festékek árát.⁶

Szürke matt átvondlakk Falemezre G. 1100.	Világoskék matt átvondlakk Falemezre G. 1101.
0.209 c.korom 282.	0.026 indantitronekék 422.
1.876 titánfehér 440.	0.004 helidgenekék HGB. 50.
1.554 óhrómsárga 5272.	0.025 óhrómsárga 5272.
16.182 antimonfehér 882.	1.879 titánfehér 440.
2.406 cesterol 396.	17.754 antimonfehér 882. 2 x
2.905 trikrezilphosphat 391.	2.310 trikrezilphosphat 391. heger
1.459 palatinol 83.	2.310 cesterol 396.
73.528 lakk G. 1184.	1.482 palatinol 83.
100.--	73.528 lakk G. 1184.
1940.XI.28.	1940.XI.29.

Cell.repülőgéplakk barna matt G. 1102.	25ld matt átvondlakk Falemezre G. 1103.
1.850 c.korom 282.	0.515 c.korom 282.
2.124 titánfehér 440.	0.824 vasoxydfehér 580.
5.000 vasoxydfehér 580.	3.865 óhrómsárga 131.
1.765 vasoxydsárga 452. 3 x	3.505 óhrómsárga 5272.
1.440 óhrómsárga 5272. heger.	3.712 vasoxydsárga 452.
5.887 blankfix 132.	4.949 óhrómsárga 5272.
2.765 trikrezilphosphat 391.	3.093 blankfix 132.
2.765 cesterol 396.	2.573 trikrezilphosphat 391.
1.404 palatinol 83.	2.573 cesterol 396.
77.000 lakk G. 1184.	1.491 palatinol 83.
100.--	72.599 lakk G. 1184.
1940.XI.29.	1940.XI.29.

A G jelzésű álcázó festékek receptjei

(fotó: Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Vegyészeti Múzeuma)

Ha már szállítani tudta a Krayer ezeket a festékeket, akkor nem lehet saját gyártású termék, mert a G festékreceptek majdnem két évvel később készültek. Kizárható, hogy ezeknek a festékeknek létezett korábbi, esetleg másik receptje, mert a receptek közti átjárhatóságot/átdolgozást/átnevezést feltüntették a recepteken, vagy a gyártási számra hivatkozva készült el az új recept.

Arra is van bizonyíték, hogy a G jelzésű repülőgépfestékek szoros kapcsolatban álltak külföldről importált, a Titanine Werk GmbH (továbbiakban Titanine) festékeivel. A Krayernél változott a festékanyagok jelzése és az L.J.E. sor később E jelzéssel futott tovább, amit a recepteket összefogó kartotékrendszerrel lehet bizonyítani. Feltételezhető, hogy a Krayer G festékcsaládjába a Titanine festékek honosítása vagy továbbfejlesztése volt, mivel a Krayer Titanine L.J.E., majd E festékcsalád és a G festékcsalád között

² A Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Vegyészeti Múzeuma szakmai munkáját segítő alapítvány kuratóriumának ügyvezető igazgatója, a Vegyészeti Múzeum nyugalmozott igazgatója.

³ Próder István aláírt nyilatkozata. A szerző tulajdonában.

⁴ Bernád D, Punga Gy: „Magyartarka” – Lakkok, festékek, álcázószínek a Magyar Királyi Honvédelmi Repülőgépein. Haditechnika folyóirat, XLIX. évf., 3/11. (továbbiakban: HT) és Bernád D, Punga Gy: „Magyartarka” – Lakkok, festékek, álcázószínek a Magyar Királyi Honvédelmi Repülőgépein. In: Magyar Repüléstörténelmi Évkönyv, 2014. 190–191. (továbbiakban: MRT).

⁵ Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Vegyészeti Múzeuma (továbbiakban: MVM), Budalakk Krayer iratai, 18492–18493. doboz.

⁶ Budapest Főváros Levéltára XI.418: Krayer E. és Társa Lakk és Festékgár iratai.



Helyette, de meggyezésen a májusban meggyez
Vörös repülőgépvászon H. 353. recept
Feszítőlakk G. 1097.

8.20	lakkgyapot (Nika 119.)	63.
3.00	AT cellulose hochvisc	52.
0.40	sipalin MOM	800. 54.
0.40	weichmachungsmitte	16.
0.40	tributylphosphat	443.
0.60	ricinusolaj	309.
1.00	ethylacetat	891.
10.00	ethylglykol	855.
40.00	toluol	330.
20.00	buthylacetat	312.
5.00	den.szesz	308.
10.00	ecetéter	87.
1.00	vasoxyd-vörös	880.
<u>100.--</u>		

1940. XI. 28.

A recept átdolgozásával, helyettesítésével kapcsolatos információt feltüntetése (fotó: Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Vegyészeti Múzeuma)

átjárhatóság van, a termékek felcserélhetőek. A WM-21 Sólyom festési utasítása szerint G jelzésű termékekkel együtt alkalmazható az L.J.E.1483 cellon lemosószer E.1483 jelzéssel.⁷ Azonban a legszembetűnőbb a két festékcsalád hígítója. Az E.610 és a G.1110 hígítójának a receptje 1941. március 28-án készült, ami arra utal, hogy a régi technológia átvételével készült a „modern” Krayfer festék. Mind a jelzések, mind a megnevezések, mind pedig a mennyiségek teljesen egyeznek. A G festékcsalád hígítója meg egyezik az E.610 (korábban L.J.E.610) hígítójával, mely bizonyíthatóan a németek által szállított Titanine anyaga.

Repülőgéplakk hígító E.610.		Repülőgéplakk hígító G.1110.			
4.880	ecetéter	87.	4.880	ecetéter	87.
7.312	butanol	453.	7.312	butanol	453.
7.312	den.szesz	308.	7.312	den.szesz	308.
9.760	szilacetat	82.	9.760	szilacetat	82.
70.736	benzol	820.	70.736	benzol	820.
<u>100.--</u>			<u>100.--</u>		

1941. III. 28. 1941. III. 28.

Hígítók receptjei

(fotó: Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Vegyészeti Múzeuma)

A Krayfer céljai között szerepelt a repülőgépfestékek gyártása, ezért a recepteket 1944-ben átdolgozták. Jogos a kérdés, hogy miért volt átdolgozott recept, ha nem gyártották a korábbi festéket sem. A külföldi technológia szerint 1940-ben lejegyzett receptek alapanyagai feltehetőleg 1944-re elfogytak, ezért ha a Krayfer fel akart készülni a G jelzésű festékek gyártására, akkor az új alapanyagokkal legyártható receptekre is szüksége volt. Például a G.1103 esetében igazolni lehet, hogy az új receptek a korábbi receptek alapanyagainak kiváltására készültek, mert a G.1103 jelzésű festék c.korom összetevőjének kiváltására lakkfekete, a

krómsárga helyett hanzasárga került. Ebből következik, hogy a Krayfer még 1944-ben is a nitrocellulóz-alapú festékek gyártására készült, amikor a műgyanta festékek már egyértelműen modernebbek voltak.

A második világháború idején a vegyes építésű repülőgépeket a modernebb könnyűfém szerkezetű repülőgépek váltották fel. A Krayfer igyekezett lépést tartani, ezért a könnyűfémek bevonására alkalmas festékek gyártásának előkészületei 1943-tól kerültek abba a stádiumba, hogy eljussanak a kísérleti gyártásig. Könnyűfém alapozó lakk kísérleti gyártása 1943. szeptember 10-én és 1943. novemberben (nincs feltüntetve a munkanap), valamint 1944. február végén – március elején (nincs feltüntetve a munkanap) történt a gyártás bejegyzés szerint. A háború vége előtti utolsó műgyanta kísérleti gyártások 1944. június 13-án (9332 gyártási szám) és 1944 nyár végén voltak (nincs feltüntetve a munkanap), ekkor Beckosol 31 műgyantagyártási kísérletre került sor 9351 gyártási számmal.⁸ Ez a bejegyzés bizonyítja a technológia átvételét, mert a Beckosol 31 a Beckacite Kunstharzfabrik GmbH poliészter gyantája volt.⁹ A repülőgépfestékek sorozat- vagy tömeggyártása nem valósulhatott meg, mert a szovjet csapatok 1944 végén elfoglalták a gyárat.

II. Forgalmazás

Német álcázó festék rendelése

A Weiss Manfred Repülőgép- és Motorgyár Rt. 1938. augusztus 12-én megrendelte a WM-21 Sólyomra a Németországban gyártott és német színekre festett magyar Ju 86-osok színeivel meg egyező zöld, barna, szürke és kék színeket az álcázó festéshez, valamint a piros, fehér és zöldet a nemzeti színek felfestéséhez, a Herbig–Haarhaus AG hazai képviselőjétől, ifj. Lingel Jánostól.¹⁰ Lingel szeptember 5-én a válaszában elküldte a Herbig–Haarhaus árajánlatát, melyre a WM-nél ráírták három anyaghoz, hogy a Krayfer mennyiért szállítja megrendelés esetén! Ez bizonyítja, hogy a Krayfer szállítani tudta a Herbig–Haarhaus festékeit. Szeptember 7-én a WM megrendelte a német festéket Lingeltől, és sürgették a megrendelt festékanyagok leszállítását. A repülőgépgyár a Herbig–Haarhaus-árajánlattal kapcsolatban jelezte, hogy „a jelzett vámolatlan árak másfélszer drágábbak, mint az egyenértékű belföldi elvámolt árak.”¹¹ Mivel a WM-ben a Krayfer árait tüntették fel, ezért „az egyenértékű belföldi elvámolt árak” a Krayfer által forgalmazott Herbig–Haarhaus-festékanyagokra vonatkozik, mert a Krayfer saját gyártású festékanyagait nem kell elvámolni! 1939. március 21-én a 13210. számú átvételi elismervényen a Krayfer átvett 10 doboz különféle mintafestéket és egy doboz hígítómintát a WM-től. Ez a minta biztosra vehető, hogy a Herbig–Haarhaus-festékekből származott, mert több mint egy hete már a repülőgépgyárban volt a német festék. Mindössze 6 héttel később, május 3-án a Krayfer elküldte a WM-nek az új festék színajánlatát a G jelzésű repülőgépfestékekről. Az ajánlat végére odaírtak egy nagyon fontos megjegyzést: „A repülőgépek fényezésének minőségi összehasonlításául szolgál az Önök által Herbig–Haarhaus német lakkgyár anyagával készült repülőgépek”, tehát a lefestett repülőgépek a referenciák, ami egyértelmű színazonosságot jelent. Az önálló magyar színek bizonyítására

⁷ Kovács Béla tulajdonában.

⁸ MVM, Budalakk Krayfer iratai, 18459. és 18492–18493. doboz.

⁹ Müller S.: Lakkipari műgyanták, Egyetemi Nyomda, Budapest, 1946, 75.

¹⁰ Magyar Nemzeti Levéltár Magyar Országos Levéltár (továbbiakban: MNL MOL), Weiss Manfred-iratok.

¹¹ u. a.



Bernád Dénes vagy Punka György a Haditechnika magazinban megjelent cikkben megváltoztatta a Krayer-dokumentum tartalmát: „A rep.gépek fényezésének minőségi összehasonlításául szolgál(nak) az Önök által MEGKÜLDÖTT MINTÁK a Herbig–Haarhaus német lakkgyár anyagával készült repülőgépek”.¹² Az eredeti dokumentumban nincs benne a „MEGKÜLDÖTT MINTÁK”, ezt a szerzők egészítették ki úgy, hogy nem különítették el az eredeti szöveg idézésétől. Ezzel a kiegészítéssel úgy értelmezték a szöveget, hogy a festékek nem a színe, hanem a minősége egyezett meg.

A Krayer-repülőgépfesték szállítása a légerőnek

A 4. Honvéd Önálló Repülőgépjavitó Üzem a légiérő központi átvívó- és elosztóhelye, valamint jelentős javítóbázisa volt. Sóstóra szállították le a megrendelt festékeket, itt történt a festékszabványok ellenőrzése és innen látták el a légiérő többi javítóüzemét is (Szombathely, Tapolca (áthelyezve Miskolcra) és Debrecen) a szükséges festékekkel. Abban az esetben, ha a repülőgépgyáraknak korábban használt álcázószínekre volt szükségük, akkor azokat is innen biztosították.¹³ Ezenfelül a repülőszázadok festékelátása is az üzem feladata volt. Az üzem 1943-ban elvégzett javításai közül a 83 darab WM-21 Súlyom nagyjavítását emelem ki, mert ennek a típusnak a festékszükségletét pontosan ismerjük.



WM-21 kötelék (fotó: Varjú József)

A Súlyom lefestéséhez szükséges anyagokhoz odaírtam, hogy mennyit rendelt a légiérő az adott anyagból a Krayer-től 1943-ban:¹⁴

5 kg Cellaetern rep.gép átvonó, szürke	G.1100 sz.	2200 kg
20 kg Cellaetern rep.gép átvonó, világoskék	G.1101 sz.	500 kg
15 kg Cellaetern rep.gép átvonó, barna	G.1102 sz.	200 kg
15 kg Cellaetern rep.gép átvonó, zöld	G.1103 sz.	1200 kg
60 kg Cellaetern rep.gép lakkhígító	G.1110 sz.	5000kg
15 kg Cellaetern rep.gép könnyűfém-alapozó	G.1113 sz.	3200 kg

A Súlyom festéséhez 18 további festékanyagra van szükség, de ezekre a Krayer még megrendelést sem kapott, ezért a Krayer G festéksaládjának hiányzó anyagait más festékgyár szállította. A Súlyomok festése során az alsó felületek minden esetben kék színnel készültek. Egy a Súlyom lefestéséhez 20 kilogramm kék kell, ami 83 gép esetében 1660 kilogramm, ennek alig egyharmadát tudta biztosítani a Krayer. A hiányzó G.1101 kéket mástól rendelte meg a légiérő, mert nem Krayer-gyártmány volt, hanem német festék, így más festékgyárak is le tudták szállítani.

III. Szakmai észrevételek a „Magyartarka” testközelből című cikkkel kapcsolatban

1. „A roncsokon talált lakkok gyártója sajnos nem ismert (de véleményünk szerint feltételezhetően ez a Krayer és Tsa. festékgyár). Elméletileg lehetnek német vagy magyar lakkok is.”¹⁵ Olyan minta szolgál a magyar színek létezésének bizonyítására és azonosítására, melyről az sem egyértelmű, hogy magyar gyártmány! Az I. részben ismertetett bizonyítékok alapján az bizonyítható, hogy nem a Krayer gyártotta!

2. A pigmentek: „A megtalált magyar repülőgéprések egyikén sem jelentkeznek a leírt maximumok és minimumok ebben a formában. Ebből az következik, hogy ezeknél a színeknél legalább részben, ha nem teljes egészében más pigmenteket alkalmaztak.”¹⁶ A cikkben olvasható a magyarázat is: „Jürgen Kiroff információja szerint a II. világháború előtt és az első években az RLM-színek pigmentálása nem volt előírva.” K. A. Merrick és Jürgen Kiroff kutatásai megerősítik, hogy csak a színek lettek egységesítve, az összetétel nem, ezért minden cég megtartotta a saját egyedülálló, kereskedelmiileg védett formuláját.¹⁷ Legalább tíz nagy műltra visszatekintő és repülőgépfestékeket gyártó vállalat volt Németországban, különböző pigmentekkel és gyártási eljárásokkal. Ezt bizonyítja az is, hogy az L.Dv. 251/1 Ausgabe 1938. szöveges részében is több német festékgyár is szerepel. Azonban a mérés során mindössze egy német mintát (az L.Dv. 251/1, Ausgabe 1938 RLM-színkártyák) hasonlítottak össze egy ismeretlen eredetű festékkel. Csak abban az esetben lehet bizonyítani, hogy a roncsokon talált színek jelentősen eltérnek az RLM-szabványtól, ha minden beszállító színkártyájával összehasonlítják, ez azonban nem történt meg.

3. Receptek: „A Krayer gyártmányai 1940. 11. 28-ig a „kor színvonalán” álltak – azaz nem mutatnak semmilyen különösséget –, de a recepteken feltüntetett alapanyagok minőségileg mégis különböznek a német festékektől, mint ahogy az egyes német gyártók receptjei is a W&B birodalmi szabványosítása előtt.”¹⁸ A receptek vizsgálatával csak annyit lehet megállapítani, hogy annyira különbözik a Krayer-recept a némettől, mint a németek egymástól. A szerzők még a két külföldi szakember segítségével sem tudták bizonyítani, hogy magyar fejlesztésről van szó. Legalább tíz nagy műltra visszatekintő és repülőgépfestékeket gyártó vállalat volt a Németországban, különböző pigmentekkel és gyártási eljárásokkal. Egy német receptet hasonlítottak össze a Krayer-recepttel, ami nem egyezett, de a többi festékgyáréval nem vették össze, így alkalmatlan a Krayer-festékek önállóságának bizonyítására.

4. A WM-21 Súlyom festési utasítása¹⁹ bizonyítja, hogy a G jelzésű repülőgépfesték többrétegű technológia volt. Két réteg alapozó után egy réteg szürke alaplakkot festettek a felületre, majd erre került rá az álcázó szín. A vizsgált minták esetében van olyan roncs, amin a modernebb egyrétegű festék van (nincs alatta alapozó és alaplakk), tehát ez a minta alkalmatlan annak bizonyítására, hogy a Krayer G jelzésű festékeket felhasználták repülőgépen.

¹² HT 2014/5, 60.

¹³ Győr-Moson-Sopron Megyei Levéltár, MWG iratai.

¹⁴ Budapest Főváros Levéltára, Krayer E. és Társa Lakk és festékgyár iratai.

¹⁵ Magyar Kémikusok Lapja, 2020, 5, 165.

¹⁶ u. a.

¹⁷ K.A. Merrick, J. Kiroff: Luftwaffe Camouflage and Markings 1933–1945. Volume One, Classic Publication, 21–23.

¹⁸ Magyar Kémikusok Lapja, 2020, 5, 165.

¹⁹ Kovács Béla tulajdonában.



5. A vizsgálat során az egyik festékminta a magyar gyártású Héja-M roncsáról származik.²⁰ Ezt a repülőgépet 1943-ban gyártották, az összehasonlításhoz szolgáló RLM-kártyák pedig 1938-ban készültek. A festékek színe folyamatosan változott a festékek összetétele, a folyamatos fejlesztések, valamint a háború vége felé a megfelelő alapanyagok hiánya miatt. Az RLM-színek leggyártásánál maximum annyit lehetett garantálni, hogy egy adott gyártási időben minden cég (a különböző összetétel melletti minimális eltérés mellett) közel azonos színeket gyártott.²¹ A két minta időbeni különbsége miatt alkalmatlan a magyar színek némettől való eltéréseinek bizonyításra.



A Héja-M (fotó: Varjú József)

6. A cikkben a DeltaE szín azonosságát jelentő értéke 0,5. A kék DeltaE 2,2 értéke 1,7-tel tér el ettől, és a szöveges értékelésben az olvasható, hogy ez relatív kicsi. Ha egy ötös skálán az 1,7 relatív kicsi eltérés, akkor ez a mérés pontatlanabb, mint az eredeti roncsminták referenciakártyás vizuális összehasonlítása, mert a kék relatíve kicsit tér el az azonosról és a jól észrevehető színkülönbségtől egyszerre. Ezzel az egész mérési eredmény hiteltelen, mert ránézésre egy szín sosem relatíve kicsit azonos és relatíve kicsit észrevehetően különböző. A cikk megjelenése után közzétették a Gerald Högl levelét,²² melyben kifejtette, hogy a DeltaE < 2 értéket tartja megfelelőnek a tapasztalatai alapján. A színazonosság értékének jelentős csökkentésére nem kaptak magyarázatot a szerzőktől az érdeklődők.

7. A kék mintákról megállapították a szerzők, hogy azt a benyomást keltik, mintha nagy fáradtsággal igyekeztek volna az RLM 65 lemásolására, de a különbség mégis jelentős maradt. Milyen mérési eljárással lehet azt megállapítani, hogy a minta esetében a gyártó a másolásra törekedett, vagy a német előírásokat és színsvabványokat igyekeztek betartani, de az eltérő pigmentek és gyártási technológiák miatt lett relatív kicsit eltérő lett? A szöveges értékelés önmagának mond ellent, mert először a színkülönbséget jelentő 2,2–2,8 DeltaE relatíve kicsi, majd pedig az olvasható, hogy nagy fáradtsággal igyekeztek volna az RLM 65 lemásolására, de a különbség mégis jelentős.

8. A végkövetkeztetésben olvasható, hogy a két külföldi szakember mérése igazolja a korábbi megállapításait, melyeket a *Hungarian Fighter Colours*ban, majd a *Haditechnika* folyóirat-

ban és az MRT 2014-es évkönyvében közöltek. A *Haditechnika* folyóiratban és az MRT (Magyar Repüléstörténeti Társaság) évkönyvében közel azonos cikk jelent meg. A Magyar Repüléstörténeti Társaság etikai bizottsága megállapította, hogy a tanulmányukat a dokumentumok tartalmának megváltoztatása és a dokumentumok szelektálása jellemzi (ami nem támasztotta alá ez elméletüket, egyszerűen kihagyták). Ezzel az etikai bizottság bebizonyította, hogy a dokumentumok manipuláltak, így az eredmény is. A *Hungarian Fighter Colours* könyvben az eredeti roncsokon lévő színeket Federal Standard színekártyákkal vetették össze, és ezeket adták meg a magyar (szürke, zöld, barna és kék) színek megfelelőinek. A roncsokról FS-referenciakártya nélkül készült fényképeket küldtek el a könyv grafikusának, és két színt (zöld FS 34094, kék FS 25550) monitoron keresztül határoztak meg.²³ Az általuk megadott barna FS 10049 szín sem található meg egyetlen magyar roncsos sem.



Az eredeti roncsról származó zöld és barna festékdarab az FS 10049 színmintán

A szerzők könyve és tanulmányai bizonyíthatóan téves eredményeket közölnek, ennek ellenére a cikk végkövetkeztetése szerint a két külföldi szakember bizonyította, hogy a monitorról megállapított színek helyesek.

A Kray E. és Társa Festék-, Kence és Lakkgyár valóban jelentős szerepet játszott Magyarország festékellátásában, azonban a „Magyartarka” testközelből című cikkben a szerzők olyan képességgel is felruházták a gyárat, amivel nem rendelkezett. ●●●

✱ ✱ ✱

Az MKL 2020. áprilisi és májusi számában Bernád Dénes és Punka György tollából a „Magyartarka” testközelből. A *Magyar Királyi Honvéd Légierő harci repülőgépein alkalmazott álcázófestékek mérőműszeres elemzése I–II.* című cikkeket ipartörténeti érdekességük folytán fogadtuk el közlésre. Nem gondoltuk, hogy ez a cikk konfliktust vált ki. A cikk megjelenése után hamarosan jelentkezett Magó Károly olvasónk, aki cáfolni igyekezett a szerzők állításait. Tisztáztuk, hogy a lap ellenvéleményeknek, kritikai megjegyzéseknek, kiegészítéseknek helyt szokott adni, de személyes vitákat a lap hasábjain olvasóink nem folytathatnak. Végül megállapodtunk, hogy egy, a Kray céggel foglalkozó, elsősorban ipartörténeti cikket a szerzőtől örömmel elfogadjunk, amelyben utalhat a Bernád–Punka-cikkkel kapcsolatos kifogásaira is. A fenti cikk érkezett be a szerzőtől. Olvasóink megítélhetik, mennyiben felel ez meg a fenti szóbeli és írásbeli megállapodásnak. A Szerkesztőség és a Magyar Kémikusok Lapja ezennel a témát lezártak tekintik, és reméli, olvasóink betekintést nyerhettek a háborús évek festékipara ma még sok helyen tisztázatlan történetébe. (A felelős szerkesztő)

²⁰ www.makettinfo.hu (a vita szakmai fóruma), 2020.05.22. Bernád Dénes tájékoztatása.

²¹ J. Crandall: The Focke-Wulf Fw 190 Dora. Volume Two, 297. és K.A. Merrick, J. Kiroff: Luftwaffe Camouflage and Markings 1933–1945. Volume One, Classic Publication, 21–23. o.

²² www.makettinfo.hu, 2020.05.11. Bernád Dénes tájékoztatása.

²³ www.makettinfo.hu, 2020.05.22. Bernád Dénes és Punka György tájékoztatása.

Magyar Kémikusok Lapja

A vegyipar fejlődése

MAGYAR KÁROLY

Iparunknak a legutóbbi időben bekövetkezett fejlődése azt bizonyítja, hogy a termelő vállalatnak és a külkereskedelmi szervezetnek egyre szorosabb kapcsolatot kell kiépíteniök. Ennek érdekében már hosszabb idő óta megerősítették a külkereskedelmi szervezetet műszaki szakemberekkel. Véleményünk szerint ezen az úton tovább kell haladnunk és az üzemben dolgozó műszakiaknak külkereskedelmi szemléletét ki kell alakítani. Feltétlenül szükséges ehhez a gyárakban és kutató intézetekben dolgozó kollégáknak bizonyos tájékozódást szerezni a külföldi iparok műszaki fejlettségi fokán kívül azok termelési kapacitásáról, a termelt mennyiségek évenként való alakulásáról, a vegyipar egyes ágainak fejlődéséről, a kereslet-kínálat, valamint a piaci árak alakulásáról. Ezek ismeretében jobban megítélhető, hogy milyen bonyolult összefüggések érvényesülnek a külkereskedelmi tevékenységben a termelési fevékenységtől a pénzügyi műveletekig. Ha iparunk teljesítésénél a gazdaságos termelés célkitűzését óhajtjuk megközelíteni, akkor véleményünk szerint ezen kérdésekkel többet kell foglalkoznunk.

Ezen ismeretanyag megszerzésének megkönnyítése érdekében igyekszünk a rendelkezésre álló adatok alapján képet nyújtani a felvetett komplex problémáról. Természetesen egy ilyen összeállítás teljességre nem törekedhet, mivel a szakmai vonatkozásokon kívül komoly politikai, földrajzi, történelmi összefüggéseket is be kellene a tárgyalásba vonni. A felmerülő kérdésekben egyéni vélemény kialakítására nem vállalkozhatunk; csupán adatgyűjtést végzünk. A jelen cikk, amely szerénytelenül nagy feladatra vállalkozik, bevezetése későbbi, egyes iparágak, így a műtrágya-, kénsv-, alkáli-elektrolízis-, műanyag-, gyógyszeripar fejlődését tárgyaló cikkeknek.

A következőkben a rendelkezésre álló adathalmazból az egyes országok vegyiparának fejlődéséről és az export alakulására vonatkozó számokról, valamint az államok vegyiparának fejlesztési irányairól, a döntő fontossággal bíró vegyipari vállalatokról szeretnénk képet nyújtani.

Természetesen az első kérdés, ami felvetődik az, hogy milyen forrásmunkákra támaszkodva lehet ilyen irányú tájékozódást szerezni és vajon a forrásmunkák megbízhatók-e, vagy vállalati érdekekből meghamisított adatokat tartalmaznak. A kérdés első részére ma már pozitív választ lehet adni. Ilyen irányú kutatásoknál elsősorban a Nyugatnémetországban megjelenő *Chemische Industrie* c. lap anyagára lehet támaszkodni, amely az egész világ termelési adataival foglalkozik. További amerikai forrásmunkák a *Chemical and Engineering News*, *Industrial and Engineering Chemistry*, *Chemical Engineering Progress* amerikai, a *Chemistry and Industry*, *Chemical Age* és *Paint Oil and Drug Reporter* angol, az *Angewandte Chemie*, *Chemie Ingenieur-Technik* nyugatnémet, *Industrie Chimique Belge* belga, a *Chemische Technik* keletnémet folyóiratok, amelyek termelési adatokat tartal-

maznak. Általános statisztikai adatokat az Egyesült Nemzetek kiadásában megjelenő *Statistical Yearbook*, illetve a *Monthly Bulletin of Statistics* tartalmaz. A fenti folyóiratok híryanaga megfelelő dokumentációs munkával hosszabb idő után már összefoglaló képet ad a felvetett problémáról és a legfrissebb anyagot szolgáltatja. Kiinduló forrásmunka is áll rendelkezésre. A Metzner: *Die Chemische Industrie der Welt* c. 1955-ben Düsseldorfban megjelent kétkötetes munkájában. Ennek a könyvnek a jelentősége eléggé nem hangsúlyozható. Írója, aki egyúttal a *Chemische Industrie* című havonta megjelenő folyóirat szerkesztője, hallatlanul nagy és érdekes anyagot gyűjtött össze.

A forrásmunkák összegyűjtése után azok megbízhatóságának kérdése merült fel. Nyilvánvaló, hogy a kapitalista vállalatok forgalmának és nyereségének bevallása az adózás szempontjából nem közömbös. Ugyanakkor a közzétett mérleg kedvező volta a cég hitelét nagymértékben alátámasztja, ami szintén fontos szempont. Mindkét érdek kielégíthető számos nyugati országban azzal, hogy a vállalati nyereséget bevallják, viszont annak tekintélyes hányadát az adózás alól mentesített kutatási és beruházási célokra fordítják. Azokban az országokban, ahol ezt az adózási rendszer lehetővé teszi, az ipar gyors iramban fejlődik. A fentiek tekintetbevételével tehát az irodalomban közölt adatokat lehetőleg kritikával kell kezelni, de a tájékozódás alapjául el lehet fogadni. Annak demonstrálására azonban, hogy a könyvelésben a valóságtól milyen eltérő adatok szerepelhetnek, meg lehet említeni azt, hogy a Hoffmann-La Roche bázeli épületei berendezésükkel együtt 1 svájci frank értékben vannak az éves mérlegben felvéve, viszont 74 millió svájci frankra vannak biztosítva.

A következő és már nehezebben megválaszolható kérdés az, hogy mely iparok tartoznak a vegyipar fogalmi körébe? Erre vonatkozóan az egyes országokban nem egységes a vélemény és ez a statisztikák összehasonlításában nehézséget okoz. Természetes, hogy nem lehet a vegyipar körébe vonni minden olyan ipart, amely az anyag kémiai átalakításával foglalkozik, mert akkor az üveg, építőanyag és kohászat is ezek körébe tartozna. Az ENSZ keretében működő „International Standard Industrial Classification of all Economic Activities” készített megfelelő osztályozást, amely a szorosan vett vegyiparon kívül a növényi és állati zsírok, valamint az ásványolaj feldolgozást is tartalmazza. Ezt a csoportosítást az USA és Kanada fogadta el, ennél szűkebb körre korlátozódik a vegyipar fogalma Nyugatnémetországban és Franciaországban. Metzner könyvében és cikkeiben igyekszik megegyező cikkesoportok alapján készíteni az összehasonlításait. Az alábbiakban a német cikkesoportosítást vesszük alapul, amely a szerves, szervesetlen kemikáliákat és speciális vegyi készítményeket (festékek, lakkok, műanyagok, műszálak, ragasztók, textil és bőripari segédanyagok, robbanószerek, elektrotermikus eljárással

készült ferroötvözetek, gyógyszerek, kozmetikai szerek, mosószerek, fotokémiai készítmények, éterikus olajok tartalmazza. A további tárgyalás egysége érdekében a mennyiségeket tonnában, a termelt értékeket dollárban fogjuk megadni.

1954-ben a világ vegyiparának összes termelési értéke 51 100 millió dollár volt. 1956-ban az előzetes becslés szerint ez 63 000 millió \$-ra tehető. Ez a termelt érték a táplálkozás, ruházatkodás, háztartás, gyógykezelés, közlekedés, szellemi élet terén jelentkezik. Nem szükséges ezzel kapcsolatban a termelt áruk felhasználásának jelentőségét, az ún. „kemizálást” hangsúlyozni. A kémia a technikai fejlődés egyik legnagyobb hajtóereje. A különböző szükségletek kielégítése a cikkek választékának bővítését, a minőség javítását eredményezi.

Közel két évtizede az egész világon az iparcikkekben áremelkedés tapasztalható, ami egy bizonyos irányított világinflációnak tekinthető. Az alapanyagok, energia, munkabérek költségei állandóan emelkedő tendenciát mutatnak. Ennek magyarázata abban rejlik, hogy a könnyen hozzáférhető nyersanyagforrások kiaknázása megtörtént, vagy folyamatban van és az újabb lelőhelyek feltárása csak magasabb költségekkel történhet. Noha a vegyipar nagyon anyagigényes, a vegyiparban a technológiák javítása, az önköltségsökkentésre több lehetőséget enged, mint a többi iparban. Ez a magyarázata annak, hogy a nyugatnémetországi árindex — 1938-as értéket 100-nak véve — 1954-ben vegyipari cikkekre 183, textiliáknál 222, papírneműeknél 333, szénbányászatban 329, vas- és acélnál 336, színesfémeknél 356. Amerikai adatok szerint a munkabérek az elmúlt 10 évben 150%-kal, a nyersanyagárak 100%-kal emelkedtek, azonban a gyártási technológiák javítása folytán a nyereségek növekedése mellett a vegyipari cikkek ára csak 30–40%-kal emelkedett. 1956-ban az USA vegyipari árindex 186,5, az átlagos ipari árindex 225.

A vegyiparon belül természetesen könnyen ki lehet emelni a gyógyszerkészítményeket, amelyeknek az ára a felfedezéseket követő években rohamosan esett. Így a penicillin ára 1944–1955 között egyezred részére, a kortizon ára 1949–1955 között hetvened részére esett. Ezek azonban speciális felfutásban lévő készítmények. Érdekesebb a régen ismert készítmények árában történt csökkenés. Így az ammoniumsulfát 1914–1955 között 28%-ára, az aceton 1920–1955 között 33%-ára, a borax 23%-ára, a klór 31%-ára esett 1920–1955 között.

A továbbiakban elsősorban a vegyipar termelési értékének az egyes országok közötti százalékos megoszlásával kell foglalkozni. Egy félévszázadon keresztül — 1890 és 1940 között — Németország volt a világ vezető vegyipari országa. Ezt a pozíciót Angliától ragadta el, amely azt megelőzően 70 éven keresztül tartotta. Fenti időszakban a jelentős vegyipari felfedezések nagy része Németországból indult ki és Németország a vegyipari világexportban döntő súllyal szerepelt. Ma az USA a világ vegyipari termelésének 43%-át szolgáltatja. Utána következik a Szovjetunió 13,5%-kal, majd Anglia és Nyugatnémetország. A világ vegyipari termelésének 80%-át 1954-ben hét vezető vegyiparral rendelkező állam (USA, Szovjetunió, Anglia, Németország, Franciaország, Olaszország, Japán) szolgáltatta. Ha további hét országot hozzáveszünk (NDK, Belgium, Hollandia, Norvégia, Ausztria, Svájc, Lengyelország), úgy ezek a világ vegyipari termelésének 87,4%-át adják. A többi országok tehát együttvéve a termelési értéknek csupán 12,6%-át produkálják. Ez 1938-hoz képest kis emelkedést mutat, mivel akkor 12% volt.

Az elmúlt félévszázadban a vegyipar nagyon sok országban erős fejlődésnek indult, ami abból is látható, hogy az első világháború előtt a világ vegyipari termelésének $\frac{1}{3}$ -a, a két világháború között $\frac{1}{4}$ -a, most pedig $\frac{1}{10}$ része cserél nemzetközi kereskedelemben gazdát.

A termelt érték és az exportált áru mennyiségének aránya sok tényezőtől függ. Így az USA vegyipari termelésének 5%-át exportálja, mivel a belső felvevő piaca igen nagy. Ez a termeléshez képest elenyésző mennyiségű áru a világon exportra kerülő áruk 23,2%-át teszi ki. Ez önmagában véve elgondolkoztató adat. Ha ugyanis — Metzner következtetését átvéve — az USA termelésének az eddigi ütemű növelése mellett a belső fogyasztása nem nő, akkor az általa exportált mennyiség könnyen a világpiacon gazdát cserélő áruk túlnyomó többségét tehetik ki. Ehhez elegendő az, hogy az évi 10%-os termelésnövekedés az exportált hányadot 15%-ra emelje, azaz megháromszorozza. Noha ennek természetesen korlátot szab a vásárló országok valuta tartaléka, ez elég indok arra, hogy az USA és hasonló megmondások alapján a többi fejlett vegyiparral rendelkező államban végbemenő további iparfejlesztést figyelemmel kísérjük. A fenti számokból Metzner azt a következtetést vonja le, hogy a vegyipari világerkedelem az USA konjunktúra függvénye és ennek megváltozása az USA-nak a világexportban való növekvő részesedése folytán a verseny erős kieleződéshöz vezet.

1. táblázat

Ország	Termelési érték millió \$		Világtermelés %-ában		Növekedés 1938–1954.		Lakosság száma 1000 1954-ben	1 millió lakosra eső 1954. évi vegyipari termelés 1 millió \$-ban
	1938 ¹	1954	1938	1954	Vegyiparban %	Egész ipari termelésben %		
Amerikai Egyesült Államok ..	5130	22 000	29,0	43,0	320	160	162 417	135,0
Szovjetunió	1408	6 900	8,2	13,5	390	275	200 200 ²	34,2
Nagybritannia	1472	3 800	8,6	7,5	170	50	50 785	75,5
Nyugat-Németország	2300	2 937	21,4	5,8	27	44	50 499	58,2
Német Demokratikus Közt. ..	1240	1 280		2,4	Ø	?	18 059	71,2
Franciaország	960	2 000	5,6	4,0	106	54	42 951	47,0
Japán	960	1 698	5,6	3,3	77	23	88 000	19,4
Olaszország	704	1 200	4,1	2,4	68	76	47 800	25,3
Lengyelország	160	1 040	0,9	2,0	550	?	26 761	39,2
Kanada	256	873	1,5	1,7	240	140	15 195	57,5
Belgium	288	524	1,7	1,0	82	50	8 819	59,6
Hollandia	192	424	1,1	0,9	120	78	10 615	86,0
Svájc	128	395	0,6	0,8	210	?	4 927	80,0
Svédország	192	288	1,1	0,5	50	74	7 214	40,0
Norvégia	128	198	0,6	0,4	56	92	3 392	58,2
Ausztria	128	195	0,6	0,4	52	92 ³	6 969	28,1
Összesen			90,6%	89,6%				

¹ 1954. évi áron számítva

² 1956. áprilisi adat

³ 1937–1954. évi index

? Megfelelő adatok nem találhatóak

MKE-vezetők az ötvenes években

Az Egyesület 1952-ben megválasztott elnöke, Bognár Rezső, rektori elfoglaltsága miatt egy év múlva lemondott. Az elnöki tisztséget 1953 és 1957 között Szabó Gergely töltötte be. *Jogilag*. A helyzetet Móra László kiváló kémiatörténész írta meg az MKL 1997. májusi számában. Bognár Rezső helyére Szabó Gergely elvtárs „vegyipari miniszter, majd nehézipari miniszterhelyettes, illetve több más állami funkciót betöltő ipari vezető került, és a négy alelnök (Baicz István, Fodor Gábor, Keresztes Máttyás, Schay

Géza) mellett ekkor kezdte főtítkári pályafutását Preisich Miklós, aki három évtizeden át rendkívüli aktivitásával haláláig (1983) töltötte be tisztségét.”

L. Gy.

★

A következő oldalakon Kutasi Csaba ismerteti Magyar Károly főszerkesztő 1957-es hosszú vegyipari elemzését, amelyből az első két oldalt közöltük változatlan formában.

Kutasi Csaba

Magyar Károly cikke a vegyipar fejlődéséről

Ismertetés

Elégé összetett, egyúttal ismeretszerzésre is nagyszerűen alkalmas feladatot vállalok, amikor a szerkesztőség megtisztelő felkérésének eleget teszek. Személyesen nem ismertem a szerzőt, aki a Gyógyszerkutató Intézet helyettes igazgatója volt, nagy érdemeket szerzett az antibiotikumgyártás fejlesztése terén és „hazánkban elsőként ismerte fel a »bioengineering« kutatások gazdaságossági jelentőségét”. Idézett cikke rendkívül alapos anyaggyűjtésen alapuló, vegyiptörténetnek is beillő, színvonalas szakmai közlemény.

A bevezető a termelővállalatok és a külkereskedelmi szakemberek szorosabb együttműködésére hívja fel a figyelmet, utalva az addig tett lépésekre – pl. műszakiak bekerülése a kereskedelmi apparátusba – eredményességére. Az üzemekben tevékenykedő szellemi dolgozók számára fontos a külföldi kitekintés. Lényeges annak elsajátítása, hogy milyen szerteágazó összefüggések hatnak – a termelési tevékenységtől a pénzügyi műveletekig – a külkereskedelmi folyamatban. Ennek megfelelően a cikk célja az ismeretanyag megszerzésének megkönnyítése.

A vegyipar számokban

A világ vegyiparának összes termelési értéke 1954-ben 51 100 millió dollárt tett ki, ami két év múlva – a szerző becslése szerint – 63 000 millió dollárra növekszik majd. Ez többek között az élelmezés, ruházatkodás, háztartás, gyógykezelés, közlekedés területén jelentkezik, a vegyipari termékek feldolgozásával készült áruk felhasználásával. Ez is bizonyítja, hogy „a kémia a technikai fejlődés egyik legnagyobb hajtóereje”, és a fogyasztási cikkek választék bővítéséhez, minőségjavításához is nagyban hozzájárul.

A cikkírás idején (1957) a könnyen hozzáférhető nyersanyagforrások kiaknázása megtörtént, ill. folyamatban van, az újabb alkalmazása nagyon költséges. Részben az alapanyag-, energia- és munkabéreköltségek növekedése vezetett az iparcikkek globális áremelkedéséhez, az irányított világinfláció mellett. A vegyiparban a nagy anyagigényesség ellenére kedvező, hogy más iparágakhoz képest az önköltség-csökkentésre a technológiák javítása lehetőséget ad. Az akkori amerikai mutatók alapján tíz év alatt a munkabérek 150%-kal, a nyersanyagárak 100%-kal emelkedtek. A gyártástechnológiák javítása folytán – a nyereség növekedése

mellett – a vegyipari cikkek ára csak 30–40%-kal emelkedett. Az USA vegyipari árindexe 186,5%-os lett, szemben a 225%-os átlagos ipari árindexszel. Az 1938-as évet bázisnak tekintve, a nyugatnémet vegyipar 1954-es árindexe 183%-os volt, miközben számos ágazatnál (pl. a papíriparban 333, a vas- és acéliparban 336, a szénbányászatban 329%) ez drasztikus emelkedést mutatott. A gyógyszerek (pl. penicillin, kortizon) felfedezését követő rohamos áresés mellett a régebbi vegyipari termékek árának csökkenése is megfigyelhető (pl. az ammónium-szulfát ára 1914–1955 között a 28%-ára, az acetone 1920–1955 között a 33%-ára, a bórax a 23%-ára, a klór pedig a 31%-ára csökkent).

Az eredeti cikkben látható táblázatban követhetők 16 állam adatai, amelyek a globális termelés 87,4%-át teszik ki. A vegyipari termékek előállítói között az élmezőny (80%) sorrendje: USA, Szovjetunió, Nagy-Britannia, Nyugatnémetország, Franciaország, Olaszország, Japán. A Német Demokratikus Köztársaság, Belgium, Norvégia, Hollandia, Ausztria, Svájc és Lengyelország vegyipari produktumát is hozzávéve, a világ termelésének 87,4%-áról van szó. Megjegyzés: 1890 és 1940 között Németország (a felfedezések nagy része innen származik) volt a vegyipar vezető országa, előtte 70 évig az angolok.

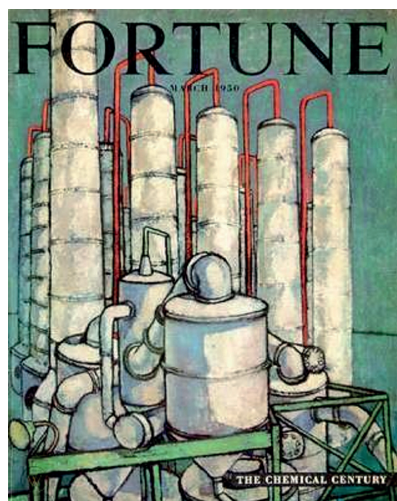
A vegyipari export alakulása

Az exportot nagyban befolyásolta a belső felvevő piac nagysága, ezért került csak ki 5%-nyi vegyipari termék az USA-ból (a világ vegyipari exportmutatója 23,2% volt). A szerző arra számított 1957-ben, hogy ha az USA termelésének növekedése az ismert ütemben folytatódik és a belső fogyasztása nem nő, úgy meghatározó exportőr lesz (a 10%-os termelésnövekedés 15%-ra növelheti az exportot). A Szovjetunió exportja a nagy belső fogyasztás miatt nem növekedett. Érdekes ellenpélda Svájc, amely a világkereskedelemből 5%-kal részesedett, de termelésének 75%-át exportálta.

A globális exportban az USA, Németország, Nagy-Britannia, Franciaország, Svájc, Belgium, Hollandia, Kanada, Olaszország, Japán és Norvégia a sorrend az 1938 és 1954-es adatok alapján. Az első világháború előtt egy ideig a világpiacon majdnem a vegyipari termékek 30%-a Németországból származott. 1938-ban ez 24,4%-ra csökkent, 1945–49 között a német vegyipar a világ-

piacról szinte teljesen kiszorult, azonban 1954-ben már újból a második helyen szerepel.

Az USA részesedése a világkereskedelemben 1949-ben 37,3%-ot tett ki, ez 1952-ben 27,5%-ra mérséklődött.



A Fortune magazin 1950. márciusi borítója: „The chemical century”

A vegyipari export összetétele, alakulása államonként

Az USA teljes exportjának 7,9%-át a vegyipari termékek képezték. Legnagyobb volumenben (244 millió dollár) a gyógyszeripar részesült, ezt követték a szerves és szervetlen alapanyagok, majd a műanyagok [a műszál- (mesterséges úton előállított szálanyag) és műanyagtermelés együttes figyelembevételével a második helyre került volna 184 millió dollárral]. 1913-ban az exportjuk több mint 40%-a Európába irányult, 1954-ben már csak 26%-a. Az USA vegyipari cikkeinek legjelentősebb átvevője Kanada és Latin-Amerika (1936-ban ezek az export 36,9%-át, 1954-ben 53,4%-át jelentették). További vevők: Argentína, Mexikó, Brazília, Európában Anglia és Franciaország [Kína nem volt átvevőjük, viszont Hongkong 0,4%-nyi (5 millió dollár) részarányt képviselt; Afrika, Ázsiába és Ausztráliába csekély volt az exportjuk].

A német exportnak 14,5%-a vegyipari termék [nehézszevegypari kemikáliák, kátrányfestékek (szintetikus festékek, színezékek), gyógyszer]. Az export nagy részét Európa veszi fel (1954-ben 61,2%), ezt követi Amerika 16,4%-kal. A latin-amerikai piac viszszerzése időszerű feladat volt. Ázsia 15,9%-kal részesült a német exportból, Afrika és Ausztrália részesedése aránylag alacsony. A Szovjetunióval vegyipari kereskedelmük kis fellendülés után visszaesett.

Anglia exportjának 9,1%-a vegyipari áru (főleg tengerentúlra), nehézszevegypari termékek, gyógyszerek (mértékük jelentősen nőtt), műanyagok sorrendben. Az európai export 1913-ban és 1954-ben egyaránt 31%-os volt. A legfőbb vevő Ausztrália (10%), ezután India, Dél-Afrika, Kanada és Új-Zéland (az USA csak 3,3%-át veszi fel az exportnak). Németország ipari kapacitásának csökkenéséből az angolok profitáltak a háború utáni években.

Svájc összes exportjának 19%-a vegyipari termék, ennek 36%-a gyógyszer (a világranglistán 83,9 millió dollárral a harmadik), 29%-a kátrányfesték (utóbbiban 1952-ig elsők voltak). 1936-ig exportjuk 75%-a európai piacra irányult, ezután főleg a tengerentúli piacokat igyekeztek megcélozni. Jelenlétüket fiókvállalatok létesítésével fokozták a kedvező védővámokkal rendelkező földrajzi helyeken.

Franciaország 1937-től a termelésben az ötödik, exportban a negyedik helyen van. Teljes exportjának 9,3%-a a vegyiparral

kapcsolatos, ezen belül első helyen a gyógyszeripar, továbbá nehézszevegypari termékeket, a műtrágyán kívül éterikus olajokat, kozmetikai szereket szállít. Az importőrök között 25%-kal az afrikai gyarmatok vannak jelen, Ázsia – ezen belül Indokína – a főbb felvevő. Európa exportjának 35,4%-át adta, Amerikába 14,2%-ot teljesített Franciaország.

A szerző a gyógyszeripar exportjával külön foglalkozott. Az USA, Anglia, Svájc, Franciaország és Németország volt a termelési érték szerinti sorrend (a korábban a „világ gyógyszerárának” titulált Németország csak ötödik lett).

Az egyes államok vegyipara

Az USA vezető szerepe azzal is összefügg, hogy Európában (néhány kivételtől eltekintve) a két világháború tönkretette a létesítményeket, két alkalommal pedig több évre lebénította a kutatást. A hadi fejlesztések (a műszerezettség növelése, automatizálás) is serkentették a vegyipart, főként állami tőkével létrehozott vállalatokkal. A rohamosan növekvő autópárnak optimális benzine és kenőolajra, ill. gumira, valamint színvonalas lakkokra volt szüksége, amit a vegyipar elégített ki. Az Amerikai Egyesült Államok előnyét szolgálta, hogy számos cikk, jelentős kutatás, nagy volumenek, olcsó nyersanyagok, jól képzett szakemberek és állandó fejlesztés jellemezte a vegyipart is. A jelentős földgáz- és ásványolajvagyon, ill. az acélgártás csökkenése ellenére a fejlesztéssel megnövelt kátránytermelés szintén kedvező körülménynek számított. Így az acélermelés 1954. évi csökkenésére jól tudtak reagálni, az aromás vegyületek (benzol, toluol, fenol) gyártását a petrolkémiaira alapozták.

A műanyagipar fokozott fejlődése az aromás alapanyagok jelentős felhasználásával fokozódott. A karbidgyártást a hegesztés acetilénigényéhez igazították. Az eredményes kutatások hozzájárultak a növényvédő szerek további fejlesztéséhez, így a mezőgazdaság fejlődéséhez. Prognosztizálták a műanyag-, műszál- és gyógyszergyártás előretörését az elkövetkezendő években.

A Du Pont cég reklámja 1953-ból. Az első akrilszálát, az orlont az 1940-es években fejlesztették ki, de csak az 1950-es évekből tudták nagy mennyiségben gyártani

ORLON – new blueprint in fashions with a care-free future!

The young idea in chelaw – in homes – to look smart with the latest styles. And Du Pont's "Orlon" acrylic fiber makes it possible with women's suits and dresses that have a warm, soft feel... an extraordinary look – but more and better behavior. Their price is not just for today – but for tomorrow and tomorrow. They're non-creasing, plus keeping... and keep their finish look with just easy care.

In fabrics for your home, in clothes for all the family, you'll find lasting good looks and easy upkeep in fabrics made from "Orlon" acrylic fiber. Whether it's a man's rugged tweed or a certain maquette, life will be more fun and less fuss when you look for fabrics of "Orlon."

ORLON
ACRYLIC FIBER

BETTER THINGS FOR BETTER LIVING... THROUGH CHEMISTRY

D. I. & P. Inc. Dept. of Research & Development
Wilmington, DE, Delaware

A tőkekoncentrációval (főként azonos profilú vállalatok fúziója) számos nagyvállalat jött létre. Nagyobb vegyipari vállalatok: az E. I. DuPont de Nemours and Co. (lőporelőállítással kezdte, később műanyaggyártás, ill. 1200 féle termék), Hercules Powder (robbanóanyag-ipar), Dow Chemical Co. (műanyaggyártás), továbbá az American Cyanamid Co. (nitrogénvegyületek, akril-nitril műanyag), Procter and Gamble („szappankirály”, mosószer és szappan mellett glicerín- és nitroglicerín-gyártó), a műanyag- és műszálggyártásban az Union Carbide and Carbon Co., a Monsanto Chemical Co., ill. a Celanese.

Anglia a Le Blanc-féle szódagyártással működő üzemekkel alapozta meg vegyiparát. Hatására különböző termékek gyártása kezdődött, a szódán kívül kén- és sósav-előállítás, amellyel az üvegipar, valamint a textil- és szappanipar fejlődött. A Solvay-eljárású szódagyártás ellen a Le Blanc-féle technológiával dolgozó üzemek tömörüléssel reagáltak, megvédve lételemüket. Együttal az alkáli-klorid-elektrolízálási monopóliumot is megszerezték, ami károkkal is járt. Az első világháború után robbanóanyag- és festékipari túltermelésük nehéz helyzetet teremtett.

75 vállalat egyesülésével 1926-ban létrehozták az Imperial Chemical Industries (I.C.I.) vegyipari nagyceget (a német I.G. Farbenindustrie-vel szembeállítva). Ez 1954-ben 112,5 ezer alkalmazottal a világ legnagyobb vegyipari vállalata lett. Jelentős szabadalmáért (magas nyomású polietilén-előállítás) 1 millió fontban részesült, igaz, ennek kétszeresét fordította gyógyszeripari kutatásokra. 1956 végén az angol vegyipar 526,8 ezer főt foglalkoztatott.



Az Imperial Chemical Industries egyik gyára Manchester környékén (1946)

Anglia előnye volt, többek között, a jelentős só-, szénvagyon, ill. az olcsó elektromos energia. A jelentős gipszlelőhelyek ellenére – a várható kénbeszerzési problémák miatt – a kénsavgyártó ipart fejlesztették. Ásványolaj-feldolgozásuk a kontinensen a legnagyobb (29 millió tonna) lett, a sok krakk-gáz az etilén és a propilén előállításának kedvezett. A korábban kizárólag ásványolaj-feldolgozást folytatók oldószerek, műanyagok és műszálak gyártására is áttértek, sőt a természetes alkohol mellett a petrokémiai bázisú alkohol (Distillers Co.) előállítása is előtérbe került. Az ország dollárhiánya miatt igyekezett saját előállítású alapanyagokra átállni, amihez a szervesetlen anyagok alacsony világpiaci ára is hozzájárult. A petrokémia jelentős fejlődésével a szigetország jelentős műszál- (a globális előállítás 9%-a) és mosószer-gyártó lett.

Németországban a kémiai kutatások és ipari alkalmazásuk hagyományai ismertek, pl. ennek eredményeként került sor a Ziegler-féle alacsony nyomású polietilén-, ill. a Reppe-féle acetilén-előállítás kidolgozásra. Időközben a kutatási eredmények azonos országbeli realizálása szinte megszűnt, jellemző lett az amerikai és az egyéb ipari alkalmazás (pl. a francia alumíniumgyártás a gyarmatokra került stb.). A klórfogyasztás mérséklésére fej-

lesztésekre került sor (pl. az etilén közvetlen oxidálása francia kutatás eredménye volt).

Európában az energiahiány miatt előtérbe került a kihelyezett termelés is, ugyanakkor új eljárásokkal sikerült ezt kompenzálni. Például ilyen volt a BASF oxigénbefúvásos és árammentes karbidgyártása (az acetilén előállítása nagy energiaigényű volt), a Hüls A.G. természetes gázokból történő acetilén-előállítása vagy az áram nélküli hidrogén-peroxid-nyerés.

Németország kettéosztása a vegyiparban is alapvető változást hozott. A vegyipari vezető szerep elvesztéséhez a gyárak termelőeszközeinek tönkremenetele, a gyártási technológiák nyilvánosságra hozása, egyes termékek előállításának megtiltása (a békeszerződés szerint) is nagyban hozzájárult. A nyugati részre került az ország kénsavgyártásának 70%-a, a szóda 58, a nátronlúg- és klór- 62–62, a karbid- 60, a nitrogénműtrágya- 52 és a káliumelőállítás 36%-a, ennek feloldására nagy befektetésekre volt szükség. Az 1938. évi adatokhoz viszonyítva 1957-ben a német ipar 218, a szervesetlen vegyipar 206, a szerves 281%-os indexet ért el (1955-ben 1,4 milliárd márka jutott beruházásokra). 1955-ben 377 ezer fő dolgozott a vegyiparban, bérhányaduk 14,3%-ot tett ki. A kutatásra 5%-ot fordítottak a vegyipari vállalkozások, a gyógyszeriparban ez magasabb volt. A nehézségek ellenére (egy ideig tőkehiány az iparban) 1956-ban már tőkeexportőrként jegyzik a németeket. A vegyipari munkaerőhiánnyal is meg kellett birkóznuk.

Az etilén iránti igények fokozására a petróleum raffinálása és krakkolása kézenfekvő lett volna, azonban ezek az üzemek messze esetek a német vegyipar székhelyétől. Akkortájt a Hoechst új etilén-gyártási eljárásán dolgozott.

Az első világháború után az 1926-ban létrehozott nagy konzern, az I.G. Farbenindustrie feloszlott, az önállósodott cégek versenye határon túli gyáralapításokkal is járt. A Farbenfabriken Bayer A.G. (41 ezer alkalmazott, 1,2 milliárd márkás forgalom) festékek, textilipari segédanyagok, növényvédelmi szerek és fotokémiai anyagok gyártásában járt élen. A Farbenwerke Hoechst A.G. (35 ezer munkavállaló) és a Badische Anilin- und Soda Fabrik (BASF) (30 ezer dolgozó) közismert nagy vegyipari gyártók (utóbbinál a nagy nyomású szintetikus ammóniagyártás bevezetésére is sor került). A Cémische Werke Hüls A.G. a műanyaggyártás centruma volt.

A franciaországi vegyipar kedvező helyzetbe került, igaz, ez a folyamat nem volt egyenletes, a második világháború utáni konjunktúrát (a német vegyipar kiesése miatt) alig tudta kihasználni.

A BASF telepe Ludwigshafenben (1940-es évek)



A Le Blanc-féle szódagyártásból származó kénsav, sósav és nátrium-szulfát jelentett újabb alapanyagot/terméket. A helyi káliumlelőhely mellett az afrikai foszfátbeszerzés nagyban segítette a műtrágyagyártást, a bauxit-hozzáférés pedig az elektrokémiai ipar fejlődését. A petrokémiai szerves intermedier-, a mosószer- és a műanyaggyártás is jelentősen bővült. A Saar-vidéki kátrány, karbid, ill. az Észak-Afrikában termelt ricinusolaj a műanyag- és műszálpár növekedését szolgálta.

Főbb francia vegyipari konszernek: a Kuhlmann, Saint Gobain, Pechiney cég. Az 1825-ben alapított Kuhlmann kénsavgyártással kezdte, később festékgyártással is foglalkozott, majd szintézisgázból alkoholt állított elő. Ez a cég is kartellbe lépett 1918-ban, mint több svájci és német festékgyártó, a piacok felosztásával. A Pechiney-t 1855-ben hozták létre, itt nehézvegyipari termékek és alumínium gyártása volt jellemző. Később műanyaggyártásra, sztírol- és etilén- (alacsony nyomású polimerizáció) előállításra is vállalkoztak. Az Európa legrégebbi iparvállalatát megtestesítő Saint Gobain a Le Blanc-féle szódagyártással és melléktermékeinek (szuperfoszfát-ipar) feldolgozásával, az üveggyártással vált ismertté. Később a műanyaggyártás érdekében a petrokémiai alapanyaggyártásban a Shell konszernnel, ill. a szilikon-előállításban a Dow Corning Corporationnal kooperáltak.

A Kuhlmann és a Saint-Gobain cég később az urán-, ill. plutóniumgyártásban is részt vett.



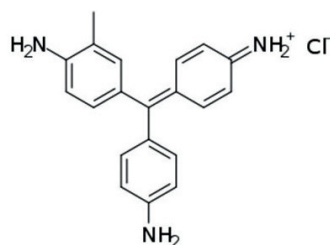
A Saint Gobain párizsi kutatóközpontja 1952-ben nyílt meg, de a gyár már az 1920-as évektől működtetett saját ipari kutatólaborokat

Az *olaszországi* vegyipar annak ellenére tudott fejlődni, hogy szénben és ásványolajban szegény volt. A Po-völgyi hatalmas földgázmező felfedezésével azonban a műanyag- és műszálgártás (föld- és krakkgáz-feldolgozás) rohamos fejlődésnek indult. A vinilgyanták mellett sztírolt, polietilént és polipropilént is gyártottak.

A nehézvegyipar termelésének 2/3-át a Montecatini (az 1888-ban alapított piritibányából indult) konszern produkálta. Ez volt az ország legnagyobb iparvállalata (55 ezer munkavállaló, 1954-ben 200 millió dolláros forgalom). Többek között a nitrogénműtrágya-gyártás került a cég meghatározó fejlesztési körébe. Kidolgozták a Fauser-féle alkáli-elektrolízisből nyert hidrogénnel történő ammóniaszintézist, amit több mint félszáz ország is átvett. Később bekapcsolódtak a szerves alapanyag- és műanyaggyártásba.

Svájc vegyipara a világforgalomban 4–5%-ot képviselt, miközben belső piacainak felvevőképessége minimális volt. Pontos termelési kapacitását nem ismerték, miután ragaszkodtak ahhoz,

hogy termelési adataikat nem teszik közzé (pl. a Hoffmann-La Roche mottójaként is emlegették: „a teljes igazságot nem jó megmondani”). A só és az olcsó vízi energia mellett a feldolgozási hulladékok jelentették az alapanyagokat. Ezért a tömegtermelés helyett a speciális készítményekre helyezték a hangsúlyt, amelyhez komoly kutató- – főként növényi hatóanyagokkal kapcsolatos – tevékenységre volt szükség (náluk volt a legmagasabb az ezer lakosra eső publikációk száma a világon). A 25 ezer vegyipari dolgozóból 9,2 ezer Bázelen tevékenykedett. Meghatározó termékeiket a gyógyszerek tették ki a kátrányfestékek mellett. Jelentős szén- és ásványolaj-importigényük miatt jellemző, hogy a gyógyszergyárak éjszakai gőztermelését elektromos árammal végezték.



A fuchszin szerkezeti képlete



szilárdan sötétzöld kristályok

vizes oldatban bíborvörös

A fuchszin gyártásával kezdte Bázelen a termelését a Ciba cég

Négy bázeli cég története közel lefedte vegyiparukat. Bazel a selyemipar központja is volt, 1859-ben Alexander Clavel selyemüzemének színezékszükségletére rendezkedett be a CIBA (Chemische Industrie Basel) a – közben felfedezett – fuchsín gyártásával. A Geigy céget egy 1758-ban létrehozott drogéria alapozta meg, amely jelentős textilszínezék-gyártóvá vált. A már említett Hoffmann-La Roche gyógyszergyár 1896-ban jött létre. Ugyanebben az évben alakult meg a gyógyszer, festékek, növényvédőszer és ipari segédanyagokat gyártó Sandoz cég.

Később Svájc rátért a szellemi tőke exportjára, a világ számos pontján telepített gyáraik végezték a termékek gyártását.

A *belgiumi* vegyipar létrehozása Solvay (szóda), Baekeland („bakelit”), Gevaert (fotokémia) nevéhez fűződik. Termelésük 1954-ben 524 millió dollárt tett ki, exportjuk 42,5%-os volt (nehézvegyipari kemikáliák, fotokémiai vegyületek). A műtrágyatermelés ebben az országban volt a legmagasabb. Jelentős ásványolaj-feldolgozásuk miatt a petrokémiai terület került előtérbe. Gyógyszeriparuk csak az ország szükségletének felét tudta előállítani.

Hollandia kiterjedt kereskedőflottával és több gyarmattal rendelkezett, ami a vegyiparban is éreztette a hatását. A hajófestékgyártással kezdtek, majd a szállítással kapcsolatos ásványolaj- és növényolaj-feldolgozás területén pénzügyi manipulációkkal is értek el kiemelkedő szerepet. Szén és só, ill. kevés ásványolaj képezte alapanyagokat, a legfontosabb belföldi igény a műtrágya volt. Az AKU műszálkonzern a világ mesterséges szálgyártásának 12%-át biztosította. 1957 táján Hollandiának 1600 vegyipari üze me volt 50 ezer munkavállalóval, 424 millió dollár termelési értékkel.

	Termelés 1954. év végén	Kapacitás 1000 tonnában
Szovjetunió	65 000*	—
Nagybritannia	26 470	28 815
Franciaország	21 810	27 460
Olaszország	12 555	21 330
Románia	10 000	—
Németország	7 870	12 165
Hollandia	9 407	11 605
Belgium	3 679	4 350
Svédország	1 530	1 830
Portugália	664	1 150

* 1956. évre vonatkozó adat.

Az európai országok olajfinomító-kapacitása Magyar Károly cikkében

Az angol–holland érdekeltségű Shell társaság a világ kőolaj-kitermelésének 10%-át adta. Kihelyezett gyárai oldó- és mosószereket, műanyagokat, ill. az olajból kinyert kén felhasználásával kénsavat állítottak elő. A szintén angol–holland közös társaságot képező Unilever zsírt, étolajat, margarint, szappant, szintetikus mosószert, részben gyógy- és kozmetikai szereket gyártott. 250 ezer foglalkoztatottal működve 4250 millió dolláros forgalma volt (ez a német vegyipar teljesítményének másfélszerese).

Kanada vegyipara eleinte az arany-, réz- és egyéb ércek feldolgozásával és műtrágyagyártással indult. 1939-től megsokszorozta vegyipari termelését, jelentős befektetéssel számos új beruházás valósult meg. Az időközben felfedezett ásványolaj-, földgáz- és uránkincs újabb iparokat eredményezett. Műanyag- és műgumigyártásuk jelentős volument képviselt, 1954-ben 180 millió dolláros volt vegyipari exportjuk. Belső fogyasztásuk (14,5 millió lakos) kevés, az amerikai konkurencia is fokozottan fennállt.

Japán az ammónium-szulfát, a műszál- és műtrágyagyártásban a világ vezető államai közé tartozott. A koreai konjunktúrát jól kihasználták, amihez fejlett ipar is kellett. Ezért az iparfejlesztés meghatározó cél volt, mivel a nyersanyagban gazdag területeket vesztettek, az ország népsűrűségének jelentős növekedése pedig komoly élelmiszerimporttal járt. Problémát okozott a kínai és koreai kapcsolatok megszűnése is, aminek visszaszerzésére jelentős intézkedéseket tettek. Az ország vegyiparának fejlesztése amerikai és olasz cégek közreműködésével valósult meg.

A dél-amerikai országokban a második világháború után kez-



A chilei Escondida rézbánya termelése ma a legnagyobb a világon

Az arab országok Európa ásványolaj-importjának 92%-át (USA 35%-át) tették ki.

Afrika zsír- és pálmaolaj-exportáló volt. Az egyes területeken előforduló jelentős bauxitbányák és a számottevő vízi energia az alumíniumgyártást segítette.

Fontossá vált a nyersanyagtermelő országok műtrágyával és növényvédő szerrel való ellátása, a nyersanyagok félkész ter-

dődött az iparosítás. A mezőgazdaság elhanyagolása, az ipari befektetések drágulása eladósodást okozott, így egyre jobban szükség volt a külföldi tőke bevonására. Ezzel összefüggésben Mexikóban és Chilében az USA befolyása növekedett. Az ásványolajforrások, kénbányák, salétrom-, jód-, króm-, rézlelőhelyek segítették elő a vegyipari fejlődést.

mékké feldolgozásának támogatása annak ellenére, hogy az ipari befektetés drága, a szakember pedig kevés volt.

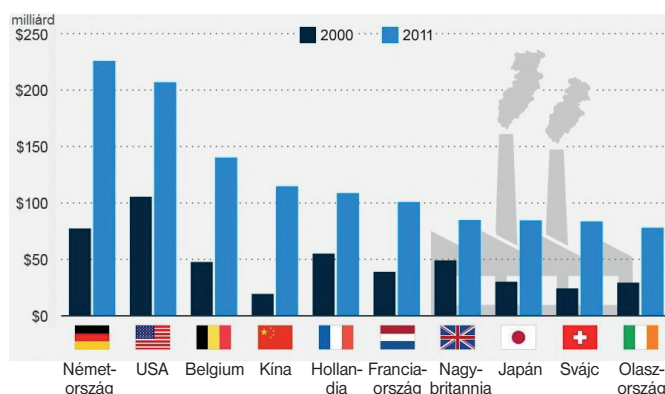
Befejezésként Magyar Károly hangsúlyozta, hogy a tőkés országokban a vegyipart erőteljesen fejlesztik. A kémiai ipar fejlesztése érdekében meghatározó a külpolitikai kapcsolatok szélesítése, miután a külkereskedelem befolyása döntő szerepű. Javasolta, hogy „a vegyészek a vegyiparnak a nemzetközi kapcsolatokat befolyásoló hatásával foglalkozzanak”.

Pillanatfelvétel: a vegyipar helyzete az ezredforduló környékén

Az ezredfordulón a vegyipari termékek világforgalmából az Európai Unió 29%-ban, az USA 26%-ban, Japán 18%-ban vette ki részét. Ez a három régió a világ vegyipari termelésének közel háromnegyedét állítja elő.

Európában a vegyipar éves forgalma 300 milliárd ECU (európai valutaegység), ami minden egyes európai lakosra mintegy 1000 ECU-t jelent. Az európai vegyiparban ez időben másfél millió ember dolgozott, közel 30 000 cégnél, ezek 98%-a kkv. A fennmaradó 2%-ot a világ legnagyobb vállalatjai alkotják, a tíz legnagyobb vegyipari cég közül hat európai székhelyű. Az amerikai vegyipar mintegy egymillió embert foglalkoztatott, az USA teljes ipari termelésének közel 10%-át állította elő.

Az ezredfordulóhoz viszonyítva 2011-re Németország, Belgium és Kína kiemelkedően megnövelte exportját, az USA külső forgalma is jelentősen növekedett. Ugyanakkor a többi meghatározó ország exportja is kivétel nélkül emelkedett.



A főbb vegyipari exportálók adatai értékben (2000, 2011)

A modern vegyipar az életminőséget alapvetően meghatározó iparágak közé tartozik. A globalizálódó világgazdaságban a vegyipart is globális kihívások érik (a gazdasági és műszaki erőforrások egyesítése, a stratégiai szövetségek létrehozása kerül előtérbe). Az alapanyagok és az energiahordozók, általában a természeti erőforrások véges rendelkezésre állása miatt a vegyipar jövője csak a fenntartható fejlődés keretei között érvényesülhet. Ezért a környezeti hatások mérséklése nemcsak erőforrás-oldalon, hanem a termelésben és a termékfelhasználás területén is kiemelt fontosságú. A vegyipar közismerten fejlesztésigényes ágazat. Ennek érdekében az újszerű technológiák létrehozása, a korszerű fogyasztói igényeket kielégítő és nagy használati értékű termékek kidolgozása meghatározó.

IRODALOM

Szépvölgyi János: Magyar Tudomány (1999) 6.

Niall McCarthy: Germany and the United States Drive Global Chemical Exports, 2013. augusztus

Poppe László

■ BME Szerves Kémia és Technológia Tanszék | poppe@mail.bme.hu

Nógrádi Misi és a sztereokémia – *In memoriam* Nógrádi Mihály

Nógrádi Mihály tanár úrral (később Nógrádi Misi) fokozatosan ismerkedtem meg. Mikor a tanszékre kerültem, először tudományos diákkörös hallgatóként, majd végzés után az MTA tudományos ösztöndíjasaként, leginkább csak az alagsori folyosón, egymás mellett sietően elhaladva futottunk össze a tanár úrral, aki akkoriban már a Ch épület alagsori laborjának hátsó traktusában dolgozott. Ez idő tájt még magáztam a tanár urat, aki találkozásainkkor hol fogadta a köszönésemet, hol nem. Közelebb akkor kerültünk egymáshoz, és akkor tegeződtünk össze, amikor Novák Lajos professzor úr kutatócsoportja – amelyben először MTA-ösztöndíjasként, majd MTA KKKI-állományú tudományos munkatársként végeztem kutatómunkámat – a Ch épületben folyó komoly átépítések miatt az alagsorba költözött néhány évre. Ekkor tudtam meg, hogy a tanár úr a sztereokémiai és NMR-kérdésekben megkérdőjelezhetetlen szakértő. Számomra az alagsori laborban egymás mellett eltöltött évek alatt vált Nógrádi Misi-vé, ami talán nagyobb megtiszteltetés, mintha továbbra is tanár úrnak szólítottam volna.

Nógrádi Mihály számos sztereokémiai vonatkozású könyvet írt vagy szerkesztett (**1. ábra**). A *Bevezetés a sztereokémiába* című első könyve 1975-ben jelent meg a Műszaki Könyvkiadó gondozásában. [1] Ezt a könyvet nem ismertem részletesen, de tudtam, hogy több nyelvre is lefordították (pl. lengyelül is megjelent). Ennek alapján készítette el a rangos, oxfordi Pergamon kiadónál 1981-ben *Stereochemistry – Basic Concepts & Applications* címmel angol nyelven megjelent első nemzetközi sikerű könyvét. [2] E két könyv szellemiségét igen jól jellemzi a *Bevezetés a sztereokémiába* könyve első oldalán megjelent kép (**1. ábra**, háttér), amely küzdelem közben két egymással szembeforduló dámszarvasbikát ábrázol. Ez a kép jól összefoglalja a két könyv [1, 2] fő koncepcióit; a sztereo-

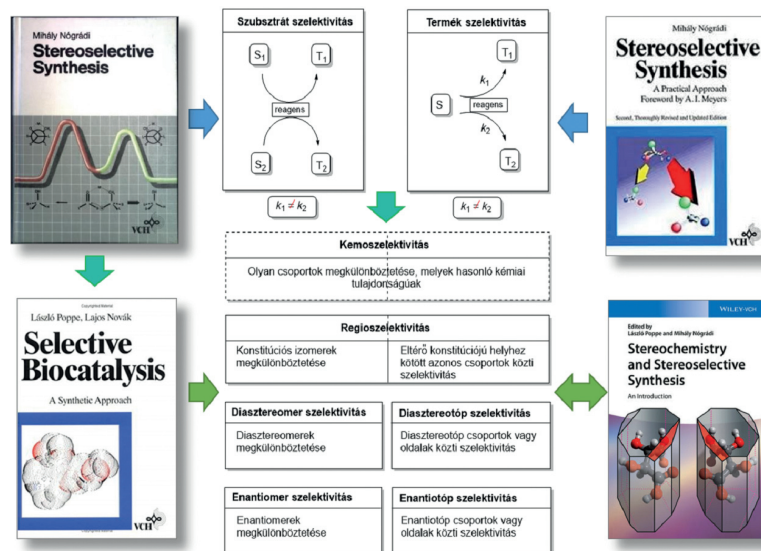


1. ábra. Nógrádi Mihály sztereokémiai tárgyú könyvei

kémia sztatikus vonatkozásait (1. fejezet: sztatikus sztereokémia \leftrightarrow a kép által kimerített szarvasbikák látszólag tükörképi viszonyban állnak), a sztereokémia dinamikus vonatkozásait (2. fejezet: dinamikus sztereokémia \leftrightarrow jól tudjuk, hogy ez a küzdelem igen dinamikus) és annak gyakorlati következményeit (3. fejezet: alkalmazott sztereokémia \leftrightarrow azt is tudjuk, hogy szarvasbikák küzdelme az egyik fél győzelmével jár). Ezt követte a *Stereoselective Synthesis* című könyve, melyet 1987-ben jelentetett meg a VCH kiadó angol nyelven. [3a] A könyv sikerét jelzi, hogy a kiadó a könyv orosz nyelvű változatát is megjelentette (**1. ábra**). [3b] A nagy sikerű első kiadást 1995-ben követte *Stereoselective Synthesis – A Practical Approach* címmel a kibővített és átdolgozott második kiadás. [4] A sort a 2016-ban megjelent *Stereochemistry and Stereoselective Synthesis – An Introduction* című könyv zárja, [5] melynek Nógrádi Mihály fordítója és szerkesztője volt. Az elismerést jelzi, hogy két klasszikus sztereokémiai könyvvel együtt ez a könyv a Wikipedia *Stereoche-*

mistry szócikkének [1] számú hivatkozása. [6]

A sztatikus sztereokémiai kérdések a sztereoizomériával és a sztereoizomerek jellemzésével foglalkoznak. E viszonyok bemutatására jól alkalmas az a kép, amely 2004-ben készült, Fogassy Elemér professzor úr születésnapjára szimpóziuma után (**2. ábra**). A képen látható urak izomériaviszonyait vizsgálva felismerhető, hogy a jobb oldalon álló Sevelle Béla (bal kéz lóg, jobb kéz zsebben) és a jobbról második Poppe László (jobb kéz lóg, bal kéz zsebben) nem azonos tükörképi viszonyban állnak (enantiomerek), bár mindketten érdekeltek a biokatalízis egyes kérdéseiben. Az is látszik, hogy a középen álló Poppe László és Nógrádi Mihály azonos enantiomerek (jobb kéz lóg, bal kéz zsebben), ami megmagyarázhatja, hogy e két úriember erős sztereokémiai érdeklődésű és Nógrádi Misi utolsóként megjelent, biokatalízist felhasználó közleményében [7] és utolsóként megjelent könyvében [5] társszerzők/társszerkesztők. Végezetül a bal oldalon álló Fogassy Elemér (jobb kéz lóg, bal kéz



Sztereokémia különböző vonatkozásai
 Diasztereomerek Azonos enantiomerek Enantiomerek

2. ábra. Sztatikus sztereokémia: a különböző sztereoizomer viszonyok bemutatása. (Köszönet a képért Keserű Györgynek. A 2004-ben készült képen balról jobbra látható személyek: Fogassy Elemér, Nógrádi Mihály, Poppe László és Sevella Béla)

3. ábra. Dinamikus sztereokémia: a selektivitások osztályozása és elnevezése

fontosabbak (2. ábra) és Nógrádi Mihály (jobb kéz lóg, bal kéz zsebben) pedig diasztereomerek. Ez összefügghet azzal, hogy Nógrádi Misi legidézettebb közleménye a Fogassy Elemérrel közösen írt, diasztereomer sóképzéssel megvalósított klasszikus rezolválásokról szól. [8]

1983 és 1987 között MTA TMB-ösztöndíjasaként dolgoztam feromonok szintézisében. A fáraóhangya nyomjelző feromonjának enantiomertiszta formában megvalósított szintézise kapcsán fordult érdeklődésem a biokatalízis felé. Az ösztöndíjas időszak végeztével, több enzimekatalizált szintézis megvalósítása után, világossá vált számomra a biokatalízis sokoldalú alkalmazhatósága sztereokémiai kérdések megoldására. Több beszélgetésünk és egy magyar nyelvű, biokatalízisről készített monográfia [9a] szakmai kérdéseivel kapcsolatos tanácskéréseim során Nógrádi Misi meggyőződött sztereokémia érdeklődésemről, és saját példáját elem állítva bátorított arra, hogy a biokatalízis szintetikus alkalmazásáról szóló magyar monográfia alapján jelentessük meg annak kibővített változatát a VCH gondozásában angolul. Az inspiráció és a kiadóhoz beajánlás mellett vállalta, hogy a *Selective Biocatalysis: A Synthetic Approach* című könyv [9b] fordítója legyen. E munka során Nógrádi Misi jóval több volt mint fordító, hiszen a sztereokémiai kérdéseket igen sokszor alaposan megvitattuk, és ennek során sokat finomított az elgondolásainkon.

E munkák során alakult ki annak az átgondolása, hogy hogyan osztályozhatóak a

kinetikus selektivitásokat kihasználó reakciók (3. ábra). Nógrádi Misi *Stereoselective Synthesis* című könyvében [3a] e reakciókat két alaptípusra osztotta: a szubsztrátszelektív reakciókra (több anyag elegyének szelektív átalakítása) és a termék-szelektív reakciókra (több módon reagálni képes anyag átalakítása főként egy terméké). Ezt továbbgondolva javasoltuk a nem teljesen egyértelmű diasztereoselektivitás, illetve enantioselektivitás fogalmak helyett a diasztereomer-, illetve enantiomer-szelektivitás (szubsztrátszelektív) megnevezések; valamint a diasztereotóp, illetve enantiotóp szelektivitás (termék-szelektív) megnevezések használatát, először a biokatalizált folyamatok kapcsán, [9] majd általánosítva. [5] A Nógrádi Misi által fordított, 1992-ben megjelent biokatalízis-monográfia [9b] és az általa 1995-ben kibővített sztereoselektív szintézisek könyv [4] borítóját összevetve (1. és 3. ábra) az is látszik, hogy a szakmai kölcsönhatás nem volt teljesen egyirányú.

Annak ellenére, hogy egymást Misinek és Lacinak szólítottuk, velem a barátinál távolságtartóbb volt a kapcsolata, ami leginkább a kölcsönös szakmai tiszteleten alapult. Nagyon tiszteltem éles eszét, széles látókörű szakmai tudását és pontosságát. Köntörfalazás nélküli őszintesége néha kicsit nyersnek hathatott, de mindig megragadta a kérdés lényegét. A BME Szerves Kémia Tanszékén 2005-ben alakult, általam vezetett Bioorganikus Kémia Kutatócsoport munkásságát kezdettől fogva figyelemmel kísérte; később tiszteletbeli ku-

tatóként csatlakozott is a kutatócsoport-hoz, és számos közleményünk megjelenését segítette nyelvi és szakmai lektorálásal. Azt a kis labort, ahol a Ch épület II. emeletén utolsó aktív éveiben dolgozott, kutatócsoportunk Nógrádi-laborként említi mind a mai napig.

Emberi kapcsolatait jellemzi, hogy tiszteletét nem csak az általa arra érdemesített diplomások iránt mutatta ki. Nógrádi Misivel az utolsó együtt töltött alkalmunk az volt, mikor kettesben vettünk részt a tanszék nevében régi technikusunk, Jaksa István búcsúztatásán.

Misi, köszönök mindent! Nyugodj békében!

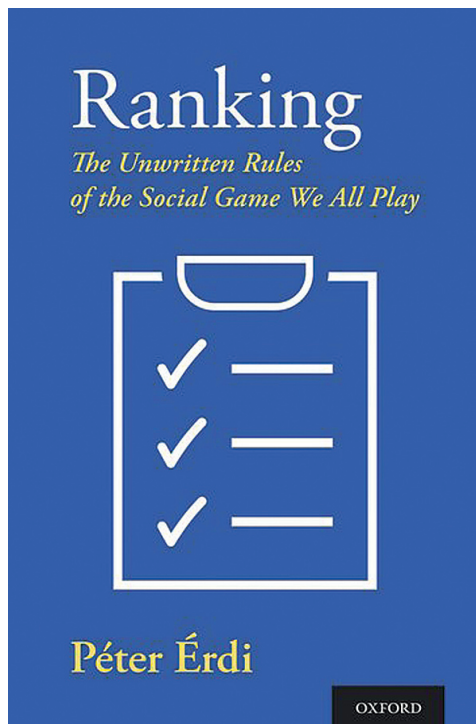
IRODALOM

- [1] M. Nógrádi, Bevezetés a sztereokémiába. Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1975.
- [2] M. Nógrádi, Stereochemistry – Basic Concepts & Applications. Pergamon Press, Oxford, 1981.
- [3] a) M. Nógrádi, Stereoselective Synthesis. VCH Publishers, Weinheim, 1987; b) M. Nógrádi, Stereoselectiv-nij Sintez (orosz kiadás). VCH Publishers, Weinheim, 1987.
- [4] M. Nógrádi, Stereoselective Synthesis – A Practical Approach, 2nd Ed. VCH, Weinheim-New York, 1995.
- [5] L. Poppe, J. Nagy, G. Hornyánszky, Z. Boros, Stereochemistry and Stereoselective Synthesis – An Introduction (L. Poppe, M. Nógrádi, eds.). Wiley-VCH Verlag KGaA, Weinheim-New York, 2016.
- [6] Wikipédia: Stereochemistry (<https://en.wikipedia.org/wiki/Stereochemistry>; megtekintve 2019. december 1.)
- [7] A. Varga, V. Zaharia, M. Nógrádi, L. Poppe, Tetrahedron: Symmetry (2013), 24, 1389–1394.
- [8] E. Fogassy, M. Nógrádi, D. Kozma, G. Egri, E. Pálóvics, V. Kiss, Org. Biomol. Chem. (2006), 4, 3011–3030.
- [9] a) L. Poppe, L. Novák, Biokatalízis a szintetikus kémiában [A kémia újabb eredményei, 73]. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1991; b) L. Poppe, L. Novák, Selective Biocatalysis: A Synthetic Approach, (translated by M. Nógrádi). VCH Verlag Chemie, Weinheim-New York, 1992.



Íratlan szabályaink

(Érdi, Péter: *Ranking. The unwritten rules of the social game we all play.* Oxford University Press, 2020)



ÉRDI PÉTER

lítást a szerző egyfajta szociális játéknak tekinti. Valóban: játék ez határok nélkül, de következményekkel.

A szerző, Érdi Péter 1970-ben szerzett vegyészdiplomát az Eötvös Loránd Tudományegyetemen, doktori fokozata (1981) és akadémiai doktori címe (1991) is magyar. A Wikipédia szerint jelenleg számítógépes agykutató, 2002 óta az egyesült államokbeli Michiganban a Kalamazoo College professzora. Igen széles érdeklődési körét nagyon hűen tükrözi eddig megjelent szakkönyveinek sokszínűsége: van köztük a reakciókinetika matematikai modelljeivel foglalkozó mű, amelyet a *Ranking*-ben is többször megjelenő matematikus barátjával („János, akinek

soha nem volt autója”) együtt jegyez, [2] van Szentágothai Jánossal közösen írt, a multidiszciplináris megközelítés előnyeit kiemelő könyv a neurobiológiáról, [3] könnyen emészthető bevezetés a komplexitás tanulmányozásába, [4] illetve tömör útmutató a sztochasztikus reakciókinetikai módszerek használatához. [5] Húsz évvel ezelőtt magyar nyelven jelent meg egy válogatás korábbi írásaiból. [6] Ezt a sokféleséget Érdi Péter úgy kommentálja a könyvben, hogy szokása lett olyasmivel tölteni az időt, ami a tudományos rangsorokban nem viszi őt előrébb.

A könyv első fejezetéből, amely a címe szerint is prologus, mindjárt ki is derül, hogy a sportokban létező, bevallottan vagy kevésbé elismerten szubjektív rangsorok már fiatalkorában is nagy hatást tettek rá. A fociban már az InStat előtti időszakban is rendszeres szokás volt egyes játékosok teljesítményét osztályzattal jellemezni, ezt a könyvben a magyar NB I 1967-ben zárult bajnokságán keresztül ismerhetjük meg. Az egyes mérkőzéseken adott osztályzatok kétségtelenül szubjektív vélemények voltak, de aztán a bajnokság végén pszeudo-objektív rangsorok készültek belőlük. Az objektivitás ilyen illúzióját egy Arany László által leírt, Farkas-barkas című népmesében is meg lehet találni, a következő sort Zerkowitz Judit fordításának köszönhetően angolul is élvezhetik az olvasók: „Farkas-barkas jaj be szép, róka-bóka az is szép, özöm-bözöm az is szép, nyúlom-búlom az is szép, kakasbakas az is szép, tyúkom-búkom jaj be rút!”

A könyv egy jelentős részének középpontjában minden rangsorolás alapja, az összehasonlítás áll. Itt is nagy számban jelennek meg irodalmi és sportpéldák, és az összehasonlítási eljárások pszichológiája is nagy teret kap. Vajon hányan figyelték már meg azt, hogy egy olimpiai eredményhirdetésekor általában az ezüstérmes a boldogtalan? Míg a harmadik többnyire örül annak, hogy még éppen felfért a dobogóra, a második ezzel szemben az első vesztesnek érzi magát. Mindezen lélektani hatások ellenére másokkal összehasonlítani önmagunkat végtelenül emberi dolog. Jobb, ha tudatában vagyunk annak, hogy ez a legkritikább esetben objektív a szó tudományos értelmében, de még a jól működő, magukat teljes joggal demokratikusnak valló társadalmakban is ilyen egyéni döntések halmazából jönnek létre a rangsorok, amelyek aztán nem egyszer jelentősen befolyásolják az újabb egyéni döntéseket. Ha esetleg valaki tanult már visszacsatolásról, fel fogja ismerni a jelenséget.

A rangsorok társadalmi jelentőségét nagyon jól mutatja, hogy kialakításuk módszertana nem egyszer jelentős hatással van az

2020 májusában, amikor ez az ismertető megszületett, a Nemzetközi Labdarúgó-szövetség (FIFA) férfi világranglistáját Belgium vezette. **Belgium!!!** Az a Belgium, amely nemcsak az utóbbi években, de teljes futballtörténete során soha még felnőtt világvetély döntőjébe sem került! No jó: az 1920-as antwerpeni olimpiáról azt írják a hivatalos feljegyzések, hogy Belgium nyerte, de minimális sporttörténelmi kutakodással is rá lehet jönni, hogy enyhén szólva is igen sportszerűtlen körülmények között: a döntőben például a belgák ellenfele már az első félidőben levonult a pályáról (és vissza sem tért), annyira igazságtalan volt a játékvezetés.

Ugyanebben az időpontban a sakkozók Élő-pontszámok szerinti világranglistáját Magnus Carlsen vezette. 2013 óta ő védi a világbajnoki címet is.

2019-ben a Times Higher Education (THE) egyetemi rangsorát az Oxfordi Egyetem vezette a Cambridge-i előtt. A legjobb magyar intézmény a listán a Semmelweis Egyetem: a 401–500. helyek között van. Ugyanakkor az egyetemek Shanghai-listáján a Harvard Egyetem volt az első, utána a Stanford Egyetem következett. A legjobb magyar intézmény az Eötvös Loránd Tudományegyetem az 501–600. helyek között. Vajon szkepticizmus-e észrevenni azt, hogy a THE Nagy-Brianniában szerkesztett kiadvány? Ugyanakkor a legjobb kínai egyetem mindkét listán a Tsinghua Egyetem, a THE-rangsorban a 22., a Shanghai-listán viszont csak a 43. helyet foglalja el. A kínaiak objektívabbak lennének a briteknél?

Egáltalán miért érdeklik ezek a kérdések annyira az embereket? Többek között ezt a kérdést próbálja megválaszolni Érdi Péter a közelmúltban angol nyelven megjelent, *Ranking* című könyve. [1] Az alcím (*The Unwritten Rules of the Social Game We All Play*) a könyv hozzáállását is nagyon jól tükrözi: a sorrendbe ál-



egyének, illetve intézmények viselkedésére. Ez a fontossági sorrend tulajdonképpen értelmetlen megváltozásán át egészen a komoly, nagy erőfeszítéseket igénylő adatmanipulációig terjedhet, politikai nézeteitől függően mindenki találhat rá akár rémisztő példákat is a mai közéletben. Ez a hatás segít megérteni azt is, hogy miért történnek néha nagyon irracionálisnak látszó dolgok. Az olvasónak óhatatlanul is eszébe juthatnak majd ilyenek:

- Az *Inorganica Chimica Acta* című szakmai folyóirat 2020 szeptemberi számai már májusban olvashatók voltak az interneten. Vajon miért? A tudományos folyóiratok legfontosabb mérőszáma az *impaktfaktor* (kicsit kényszeredett és ritkán használt magyarítással hatástényező), amelynek az alapja a folyóiratban megjelent cikkekre érkező idézetek a következő két naptári évben. Az időkorlát miatt a kiadók érdeke az, hogy a tényleges megjelenési dátumnál jóval később legyen a „hivatalos” publikálási dátum, mert ez meghosszabbítja az *impaktfaktort* növelő idézetek begyűjtéséhez az időablakot.

- A magyar elit gimnáziumokban a (jelentős számú) külföldi felsőoktatásba tartó diáktól azt kéri, hogy legalább egy magyar egyetemre is adják be a jelentkezést még akkor is, ha valójában nem akarnak ott tanulni, vagy esetleg a jelentkezési határidő nap-

ján már fel is vették őket a külföldi intézménybe. Vajon miért? A magyar középiskolai rangsorok kialakításában nagy a felvételi eredményesség súlya, de csak a magyar felsőoktatási intézményeket veszik figyelembe, a külföldieket nem. Tehát egy sikeres felvételi Oxfordba nem számít, egy második vonalbeli magyar egyetemre viszont igen.

Érdi Péter könyvében szinte minden oldalra jut hasonló érdekesség. A könyv magyar fordításának megjelenése a közeljövőben várható a Typotex Kiadónál. A szerző a könyvben egészen kivételes intellektuális utazásra invitálja az olvasót. Mindenkit arra biztatnék, hogy tartson vele.

Lente Gábor

IRODALOM

- [1] Érdi, P.: *Ranking*. Oxford University Press, New York, 2000.
- [2] Érdi, P., Tóth, J.: *Mathematical models of chemical reactions. Theory and applications of deterministic and stochastic models*. Manchester University Press/Princeton University Press, Princeton, 1989.
- [3] Arbib, M. A. P., Érdi, P., Szentágothai, J.: *Neural organization. Structure, function dynamics*. MIT Press, Cambridge, 1997.
- [4] Érdi, P.: *Complexity explained*. Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2008.
- [5] Érdi, P., Lente, G.: *Stochastic chemical kinetics. Theory and (mostly) systems biological applications*. Springer, New York, 2014.
- [6] Érdi P.: *Teremtett valóság. Válogatott írások*. Typotex Kiadó, Budapest, 2000.

Milyen lesz a magyar kiadás?

CÍM

Rangsorolás. Ősszépi rangsoroló játékaink íratlan szabályai

FEJEZETEK

1. Előhang: első találkozásaim rangsorokkal
2. Összehasonlítás, rangsor, értékelés, listák
3. Társas rangsor az állatvilágban és humán csoportokon belül
4. Választások, játszmák, szabályok és a Világháló
5. A naiv és a manipulatív – a csoportok mérésének nehézségei
6. Rangsoroló játszmák
7. A jó hírnévért való küzdelem
8. Mit üzen a kívánságlistád: Hogyan (ne) vegyünk új fűnyírót?
9. Utóhang: a rangsoroló játszmák szabályai – hol tartunk?

SZINOPSZIS

Szeretünk összehasonlítani és rangsorolni. Kíváncsiak vagyunk rá, hogy ki a legerősebb, ki a leggazdagabb, és ki a legokosabb. Bizonyos tulajdonságok, például a magasság, objektív módon rangsorolhatók. Ugyanakkor sok „Top Ten” lista szubjektív kategorizáláson alapszik, és az objektivitásnak legfeljebb az illúzióját adja. Valójában egyáltalán nem akarunk mindig mindenre objektíven tekinteni. Sőt azt sem feltétlenül szeretnénk, hogy bennünket is minden esetben objektíven rangsoroljanak, mivel ezáltal esélyt teremtünk arra, hogy az objektíven megérdemeltnél jobb képet alakítsanak ki rólunk, és így magasabb rangot szerezzünk. A *Rangsorolás. Ősszépi rangsoroló játékaink íratlan szabályai* című könyv a tudományos elméletek látásmódját alkalmazza olyan hétköznapi helyzetekre, amelyekben felteszünk és meg is válaszolunk ilyen és ehhez hasonló kérdéseket: Objektívek-e az egyetemeket rangsoroló listák? Miként lehetséges országokat sebezhetőség, korrupciós szint vagy boldogság szempontjából rangsorolni? Hogyan találhatjuk meg a legmegfelelőbb internetes oldalakat? Hogyan rangsoroljuk az alkalmazottakat?

KINEK SZÓL EZ A KÖNYV?

Annak, akinek a szomszédja elegánsabb autóval jár, akit beosztottként főnökei besorolnak egy listába, aki főnökként kénytelen rangsorolni a beosztottjait, és felelősen próbálja tenni, akik üzletemberként szeretnék, ha cégük ismertsége jelentősen javulna, akik tudósként, íróként, művészként vagy más területek képviselőjeként a sikerlisták tetejére szeretnének kerülni, egyetemistaként készülnek belépni életük új, kompetitív szakaszába, és azt gondolják, hogy ennek egyedüli útja jegyeik bármilyen áron való feljavítása. A könyv olvasója intellektuális kalandba vág bele, hogy jobban megérthesse az objektív és a szubjektív közötti navigáció nehézségeit, és hogy jobban azonosítsa és befolyásolja pozícióját a valódi és a virtuális közösségekben az emberi és a számítási intelligencia kombinálásával.

Érdi Péter a politikai és kulturális élet mindennapi tapasztalatait a tudományos elméletek lencséjén keresztül magyarázza meg. Feltárja, hogy a rangsorolás néha valóban tükrözi az objektivitást, máskor csupán csak az objektivitás illúzióját, és hajlamosak vagyunk arra is, hogy az objektivitást manipuláljuk.

A könyv nagy érdeme, hogy bonyolult jelenségekre könnyedén követhető magyarázatokat kínál. A történelmi és kulturális élet eseményeinek tudományos elemzését szórakoztató személyes történetekkel ötvözi.

VÉGÜL

A szerző első haikuja *Schubert András* fordításában:

Három sor – egy rangsor

Az agyunk egy lista.

A tételek száma adott.

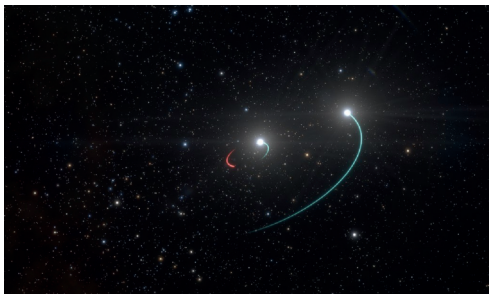
Oh, a vég közel!



TÚL A KÉMIAŊ

Közeli, lyukas és fekete

A déli égbolton (házánkból nem) látható, Látcső nevű csillagkép több váratlan újdonságot tartalmazott: a HR 6819 jelű, a Földtől mintegy 1010 fényévre lévő, szabad szemmel még éppen látható csillagról 2009-ben mutatták ki, hogy valójában legalább két csillag. Néhány hónapja pedig azt sikerült bizonyítani, hogy a két csillagnak van egy fényt ki



nem bocsátó kísérője is: egy nagyjából négyszeres Nap-tömegű fekete lyuk, amely így az emberiséghez legközelebbi ilyen ismert objektum. Habár 1000 fényév minden emberi léptékkal mérve nagy távolság, a Tejútrendszer mintegy 100 000 fényéves átmérőjéhez hasonlítva alig több egy bolhaugrásnál. Ráadásul ez már a 11. ismert fekete lyuk, amely 10 000 fényévnél közelebb van a Naphoz, így galaxisunkról új kép van kialakulóban: csillagközi otthonunk kezd exobolygókkal és fekete lyukakkal teli, a harminc évvel ezelőtt gondoltnál sokkal változatosabb hely benyomását kelteni.

Astron. Astrophys. 637, L3. (2020)



Szén-dioxid-butáság

A légköri szén-dioxid felszaporodásának nem az üvegházhatás növekedése az egyetlen negatív hatása – az emberi ítéloképességnek is árt. A levegő CO₂-tartalma az ipari forradalom előtti kb. 280 ppm-ről 410 ppm-re nőtt napjainkra. Becslések szerint a következő századfordulóra akár az 1000 ppm-et is megközelítheti, és zárt osztálytermekben akár ennek másfélszerese is lehet. Ilyen nagy koncentrációnak a korábbi vizsgálatok szerint már kimutatható hatása van az emberi gondolkodásra: az alapvető döntések meghozatalának hatékonyságában is 25%-os visszaesés várható, az összetett, stratégia gondolkodásban pedig ez akár 50% is lehet. Meglehet, hogy eljön az idő, amikor az emberiséget már nem fogja aggasztani a levegő szén-dioxid-koncentrációjának további növekedése...

GeoHealth 4, e2019GH000237. (2020)

CENTENÁRIUM



Elliot Quincy Adams: The absorption spectra of the nitric esters of glycerol *Journal of the American Chemical Society*, Vol. 42, pp. 1321–1327 (1920. július 1.)

Elliot Quincy Adams (1888–1971) amerikai tudós volt. A Nobel-díjas Gilbert N. Lewis azt mondta róla, hogy az általa ismert két legnagyobb tudományos elme egyike (a másik Albert Einstein). Adams vegyész-mérnöki diplomát szerzett, majd Irving Langmuir laboratóriumában dolgozott a General Electric cégnél. Nem sokkal később Kaliforniában, Lewis vezetésével szerzett doktori fokozatot. Ezt követően az USA Mezőgazdasági Minisztériumának színekkel foglalkozó laboratóriumában kutatott, majd visszatért a General Electrichez. A színérzékelés tudományos kutatásában jutott alapvető megállapításokra.

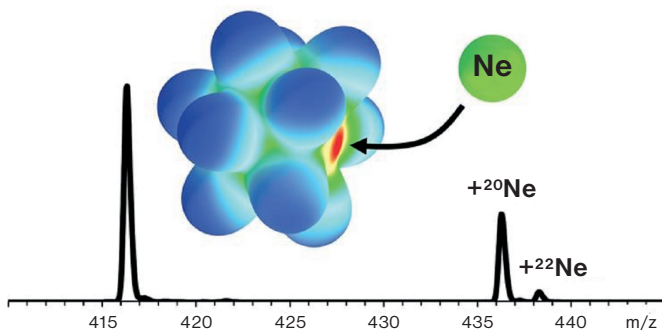


APRÓSÁG

Neontartalmú anion

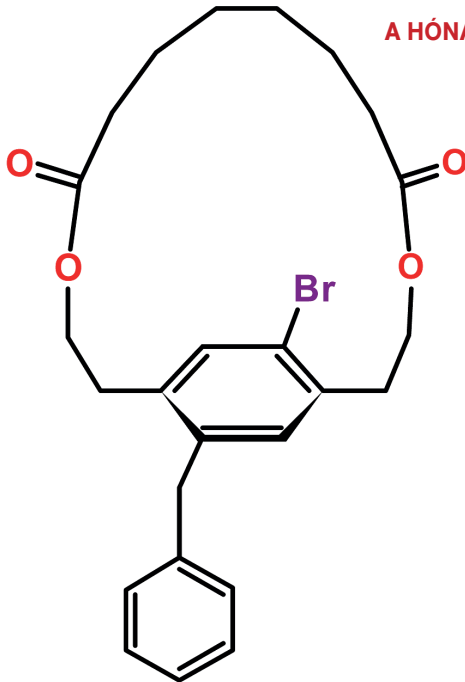
Német kutatóknak feltűnt egy szuperelektrofilnek nevezett anion, a [B₁₂(CN)₁₁]⁻ óriási kémiai reakciókészsége, s ezt célszerűen kihasználva neon-bór kötést tartalmazó részecskét hoztak létre. A vegyület azért is érdekes, mert noha a neontartalmú anionok képződését elméletileg járható útnak gondolták, kiterjedt kvantumkémiai számításokkal sem tudtak a kísérletezőknek utat mutatni ezen a téren. A bór-ciano-ionokat vizsgáló tudósok viszont egy egyszerű megfigyelés nyomán elindulva értek el a sikert: a [B₁₂(CN)₁₁Ne]⁻ keletkezése tömegspektrométerben egyértelműen kimutatható volt. Ez akár kezdeti lépés is lehet az első neontartalmú stabil só előállítására felé.

Chem. Commun. 56, 4591. (2020)



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

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



A HÓNAP MOLEKULÁJA

Az ábrán látható, több gyűrűt tartalmazó molekula ($C_{25}H_{29}BrO_4$) a planáris kiralitás jelenségére mutat példát: ennek lényege, hogy a részecskében nincsen aszimmetriás szénatom, de két, egymással nem egy síkban lévő gyűrű miatt mégis királis. A vegyületet a közelmúltban, egy enzim segítségével állították elő enantioszelektív reakcióban. Az enzim, a *Candida antarctica* fajból származó lipáz B, más szerves kémiai szintézisekben is hasznos lehet: szerves oldószerben aktívabb, mint vízben, illetve magas hőmérsékleten is jól használható. *Science* 367, 917. (2020)

Gázos Oktoberfest...

Müncheni egyetemi kutatók vadonatúj szempontból vizsgálták meg városuk világhírű fesztiválját, az Oktoberfestet. Arra voltak kíváncsiak, hogy a rendezvény mennyivel járul hozzá a város metánkibocsátásához. Az eredmények szerint a metán átlagos koncentrációja Münchenben októberben 100 ppb-vel nagyobb, mint más hónapokban. Ez ugyan alig több, mint 5%-os növekedést jelent az átlagos 1800 ppb körüli értékhez képest, de antropogén forrásként mégis igen jelentős. A részletes elemzés azt mutatta, hogy a légkörbe kerülő metán mintegy 80%-a földgázzal működő főzőeszközökből szökik el, és a metánkoncentráció napi változása is egyértelműen tükrözi az étkezési szokásokat. A munka felhívta a figyelmet arra, hogy a légköri metán forrásai között a nagyméretű fesztiválokat is figyelembe kell venni. *Atmos. Chem. Phys.* 20, 3683 (2020)



Műanyag... vagy mégsem?

A műanyagok az utóbbi időben közellenségé váltak, számos országban hoznak törvényeket használatuk visszaszorítására. Az egyik legnagyobb tartott probléma a mikroműanyagok nagy mennyiségű jelenléte a tengerekben. Egy dél-afrikai-olasz együttműködés keretében a világ minden tájáról 916 különböző tengervízmintát gyűjtöttek be és vizsgáltak meg infravörös mikroszkópia-spektroszkópia segítségével. A következtetés nagyon meglepő volt: korábban a mikroszkópban látható mikrorostokat automatikusan mikroműanyagként minősítették. Ugyanakkor az analíziseredmények szerint a mikrorostoknak csupán 8,2%-a műanyag. A döntő többség (79,5%) cellulózalapú polimer volt, például pamut, gyapot, juta vagy vászon, de még állati eredetű mikrorostból (gyapjú vagy selyem) is lényegesen több volt, mint műanyagból. Így aztán a műanyagok teljes betiltása sem segítene lényegesen az eddig „mikroműanyagok”-nak tulajdonított problémákon. További érdekes kérdés, hogy a mikrorostok kísérletileg megállapított összetétele-eloszlása miért nem tükrözi a világszintű előállítás mennyiségeket. *Sci. Adv.* 6, eaay8493. (2020)

...és futballgrill Chilében

A chilei főváros, Santiago légszennyezettségi adatai az utóbbi években alkalmanként furcsa, csupán néhány óráig tartó csúcspontokat mutattak. Ennek a jelenségnek indult a nyomába egy francia kutatócsoport. Azt találták, hogy az ilyen kiugró időszakokban a légszennyezők kémiai összetétele nagyon elütött a szokásostól, ami elsősorban fa-



sztól, ami elsősorban fa- és fa égésével, és nem közlekedési okokkal volt magyarázható. A chilei eseményekkel való összevetés azt mutatta, hogy ezek a csúcspontok mindig a futballválogatott jelentős (világbajnok-

ságon, vagy Copa Américán játszott) mérkőzésinek napjára estek, mit több, óras pontossággal is tükrözték a meccs kezdési időpontját. Ebből nyilvánvaló, hogy a chileiek jelentős része kültéri sütés-főzéssel kötötte egybe a focinézést, s ez a szokás olyan légszennyezést okozott, amely önmagában is légzési nehézségek oka lehet néhány embernél.

Atmos. Chem. Phys. 20, 4681. (2020)

Tisztelt Professor Úr!

Szeretném megosztani Önnel a magánvéleményemet, amennyiben megengedi.

Amolyan ökölszabály, hogy a generációk között 10-szeres információs terheléskülönbség van. Egységnyi idő alatt a következő generáció 10-szer több bejövő információs ingernek kell hogy megfeleljen, mint az öt megelőző. Talán ebből származtatható, hogy ma egy bachelor-szintű végzettség körülbelül annyit ér, mint 40–50 éve egy érettségi, technikus, és szinte százalékra pontosan annyi is van belőle, és ez az oka annak, hogy az érettségi majdnem teljesen elvesztette a szűrő jellegét, illetve a bachelor-képzésbe bekerülni „már nem kunszt”. Életünk egyre bonyolultabb, és a középfokú oktatás 8+4 évebe arányaiban egyre kevesebb fér bele az akár a hétköznapokhoz szükséges, elvárható ismeretekből. Ez magával hozza azt, hogy a középfokú oktatás egyre távolabb kerül az élettől, nagyon sokan egyre kevésbé értik az őket körülvevő dolgok működését, végső soron világunkat. A felsőfokú pedig óhatatlan felhígul, az első lépcső mindenképpen az, hogy ezt – az egyre nagyobb mérvű – lemaradást be kell hozni.

Közben az információs felezési idő egyre inkább összemérhetővé vált a képzés időtartamával, ez pedig nem elhanyagolható presszió, jelentős probléma minden szereplő (oktató, diák) számára. Ezt Orosz László után mondom, „szabadon”. Annival megtoldanám, hogy tőlünk alsó hangon 3, de inkább 4–5 totális váltás várható el életünk során. Ezt ki kell termelni időben, pénzben, ami összességében egy élet alatt egy fél lakás ára vagy hasonló nagyságrendű tétel (önképzés, képzés, oktatás). Valószínűleg már én is olyan szakmából megyek majd nyugdíjba 30 év múlva, ami ma még jó eséllyel nem is létezik, pedig nem így szeretném. Ez pszichés szempontból a többség számára teljesen természetellenes megpróbáltatást eredményez.

A szakközépiskolai háttérnek köszönhetem azt – és a „süldő gyerekekbe” az idősebb tanárok még bele tudták nevelni –, amit Ön is említ: az önkéntelen, vizuális becslés képességét (ama bizonyos „műszaki has”-t). Ránézésre megmondom, hogy valami 1, 10 vagy 100 volt vagy amper, kiló, darab. 10% hibával, ha ismerős a helyzet; amennyiben tízes nagyságrendet tévedek, akkor már szégyellem magam. A rengeteg villamos mérési labornak, számoltatásnak, a technikusként éjjel 2-ig milliméter-papíron szabászvonalzóval rajzolt grafikonoknak a mai napig ilyen formán, áttételesen látom hasznát. Nem lepett meg az exponenciális járványterjedés, a függvény sajátosságai nem idegenek számomra sem. A cikkben említett logarlécen kicsit elmosolyodtam, mert én műszereknél a mai napig skálaállandó kiszorzására használom, ha éppen nem megy a fejben számolás. Talán azt mondanám, hogy nem mindig előny a gimnázium, főleg ha ilyen hasznos lecsapódása van egy gyakorlati szakmának. Persze egy gipszkartonos is szemre meg fog becsülni 10 métert ± 10 centin belül. Az életben az „analóg gondolkodás” elengedhetetlen, hiszen a makroszkopikus világ folytonos. A gyakorlatban sokszor nem a konkrét érték lényeges, hanem egy kívánatos értéktartománytól való pillanatnyi távolság (sárga-zöld-piros mezős, számérték nélküli műszerek: folyadékszintmérők, fordulatszám-mérők, hőmérők), illetve az „e fölé ne menj” piros mezős vizuális jelzések. Ennek kritikus időn belüli kiértékelése gyakorlatot kíván. A digitális nemzedék vélhetően nem találkozik efféle kihívásokkal, pedig alapvető és tényleg szükséges képességre tenne szert a megoldás során.

Még ennél is nagyobb látható probléma a heurisztikus „katt-katt”: ide-oda kattintgatok, „ami érdekel, elcsábít, csak azt olva-

OKTATÁS

Gondolatok mai egyetemi hallgatókról

Beszélgetés Keglevich György professzorral

... a beíratkozottaknak csak igen kis része jár el szorgalmasan az előadásokra, s még ez a kis rész sem tanul komolyan az előadásokból, hanem inkább a vizsgálatok előtti napon betanul valami kis ismételő könyvet vagy kézzel írt jegyzetet.

Eötvös Loránd

Az utóbbi időben egyre több szó esik a generációkról (I. táblázat), sok újságírók és tanulmányírók a „generációs kérdésről”, leginkább a fiatalokról.

Veteránok	1920 és 1939 között születettek
Baby boomerek	1940 és 1959 között születettek
X generáció	1960 és 1983 között születettek
Y generáció	1984 és 1994 között születettek
Z generáció	1995 és 2009 között születettek
Alfa generáció	2010 után születettek

nés, a ki-és beindulás, a munkaerőhiány – s máris kész a generációs különbségnek vélt, de valójában sokkal összetettebb problémakör, állítja Nemes Orsolya. A generációs jelenségekre és különbségekre a körülöttünk folyó változások miatt helyeünk nagy hangsúlyt, folytatja, mert így tudjuk a legjobban megragadni az újat.

De még a generációs tulajdonságok¹ is, ha léteznek egyáltalán, sokféle szemnéven át látható (2-3. táblázat).

Baby boomer	X	Y	Z
tisztelet	intimitás	nyitottság	interaktivitás
szorgalom	önállóság	kreativitás	sokszínűség
tapasztalat	függetlenség	visszajelzés	élmény
munkamorál	kötelességtudat	közösségi élmény	önmegvalósítás

som el” tudás. Ez humán területen talán nem baj, a természettudományokban öngyilkosság lehet. A valóban mély tudás elérésére a sokak által túlhaladottnak tekintett lineáris tudás, illetve tanulási mód alkalmas. Más nem, és még mindig nincs királyi út, Sain Márton után szabadon. A magam részéről biztos vagyok benne, hogy mindenféle *ad hoc* ugrálás fehér foltok sokaságát hagyja maga után. Ami új, az pusztán új, és nem jobb, csupán újabb, beleértve ebbe a tanulási módszereket is. A biztos háttérismeret és előzetes becslés egyre inkább ahhoz is szükséges, hogy a szembejövő információról eldöntsem, hogy releváns-e, ehhez pedig viszonyrendszerbe kell helyezni.

A tankönyv, összefoglaló monográfia szerzője nem viccből írta azt, amit, és nem véletlenül úgy. Benne van egy terület terminológiája, tudásanyaga, összefüggései – nagy kiterjedésű fehér foltok nélkül. Általánosságban mondva bárki akkor jogosult kinyitni a száját egy témában, ha az ő látens tudása 10-szerese annak a szintnek, amiről beszél. Ez egy jobb – és nem zajtól terhelt – világban már eleve biztosított volt, nem akárki írhattott tankönyvet, csak az, aki valóban releváns megnyilvánuló volt a témában. Ma az interneten pedig mindenki beszél, de minek? A hozzáértő hang is egy a sok közül, egy laikus olvasó számára megkülönböztethetetlen a többitől. Ebből az aspektusból azok a szíréhangok, miszerint „a diák hozzáfér az információhoz, nem kell lexikális tudás”, teljesen vakvágányra visznek. Hozzáférünk teljesen ellenőrizetlen, fals, vélemények és nem tudományos tények mentén formálódott alternatív „igazságokhoz”, igaz, ingyen és azonnal – milyen jó is ez! Csak volt oktatómat tudom idézni, miszerint „az információ nem olcsó, de hülyének maradni a legdrágább dolog”. A forráskritika igényét sajnos egyre kevésbé érzem alapvetőnek.

Talán még annyit mondhatnék, hogy hallgatóként én gyűlölttem írásban vizsgálni, fantáziátlanak tartottam. Rengeteg referátumot, előadást tartattak velünk mindkét képzőhelyemen, ennek a mai napig érzem a hasznát: amikor kérnek tőlem 20 percet, akkor gond nélkül tartani tudom a 17 perc + 3 perc „van valakinek kérdése?” tempót. MA-n már sokkal többet tudtam szóban vizsgálni, mindegyik külön ünnep volt, mert ténylegesen párbeszéd jelleget éreztem. Pusztán egy kitűnő félévért javítóvizsgán (mint a lécz átugrása) volt szerencsém fél órát szóbelizni: a teljes félév anyagába belekérdeztek – többet ért terhelésben, mint egy szigorlat, és jobban is elememben voltam...

Jó egészséget, derűt, erőt, és az interjúból áradó mindig-megújulás további fennmaradását kívánom Önnek.

Eötvös Péter Mátyás

Vegyipari mozaik

Már kétmillió liter fertőtlenítőszer szállított ki a Mol. A Mol négy hónapja gyárt fertőtlenítőszer almásfüzitői üzemében. Első körben a védekezésben kulcsfontosságú intézményeket szolgálták ki, az operatív törzzsel együttműködve. Emellett mintegy 20 ezer liter Mol Hygit adományoztak civil szervezeteknek, egész-



ségügyi és önkormányzati intézményeknek. Április végétől a Hygi kéz- és felületfertőtlenítőket a Mol töltőállomásain is meg lehet vásárolni, 200 milliliteres, 500 milliliteres és 2 literes kiszerelésben. Végül elkezdődött a nagykereskedelmi partnerek kiszolgálása is. Eddig összesen mintegy 600 ügyfélhez jutott el a fertőtlenítőszer.

A Mol-Lub, a Mol kenőanyagok gyártásával foglalkozó leányvállalata márciusban, mindössze két hét alatt állította át almásfüzitői, korábban szélvédőmosó folyadékot készítő gyártósorát fertőtlenítő előállítására. Az alapanyagot, az etanolt magyar forrásból szerzik be, így hazai beszállítótól, hazai cég gyártja a Mol Hygi fertőtlenítőszer.



A Mol is bekapcsolódik a koronavírus-kutatásba. A Pannon Egyetem, a Pécsi Tudományegyetem és a Mol együttműködésében 9 városból származó szennyvízmintákkal indul kutatómunka a SARS-CoV-2 vírus kommunális szennyvizekből történő kimutatására. A külföldön már vizsgált módszer jelentősége, hogy a szennyvízben található vírusnyomok elemzésével a járvány helyi terjedésének korai szakaszában észlelhetjük a vírus megjelenését a közösségben.

A Pannon Egyetem az Innovációs és Technológiai Minisztérium pályázatán elnyert támogatásból indítja el a kutatómunkát. Az első fázisban 9 hazai város – Budapest, Debrecen, Győr, Szeged, Pécs, Miskolc, Veszprém, Ajka és Nagykanizsa – szennyvizének változását monitorozzák 5 hónapon keresztül, 2 hetente történő mintavételezéssel. A munka a Pannon Egyetem – Soós Ernő Víztechnológiai Kutató-Fejlesztő Központ és Környezetmérnöki Intézet, a Pécsi Tudományegyetem – Szentágotthai János Kutatóközpont, Virológiai Kutatócsoport és a Mol együttműködésében valósul meg.

A munka egyik helyszíne Nagykanizsa, az itteni kutatómunkához a Mol ingyenesen bocsátja rendelkezésre laborépületét. A Pannon Egyetem az elkövetkezendő napokban veszi át az épületet.

Dr. Galambos Ildikó, a projektet vezető Soós Ernő Víztechnológiai Kutató-Fejlesztő Központ intézetigazgatója elmondta: „A projektben a mi feladatunk, hogy az ország különböző pontjairól begyűjtött szennyvízmintákból olyan kivonatot állítsunk elő, amelyből azután nagyműszeres eljárással a Covid-19 megbete-

gedést okozó vírus kimutatható. A szennyvíztelepek kiválasztásánál elsődleges szempontunk volt, hogy az ország nagy részét lefedjük, és így a különböző méretű városok mintavételezésre kerüljenek. A Mol Nyrt. által rendelkezésünkre bocsátott labor tökéletesen alkalmas a biztonságos munkavégzéshez. Most is, mint a korábbi együttműködésekben, nagyszerű partnerségi viszony jellemzi a részt vevő intézményeket, így biztosak vagyunk abban, hogy jelentős eredményeket érünk el a közös munkában.”

A koronavírus-fertőzések megjelenésével több kutatócsoport kezdte vizsgálni a kommunális szennyvizeket világszerte, hogy az alapján becsüljék meg a koronavírus-fertőzések mértékét egy adott közösségen belül. Egy városi szennyvíztisztító telephez több tízezer ember háztartásából kerül szennyvíz, így nagyobb mintában vizsgálható a fertőzöttek száma, mint a korlátozott tesztek alapján. Hollandiában, Svédországban és az Egyesült Államokban már sikeresen kimutatták a Covid-19 megbetegedést okozó SARS-CoV-2 vírus nyomait a csatornarendszerekből vett mintákban, ahová a székleten és vizeleten keresztül kerül be a koronavírus. A székletben a megfertőződés utáni három napon belül kimutatható a SARS-CoV-2, tehát sokkal rövidebb idő alatt, mint-hogy a koronavírusos tünetek jelentkezzenek. A szennyvízben ta-



lálható vírusnyomok elemzésével így a járvány helyi terjedésének korai szakaszában észlelhető a vírus megjelenése a közösségben, és a tömeges fertőzések előtt meghozhatják a szükséges lépéseket, például a kijárási tilalom elrendelését, ill. változás esetén a visszavonását. A járvány lecsengésével a fertőzés újbóli megjelenésének jelzésére is hasznos eszköz lehet a szennyvíz elemzése.



RICHTER GEDEON

Rekord számokról és Covid-19 terápiás fejlesztésekről jelentett a Richter. A koronavírus-járvány a gyógyszergyártókat, így a Richtert is elérte, de a negatív következmények átvészelésében sokat segítettek a hagyományos értékek, a bizalomra és együttműködésre épülő szervezeti kultúra, az erős pénzügyi pozíciók, a diverzifikált vevőkör és a vertikálisan integrált üzleti modell. A Richter számára a járványban versenyelőnyt jelentet-





tek az országon belüli a gyártóegységek, s noha a beszerzési lánc zavartalanságához szükség volt jelentős intézkedésekre, az átmeneti nyersanyaghiány nem akadályozta a termelést.

Ugyanakkor figyelmekkel kell lenni a szektorra hosszabb távon hatást gyakorló tényezőkre, idetartozik a csökkenő vásárlóerő, a generikus termékekre nehezedő, növekvő árnyomás és az innovatív készítmények törzskönyvezésének korlátozása. Lassulnak a klinikai vizsgálatok, bebizonyosodott az ellátási lánc sérülékenysége, ami felveti a gyártás európai áttelepítését. Az orvoslátogatások elmaradása befolyásolja a termékek bevezetését.

A konszolidált árbevétel növekedésében jelentős szerepet játszott a gyógyszergyártási szegmens, a bruttó fedezeti hányad 57,8 százalékra, az üzemi eredményhányad 17,8 százalékra emelkedett. Az üzleti tevékenység eredménye 25,2 milliárd forint, az adózott eredmény 29 milliárd forint volt az első negyedévben. Az



üzemi eredmény 8,5 milliárddal nőtt összességében. Az egy részvényre jutó nyereség 156 forint volt az első három hónapban, az előző évi 118 forint után.

Az első három hónapban a Richter minden stratégiai területen előrelépett. Egy megállapodás nyomán megnyílt az út a cariprazine dél-koreai majdani forgalmazása előtt. A nőgyógyászati portfólióban az EMA befogadta a kombinált fogamzásgátló törzskönyvezési kérelmét, emellett kizárólagos licencmegállapodást kötöttek egy méhmióma, endometriózis kezelésére szolgáló kombinált készítmény forgalmazására Európa, FÁK, Latin-Amerika, Ausztrália, Új-Zéland területén.

Az Esmya EU-s forgalmazását felfüggesztették egy PRAC-vizsgálat következtében, várják a végleges döntést, de ez mindenképpen hatást gyakorol az ideai árbevételre.

Termékvásárlási megállapodást kötöttek a bioszimiláris tocilizumabra; a reumatoid artritisz kezelésére alkalmas gyógyszer a Covid-19 kezelésében is hatásos lehet, de ennek kimondásához klinikai vizsgálatokra van szükség. Az Inovióval kötött megállapodás a Covid-19 elleni DNS-alapú oltóanyag nagy volumenű gyártására szól. A Richter több területen, konzorciális együttműködésben kutatja a betegség lehetséges terápiáit, a munkában állami intézmények is részt vesznek. Szeptemberben akár 1000 fős klinikai vizsgálat indulhat Covid-19 betegek részvételével.

Az első negyedévi számok kapcsán Orbán Gábor vezérigazgató kiemelte, hogy a nagykereskedelmi árbevétel alacsonyabb tempójú növekedésének hátterében a tavalyi év végi felfutás áll. A gyógyszergyártás árbevételének 20 százalékos növekedésében jelentős az árfolyamhatás szerepe, de anélkül is két számjegyű a növekedés. A stratégiai pillérek szerinti csoportosításban a cariprazine és a nőgyógyászati termékek árbevétele 50 százalék fölötti, és szépen haladtak előre a bioszimiláris csoportban is.

A növekedés régiós megoszlást illetően elmondta: a FÁK-országok árbevétele stabil, Magyarországon kismértékben csökkent, az EU többi országában nőtt az árbevételek. A kiemelt régiók együttesen lefedik több mint a felét az árbevételnek, s forintban kifejezve minden területen tudtak növekedni, Nyugat-Európában és Oroszországban jelentősen. Amerikában segített a jogdíjbevétel növekedése és a hatóanyag-értékesítés magasabb árbevétele, a nyugat-európai piacon az orális fogamzásgátlók, a Bemfoa és Terrosa emelkedő bevétele. Az orvos-beteg kapcsolatok járvány miatti megszűnése miatt azonban a Bemfolánál ez a trend nem tartható. A kelet-európai térségben megjelenő felvásárlási hullám is az erősödést fokozta.

A vírus és az olajár sújtotta orosz piacon gyengült a vásárlóerő, emellett az árcsökkentő hatások és a Cavinton támogatásának megszűnése negatív hatást gyakorolt az árbevételre, s Kínában sem látnak pozitív tendenciákat.

Jelentősen nőtték a kutatás-fejlesztési ráfordítások, erre idén az árbevétel 11 százalékát tervezik fordítani, a költségeket kisebb mértékben generikus, nagyobb mértékben a másik három stratégiai pillér mentén allokálták – originális kutatások, beleértve a cariprazine-t, nőgyógyászat és bioszimiláris kutatások –, nagyjából egyenlően.

Az ideai várakozásokról a vezérigazgató elmondta, az első negyedévi árbevételt kedvezően befolyásoló tényezők nem mind-egyike lesz tartós, ezért az év eleji, csoportosított 5 százalékos növekedési prognózist 3 százalékra módosítják. A bruttó fedezetet 56 százalékra, az üzemi eredményhányadot 14,5 százalékra várják, szemben a februári 12,5 százalékos előrejelzéssel.

A nagykereskedelmi tevékenységben stagnálást, a gyógyszergyártás szegmensben 4 százalékos növekedést várnak. Erős, 20 százalékos bővülést hozhat az amerikai piac, 3 százalékos növekedést az orosz piac, míg Nyugat-Európában 3 százalékos csökkenést valószínűsítene az Esmya és a Bemfola visszaesése miatt. (napi.hu)



Gyógyszerkincünk kiaknázásának lehetőségei járvány idején. A koronavírus-járvány kitörésekor a kutatók azonnal megkezdték a lehetséges „gyógyszerek” keresését, az új, lehetséges hatóanyagok mellett már meglévő hatóanyagokat is tesztelnek, amik más betegségeknél már hatékonyak bizonyultak. A márciusban alakult Koronavírus Kutatási Akciócsoport a más betegségeknél már sikeresen alkalmazott hatóanyagok vizsgálatára fókuszál. A kutatók repozícióval 30 olyan gyógyszermolekulát választottak ki, mely az előzetes vizsgálatok alapján hatékonyak bizonyulhatnak.

„Azért különösen fontosak a hatóanyag-vizsgálatok, mert egyelőre nem áll rendelkezésre specifikus gyógyszer, a vakcina széles körű elterjedése pedig kedvező esetben is legalább egy év. Addig a járványhelyzet leküzdésének fontos eszközei lehetnek a meglévő gyógyszerkincsek” – erről számolt be Prof. Dr. Jakab Ferenc, a Pécsi Tudományegyetem Szentágotthai János Kutató Központ Virologiai Kutatócsoportjának és a Koronavírus Kutatási Akciócsoport vezetője.

A gyógyszer-repozíció – egy ismert gyógyszernek eredeti alkalmazásától eltérő új terápiás hasznosítása – betegnek és innovatornak egyaránt számottevő előnyökkel jár. Egy repozíciós termék bevezetésének idő- és költségigénye, valamint kockázata jóval kisebb, mint ami egy új hatóanyag innovációjával kapcsolatban felmerül. Mindez abból ered, hogy a repozícióval olyan hatóanyag kerül te-



rapiás alkalmazásra, melynek humán biztonságosságát és biológiai tulajdonságait akár több évtizedes terápiás tapasztalat támasztja alá. Ezért a repozíció-innováció preklinikai szakasza jelentősen rövidebb és messze kevésbé költséges, mint egy új molekulával induló innovációé, míg a klinikai szakaszban a repozíciós vizsgálat II. fázisú vizsgálattal, betegeken kezdődhet. Mindennek az előnynek tulajdoníthatóan az ezredfordulótól – többek között a biomedicinális adatok és ismeretek rohamos gyarapodásának és az adat-hasznosítás új eszközeinek köszönhetően – a repozíció a gyógyszerinnováció egyik fontos stratégiai útjává vált.

A vakcina bevezetéséig terjedő időszakban a járványhelyzet leküzdésének fontos eszközei lehetnek a repozíciós terápiás megoldások: a betegek állapotának súlyosságát és kezelésük időtartamát kedvezően befolyásolva a betegeken is és az ellátórendszernek is hatékonyan segítve. Sőt a repozíciós szerekek szerzett tapasztalatok utat is nyithatnak, illetve kijelölhetnek új hatásos gyógyszerek számára.



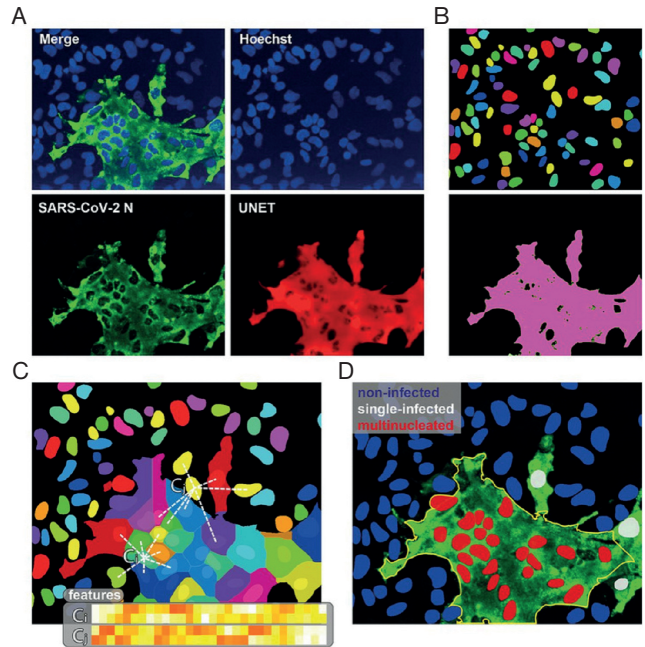
A teljesség kedvéért jegyezzük meg, hogy specifikusan a Covid-19 vírus ellen hatásos új vegyületek kutatása is megkezdődött, ilyen gyógyszerek piacra kerülése azonban legalább bő egy évtizedet vesz igénybe.



Új utat nyit a koronavírus elleni védekezésben a Szegedi Biológiai Kutatóközpontban (SZBK) fejlesztett mesterséges intelligencia segítségével felfedezett receptor. Horváth Péter, az ELKH-hoz tartozó SZBK Biokémiai Intézet igazgatója, a Biomag kutatócsoport vezetője és munkatársai partnereikkel, a Bristol Egyetem kutatóprofesszoraival kimutatták, hogy az influenzával kapcsolatban folytatott kutatásaik során felfedezett, eddig ismeretlen szereplőn – a gazdasejt felszínén található neuropilin-1 (NRPI) receptoron – keresztül a SARS-CoV-2 koronavírus be tud jutni a gazdasejtbe.

A kutatóknak eddig az angiotenzin-konvertáz enzim 2-t (ACE2) sikerült azonosítani, amelyen keresztül a vírus képes bejutni a sejtbe. Az SZBK mesterségesintelligencia-modellje alapján végzett kutatási eredmények azt mutatják, hogy az NRPI – a már jól ismert ACE2 mellett – a Covid-19 elleni terápia új, második célpontja lehet.

A fertőzött sejtek, szemben az egészséges sejtekkel, több sejt-maggal rendelkeznek. Ennek a különbségnek a detektálásához és mennyiségi meghatározásához fejlesztett ki Horváth Péter és csapata a világon egyedülállónak számító módszert, mely a mesterséges intelligencia legújabb irányán, a mélytanuláson alapul, és amelynek segítségével nagyon pontos mikroszkópos analízist képesek végezni a kutatók.



SARS-CoV-2 vírus által fertőzött sejtek különböző képpalkotó módszerekkel szemléltetve (fotó: James L. Daly et al/Cell Systems)

Korábban az influenzakutatások kapcsán az NRPI-gén szűrésére is hasonló módszertant használt a szegedi kutatócsoport. Az intelligens algoritmusoknak hatalmas tanuló-adatbázisokra van szükségük, amelyek a kutatócsoportnak korábban nem álltak a rendelkezésére. Ezért egy olyan hibrid módszert alakítottak ki, mely során egy mélytanuló metódus mesterséges példákat generál, és ezek alapján tanít egy másik intelligens módszert. A módszert nemrég publikálták a rendszerbiológia legrangosabb folyóiratában, a *Cell Systems*-ben.

A kutatásról a New York Times is beszámolt. Mint írták, egyszerre két európai kutatócsoport jutott hasonló eredményre – ahogy a koronavírusos kutatások általában, még egyik tanulmány sem esett át a peer review-n. A Horváth-féle tanulmányt június 5-én, a másikat – amelyet német, finn, ausztrál és svájci egyetemeken kutatói jegyeznek – öt nappal később tették közzé a *bioRxiv* felületén.

A kutatók szerint az influenza kórokozója és a SARS-CoV-2 mellett az NRPI-et más vírusok is bejáratnak használják, így például a mononukleózis kórokozója. Az egyik kutatócsoport azt az antitestet is megtalálta, amely az NRPI-hez kötődve megakadályozhatja a koronavírus behatolását. (qubit.hu)



Hónapokon belül megindulhat egy hatékony gyógyszer magyarországi gyártása. Lezárult az új típusú koronavírus ellen Ázsiában már hatékonyan bizonyult gyógyszerhatóanyag, a favipiravir magyarországi fejlesztésének első fázisa, és miután laboratóriumi körülmények között sikerült előállítani a generikus hatóanyagot, az őszre lehetővé válhat a gyógyszer magyarországi engedélyezése és gyártása is.

A szükséges klinikai vizsgálatok és a gyógyszergyártó kapacitás kiépítése az ITM és az NKFIH támogatásával, széles körű kutatóintézeti-egyetemi-országos gyógyintézeti-ipari összefogásban zajlik. A favipiravirt eredetileg influenzatünetek enyhítésére fejlesztették ki, generikus hatóanyagként bárki előállíthatja. Ázsiában már sikeresen alkalmazták koronavírus által fertőzött betegek



ken is, bár hatékonyságát hagyományos klinikai vizsgálatokkal még nem igazolták, ezért egyelőre sem Európában, sem Amerikában nincs törzskönyvezve.

A Magyarországon zajló fejlesztés így kiemelt jelentőséggel bír, hiszen a gyártókapacitás gyors kiépítése nemcsak a járvány elleni hazai védekezést segítheti, hanem exportképes termék is nyerhető belőle.

A favírus hatóanyag hazai előállítását, klinikai tesztelését és a gyógyszergyártás elindítását a magyar állam a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból összesen több mint 370 millió forinttal finanszírozza. (MTI)



DEBRECENI
EGYETEM

High-tech műszeradomány. Biotechnológiai kutatási és fejlesztési munkát szolgáló fermentorokat, tenyésztőeszközöket és működésükhöz szükséges kiszolgáló eszközöket adományozott a Richter Gedeon Nyrt. a Debreceni Egyetem Természettudományi és Technológiai Kara számára.



A 2017-ben létrehozott Biotechnológiai Intézet fogja használni ezeket az innovatív berendezéseket, melyek újonnan megvásárolva jóval többbe kerülnének 38 millió forintnál. Különösen fontos, hogy egy olyan partnervállalat adományozta őket, amely nagymértékben támaszkodik a kar tevékenységére mind a kutatás-fejlesztés, mind a humán erőforrás-képzés kapcsán. Az új gépek lehetőséget teremtenek, hogy a hallgatók gyakorlatorientált módon, az ipar legkorszerűbb eszközeinek felhasználásával, azokat megismerve és rutinszerű használatukat elsajátítva végezzék tanulmányaikat.

A műszerek a biotechnológia egyik leggyorsabban fejlődő ágazatához, az állati tejtes tenyésztéshez kapcsolódó kulcseszközök.

Az adomány révén olyan laboratóriumot alakíthatnak ki, amely kitűnően illeszkedik az intézet stratégiai célkitűzéseihez: az ipar-



vállalatok számára friss diplomásként a leggyorsabban terhelhető, piacképes tudással rendelkező szakembereket bocsáthatnak ki. A műszerek a biomérnök- és biotechnológus-képzések mellett a kutatás-fejlesztésben is hasznosíthatók, valamint messzemenőleg alkalmasak az ipar számára speciális mérnök-továbbképzési programok, speciális igények szerinti további képzések egyedi szerződések alapján történő megvalósítására. (unideb.hu)



Újabb, bioüzemanyagot előállító finomító épül Magyarországon. Fejlett bioüzemanyagot előállító finomítót épít a Pannónia Bio Zrt. dunaföldvári telephelyén a cég hároméves, 150 millió eurós beruházási programjának részeként.

Az üzem építését nyáron kezdik meg, és az ott megtermelt bioüzemanyag várhatóan elegendő lesz ahhoz, hogy Magyarország teljesítse az Európai Unió megújulóenergia-irányelvében meghatározott, a fejlett – azaz hulladék- vagy maradékanyagokból előállított – bioüzemanyagokra vonatkozó előírásait a következő néhány évben.

Az ír ClonBio Group Limited tulajdonában lévő Pannónia Bio – kezdetben Pannónia Ethanol néven – 2012 óta gyárt biotermékeket Dunaföldváron; 2019-ben 1,2 millió tonna hazai kukorica feldolgozásával 500 millió liternél több etanolt, 300 ezer tonnát meghaladó mennyiségű, GMO-mentes, magas fehérjetartalmú állati takarmányt és mintegy 10 ezer tonna kukoricaolajat állított elő. A termékeket több mint 30 országba exportáló cég 250 embert foglalkoztat, közvetve 2850 munkahely fenntartását támogatja. A zrt. 2019-ben 27,5 százalékkal növelte értékesítését, bevétele meghaladta a 367 millió eurót, valamint 152 százalékkal, 95,8 millió euróra nőtt a zrt. adózás előtti eredménye. A növekedést az erős etanolárak is elősegítették.

2020 elején a koronavírus-járvány miatt gyengült az etanol iránti kereslet, ami gyengítette az etanol árát, és befolyásolhatja a cég idei profitját, de a cégnél hozzátették, hogy a Pannónia Bio üzleti kilátásai pozitívak.



Beszámoltak arról, hogy a napenergia-iparágban végrehajtott befektetéseknek köszönhetően az év végére legalább 35 megawatt kapacitású, működő naperőmű lesz a Pannónia Bio tulajdonában.

A Pannónia Bio leányvállalata, a Pannónia Solar Zrt. 2019 óta folyamatosan bővíti portfólióját naperőművekkel az ország különböző pontjain; jelenleg több mint 40 projekt van a cég tulajdonában, melyeknek körülbelül egyharmada már működik.

A zrt. a 2019 és 2021 közötti beruházási programban energiahatékonysági fejlesztéseket is megvalósít a meglévő üzemegységében, amelytől 0,8 petajoule energia megtakarítását várják. A közlemény szerint ez a mennyiség elegendő ahhoz, hogy Magyarország teljesítse a kitűzött energiahatékonyság-javítási céljainak 10 százalékát. (Infostart/MTI)



Mol- és Richter-részvények. A Mathias Corvinus Collegium (MCC) tehetséggondozási programjának támogatásáról szóló törvény elfogadását követően a bírósági nyilvántartásba vétellel lezárult a szervezet átalakításának első szakasza. Az Országgyűlés által biztosított támogatás keretében az MCC tulajdonba kapta a jelenleg is működési helyéül szolgáló Somlói úti ingatlanegyüttest, valamint a Mol és Richter részvényeinek 10–10 százalékát. Az MCC kuratóriumának új elnöke a Miniszterelnökség miniszterhelyettese, Orbán Balázs, aki szerint a következő évek fejlesztési programjának végrehajtása tulajdonképpen osztalékbevétel nélkül is megvalósítható. A pakettek esetleges eladásával – és így a Richter felvásárlására irányuló út megnyitásával – kapcsolatban leszögezte: „... nem szándékozunk értékesíteni a pakettból semmit, sem rövid, sem hosszú távon. Nem is lesz szükség rá. (...) A társaság, a menedzsment, a mostani kormány, valamint az MCC érdeke egy és ugyanaz. Mi is mindig azt az irányt fogjuk támogatni, amelyik azt erősíti, hogy a Richter továbbra is a magyar gazdaság, a magyar gyógyszeripar, valamint a magyar szellem zászlóshajó vállalata legyen.” (*portfolio.hu*) **Ritz Ferenc összeállítása**

18th Central European Symposium on Theoretical Chemistry

2020. szeptember 21–24.
Balatonszárszó
A rendezvény honlapja és online jelentkezés:
<https://www.cestc2020.mke.org.hu/>
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Schenker Beatrix,
cestc2020@mke.org.hu

5th Rubber Symposium of the Countries on the Danube

2020. november 16–18.
Szeged
A rendezvény honlapja és online jelentkezés:
<https://www.rubber2020.mke.org.hu/>
Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.
TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Schenker Beatrix,
rubber2020@mke.org.hu

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXV. No. 7–8. July–August

CONTENTS

<i>Chemistry Mobile Lab Project</i>	206
CSABA SZAKMÁNY and PÉTER HOLTZER	
<i>IUPAC centenary</i>	
<i>Chemistry enabling “magic bullet”</i>	209
<i>Only fusion can meet energy challenge</i>	210
<i>Covid–19 – where are potent antiviral drugs?</i>	213
<i>Innovative material combinations for industrial textiles and other purposes</i>	214
CSABA KUTASI	
<i>Challenges and outcomes. An interview with Imre Miklós Szilágyi</i>	218
VERA SILBERER	
<i>Structure and operation of air filters</i>	221
ANTAL ZÁDORI	
<i>Science communication as a science?</i>	223
GÁBOR LENTE	
<i>Fascinating ionic liquids. The exponential growth of scientific literature</i>	226
TIBOR BRAUN	
<i>Paints on Hungarian wartime aircraft – myths and facts</i>	230
KÁROLY MAGÓ	
<i>Celebrating the 75th volume of the Journal</i>	
<i>An original article by Károly Magyar and a comment by CSABA KUTASI</i>	235
<i>In memoriam Mihály Nógrádi</i>	242
LÁSZLÓ POPPE	
<i>Book review</i>	
<i>Ranking. The unwritten rules of the social game we all play (by Péter Érdi)</i>	244
GÁBOR LENTE	
<i>Chembits</i>	246
GÁBOR LENTE	
<i>News of the Month</i>	248

MKE-HÍREK

Konferenciák, rendezvények

Rendezvénytár – 2020

április 3–5.	LII. Irinyi János Középiskolai Kémiaverseny Döntő – ELHALASZTVA	Debrecen
április 17–18.	XVIII. Országos Diákvegyész Napok – ELHALASZTVA	Sárospatak
április 20–27.	Mendeleev Olympiad, 2020 – ELHALASZTVA	Budapest
május 6–8.	MKE Biztonságtechnikai Szeminárium, 2020 – ELHALASZTVA	
május 21–23.	Young Researchers' International Conference on Chemistry and Chemical Engineering (YRICCCE III)	Kolozsvár/Cluj-Napoca
május 29.	Küldöttközgyűlés – ELHALASZTVA	Budapest
	XXVII. Kémiatanári Nyári Továbbképzés	Eger
	Varázslatos Kémia nyári tábor	Eger
szeptember 21–24.	18 th Central European Symposium on Theoretical Chemistry	Balaton-szárszó
október	Őszi Radiokémiai Napok, 2020	
november 4.	Kozmetikai Szimpózium, 2020	Budapest
november 16–18.	5 th Rubber Symposium of the Countries on the Danube	Szeged
november	Hungarocoat, 2020	Budapest



Megbízható Mennyiségi Meghatározás

Minden komponens, mátrix és felhasználó esetében

A tudományos és üzleti célok elérése csak megbízható eredmények birtokában lehetséges.

A felhasználási területtől függetlenül a Thermo Scientific™ TSQ hármaskvadrupol tömegspektrometriás rendszerei kiemelkedő precizitást biztosítanak a mennyiségi meghatározási feladatokra. Nagy felbontású SRM üzemmód, robusztusság, megbízhatóság és érzékenység egy készülékben, mely segítségével minden felhasználó a mérendő komponenstől vagy a mátrixtól függetlenül megbízható mérési eredményekhez juthat.



Thermo Scientific™ TSQ Altis™
hármaskvadrupol tömegspektrométer



Thermo Scientific™ TSQ Quantis™
hármaskvadrupol tömegspektrométer



Thermo Scientific™ TSQ Fortis™
hármaskvadrupol tömegspektrométer

További információk:

thermofisher.com/confidentquantitation

Kizárólagos képviselő:

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

UNICAM