

A TARTALOMBÓL:

- Nobel-díjak (2019)
- A kvantumkémia
akadémikusa:
Szalay Péter
- Etanolekvivalens
- Oxigénes víz



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXXV. ÉVFOLYAM • 2020. FEBRUÁR • ÁRA: 850 FT

Bioetanol és fenntarthatóság



A lap megjelenését
a Nemzeti Kulturális Alap
támogatja



Nemzeti Kulturális Alap

A kiadvány
a Magyar Tudományos
Akadémia
támogatásával készült

ÉLELMISZEREK AUTOMATA GYORSELEMZÉSE

Az európai törvények pontosan meghatározzák az Európai Unióban értékesített élelmiszerek címkéinek tartalmát. Az összetevők felsorolása, valamint a tárolási körülményekre, a származási helyre és a lejáratú időre vonatkozó információk mellett szükséges az összes élelmiszer esetében a tápértéket is megadni.

Az egyik kötelező adat a termék fehérjetartalma. A különféle élelmiszerek fehérjetartalma a rapid MAX N exceed automata analizátorral felügyelet-mentes üzemmódban elemezhető. Néhány mérés eredménye látható a táblázatban. A homogenizált minták fehérjetartalmát és az eredmények szórását öt párhuzamos mérésből számolták.

MINTA	BEMÉRÉS	MÓDSZER	FEHÉRJE-FAKTOR	FEHÉRJE %
főtt sonka 	500 mg	kolbász	6,25	21,1 ± 0,10
sertézsír 	250 mg	felvágott	6,25	3,42 ± 0,25
véreshurka 	450 mg	felvágott	6,25	13,1 ± 0,08
rozsmaringos 	500 mg	növény	6,25	41,6 ± 0,16
jégkrém 	1000 mg	jégkrém	6,38	2,91 ± 0,02
töltött 	500 mg	felvágott	6,25	21,0 ± 0,20
csirkemellfilé 	650 mg	hús	6,25	18,9 ± 0,28
zöldséges burgonya- 	600 mg	gabona	6,25	1,49 ± 0,04
zsemle 	500 mg	gabona	6,25	9,12 ± 0,09



A rapid MAX N exceed analizátor ideális választás a különféle élelmiszer minták fehérjetartalmának rutin meghatározásához. N/fehérje tartalom meghatározás néhány perc alatt, évekig stabil, minta-független kalibrációval, kivételesen alacsony karbantartással, amely lehetővé teszi a magas mintaszám feldolgozást felügyeletmentes automata üzemben, így az ipari minőség-ellenőrzés egyik ideális eszköze. A vonatkozó szabványok által előírt ismételhetőség ill. szórás értékek biztonsággal teljesíthetők. Mintabemérés: 5 mL-es saválló acél tégelyekbe, előcsomagolás szükségessége nélkül, halmazállapot független mérési sorozatokkal. 10 éves kiegészítő garanciák a főegységekre.



elementar

Analysensysteme GmbH.
EXCELLENCE IN ELEMENTS

D 63505 Langenselbold Elementar-Straße 1.
Tel: +49-6184-93930 web: www.elementar.de



AKTIV INSTRUMENT Kft.

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



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

Index: 25 541

HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)

HU ISSN 1588-1199 (online)

DOI: 10.24364/MKL.2020.02

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



Ebben a lapszámban olvashatnak a 2019. évi orvosi, fizikai és kémiai Nobel-díjakról, megismerhetik azok tudományos hátterét és a mindennapi életre gyakorolt hatásait. Most azonban csak a kémiai Nobel-díj néhány aspektusát emelném ki. 2019-ben a Li-ion-elemek kifejlesztéséért ítelték oda a díjat John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham és Akira Yoshino részére. A tudomány az élő szövethez hasonlítható, minden felismerésnek megvannak a maga előzményei és a következményei, „mindössze” olyan kutatókra van szükség, akik felismerik ezeket a kapcsolatokat. Akira Yoshino az elektromosan vezető polimer-területén világhírű (és 2000-ben Hideki Shirakawa révén kémiai Nobel-díjjal elismert) japán elektrokémiai/anyagtudományi iskola tagja, aki egy új területen alkalmazta a poli-acetilénekről szerzett tapasztalatát (és jutott el a Li-ion-akkumulátorokban használt grafitanódokig). A növekvő Li-ion-szükséglet olyan új eljárások kutatásához és fejlesztéséhez vezetett, amelyek lehetővé tehetik a Li-ionok kinyerését a tengervízből: a vizsgálatok nagygyűrűző hatású a víztisztítás és az ivóvíz-előállítás területén könnyen elképzelhetjük. A tudomány nemzetköziségét és a mobilitás fontosságát is jól jelzi az elismerés. Az amerikai Goodenough Angliában (Oxfordban), míg az Oxfordban diplomákat szerző brit Whittingham az USA-ban érte el a Nobel-díjhoz vezető eredményeit. Érdekes, hogy a tudományos közösség már évek (évtizedek) óta várta ezt az elismerést, mivel a hordozható elektronikai eszközök széles körű elterjedését a Li-ion-elemeknek köszönhetjük. A kései díj egyrészt azt eredményezte, hogy Goodenough a legidősebb élő díjazott a maga 97 évével, másrészt mostanra a technológia korlátai is jól látszanak (mind technológiai, mind gazdasági értelemben), így a szakmai közösség már új megoldásokat keres (különösen a nagy mennyiségű energia tárolásának területén).

A teljesség igénye nélkül, a lapszámban olvashatunk még anyagtudományi és energetikai témákról, Szalay Péter nemzetközi elismerése kapcsán a számítási kémia jelentőségéről, az „oxigénes vízről”, valamint a tanári utánpótlás kérdéseiről is.

Végül egy személyes morzsát szeretnék megosztani az elmúlt évből, amely a Periódusos Rendszer Nemzetközi Éve (IYPT2019) is volt. Mivel a tudományos ismeretterjesztés fontosságáról nem lehet eleget írni, ezért szeretném felhívni a figyelmet egy magyar–amerikai kezdeményezésre: az elmúlt év során létrehozottunk egy poszterkiállítást, amely a különböző kémiai elemek mindennapokban betöltött szerepét villantja fel. Pavlath Attila (korábban az Amerikai Kémiai Társaság elnöke) kezdeményezésére a Szegedi Tudományegyetemen jött létre a kiállítás, amely már 7 nyelven elérhető a következő honlapon: <https://www.elementsinyourlife.org/>.

Jó olvasást és hasznos időtöltést kívánok mindenkinek.

2020. február

Janáky Csaba
az MKL szerkesztőbizottságának tagja

TARTALOM

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

Öröm, ha a számításokkal különös jelenségekre tudunk magyarázatot adni.

Beszélgetés Szalay Péter professzorral

38

Cséfalvy Edit, Horváth István Tamás: Az etanolekvivalens definíciója és alkalmazása a bioetanolból előállítható vegyi anyagok fenntarthatóságának értékelésére

41

Zádori Antal: A hőátadás berendezései az ásványolajiparban

48

NOBEL-DÍJ, 2019

Inzelt György: Kémiai Nobel-díj 2019-ben a lítiumion-akkumulátorok kifejlesztéséért

49

Csont Tamás: Az oxigénérzékelés molekuláris mechanizmusa

52

Szalai Tamás: Exobolygók és kozmológia: a Világegyetem lokális és globális megismerése

54

KÖZOKTATÁS – TANÁRI FÓRUM

Lázár Tibor: Megélnék a magyar iskolák a jég hátán?

Tanári utánpótlás, tanári bérezés, centralizáció. Egy iskolaigazgató töprengései

56

KITEKINTÉS

Csupor Dezső: Ködpiszkáló. Oxigénes víz

58

Braun Tibor: A homo ludenstől a teniszjátékig. Teniszütők alapanyag-kémiaja

59

VEGYÉSZLELETEK

Lente Gábor rovata

62

MEGEMLÉKEZÉS

Felinger Attila: In memoriam Szepesy László (1928–2019)

64

Tömpe Péter: Elhunyt Farsang György, az ELTE egyetemi tanára

65

EGYESÜLETI ÉLET

A HÓNAP HÍREI

66

69



Címlapunkon:

Bioetanol és fenntarthatóság (a kép forrása: <https://schoolwork-helper.net/what-are-biofuels-bioethanol-biodiesel/>)



Öröm, ha a számításokkal különös jelenségekre tudunk magyarázatot adni

Beszélgetés Szalay Péterrel, az ELTE Kémiai Intézetének egyetemi tanárával, az IAQMS frissen megválasztott tagjával

Az International Academy of Quantum Molecular Science (IAQMS) tudományos intézményt 1967-ben Mentonban (Franciaország) alapították. Az Akadémiának 35 rendes tagja lehet 65 év korhatár alatt, és korlátlan számú tagja e kor fölött. A legutóbbi ülésen az Akadémia tagjának választottak, ami nagy kitüntetés számodra és egyben a magyar kémia számára is.

Hogyan kerültél kapcsolatba ezzel a tekintélyes szervezettel, és hogyan értesültél taggá választásodról?

Ez a szervezet háromévente rendezi az International Conference of Quantum Chemistry konferenciát, ami szakterületünkön az egyik legnevesebb összefogás. Ezen többször is részt vettem. Az Akadémia legtöbb tagját jól ismerem konferenciákról, cikkekből, néhányukkal közös projektjeink is voltak. A régebbi tagok közül sokak neve szerepel az elméleti kémiai alapkurzusomban. Bár többségük már nem él, mégis óriási megtiszteltetés most örökükbe lépni. Az Akadémia magyar tagja korábban Gáspár Rezső professzor volt. A mostani tagok között szerepel Pulay Péter professzor, aki az ELTE-s elméleti kémia egyik alapítója, de már közel 40 éve az Egyesült Államokban él. Egyszerűen a kvantumkémikusok között ez az Akadémia evidencia, a szakmai közösség csúcsa.

Gáspár Rezső a Kossuth Lajos Tudományegyetem professzora volt 2001-ben bekövetkezett haláláig, Pulay Péter az Arkansasi Egyetem professzora és az MTA külső tagja. Te vagy ma az IAQMS egyetlen hazai tagja. Igazán szép elismerés!

A kérdés második felére az a hivatalos válasz, hogy a választás estéjén az elnök asszony értesített e-mailben, és kérdezte, elfogadom-e a tagságot. A nem hivatalos változat szerint ennek a nyári napnak a délelőttjén kaptam egy SMS-t „Congratulation from Menton” szöveggel. Bár nem tudtam, hogy mikor van a közgyűlés, szemvillanás alatt leesett, miről lehet szó.

Tudományos kutatásaid a kvantumkémiai számítások területére esnek. Az ELTE-n az elméleti kémia nagyon erősen művelt tudományterület. Több kiváló kutató foglalkozik a kémiai elméleti számítások művelésével nagyon magas szinten. Nemzetközileg elismert és jegyzett kutatói közegeben élsz. A Te munkád elsősorban kvantumkémiai számítási módszerfejlesztésekre koncentrál, amelyek – ha jól fogtam fel a munkáid áttekintéséből – az egyszerű molekulák energiaviszonyainak és spektrális tulajdonságainak leírásától a makromolekulás alkalmazások irányába is halad. Beszelnél munkád lényegéről olvasóinknak úgy, hogy egy kémiai közép fokú képzettséggel rendelkező olvasónk is megértse?

A kérdés teljesen szakszerű. A molekulák kvantum-objektumok: ha meg akarjuk ezeket érteni, a kvantummechanika egyenleteit kell alkalmazni. A Schrödinger-egyenletet megoldva, elvben a molekuláról minden információ megszerezhető lenne. Bár ezt az egyenletet csak közelítőleg tudjuk megoldani, több különböző szintű megoldási módszer áll rendelkezésünkre. Sajnos, minél kevesebb közelítést használunk, annál drágább lesz a módszer, a pontosságot tehát számítógép-idővel kell megfizetni. Pályám első felében ilyen pontos módszerek kidolgozásával foglalkoztam. Az alkalmazások, követve az ELTE-s hagyományokat, a spektroszkópia köréből kerültek ki, főleg kisebb rendszerekre, ahol ezek a drága módszerek még alkalmazhatóak. Spektrumokat szimulálunk, szerkezetet határoztunk meg, élettartamot számoltunk. Az eredmények segítettek a kísérletek értelmezésben.

Kedvencem a HCCO-gyök esete, ahol számításaink nem erősítették meg egy indiai csoport kísérleteit. Ilyenkor mindig óvatos az elméleti ember, hiszen rengeteg dologtól függ a számítás megbízhatósága. De ez alkalommal nem láttunk kockázatot. A kéziratot a beküldéssel együtt elküldtük egy Berkeley-beli híres kísérleti csoportnak is, akikről tudtuk, hogy ezen a gyökön is dolgoznak. Kiderült, hogy hosszú ideje keresik a HCCO spektrumát, de nem találtak jelet az indiai kollégák által jósolt tartományban. Cikkünk hatására átállították a spektrométert az általunk jósolt tartományra, és ott volt a jel!

Megnyugtató, amikor az elméleti számításokat a kísérleti adatok is igazolják. Mennyire gyakori ez az érdeklődési területeden? Egyre gyakoribb, hiszen egyre pontosabban tudunk számolni, és ami még ennél is fontosabb, ma már jobban értjük a számítások korlátait. De hogy a kérdést egy kicsit pontosítsam: nem az az öröm, ha a mérés igazolja a számítást, hanem ha felhasználva a számításokat a kémia számára fontos eredmények születnek, vagy különös jelenségekre, váratlan mérési eredményekre tudunk magyarázatot adni.

Ez utóbbira is említek egy példát. Szimulációval sikerült bizonyítanunk, hogy az oxigénmolekula vörös kemilumineszcenciája két molekula ütközésekor történik, nem pedig úgy, hogy ezek egy gyenge komplexet képeznek. Ez merőben új, meglepő magyarázat, de a számítások ezt a modellt teljes mértékben alátámasztják.

A számítógépek teljesítményének növekedésével egyre nagyobb molekulákat tudunk pontosan számítani. Most az izgat



minket, hogy a DNS elektronikus tulajdonságait megértsük. Ez magában foglalja az építőelemek fotostabilitását, valamint a DNS-lánc vezetőképeségét. Mindkét esetben a kulcselem az elektrongerjesztett állapotok delokalizációja, amire a különböző módszerek nagyon különböző választ adnak. Keressük a módszert, ami elegendően megbízható eredményt produkál, és majd az ezzel végzett számítások fognak választ adni a feltett kérdésekre.

Nagy öröm, hogy az általam fejlesztett módszereket sokan használják, amit az ezekre kapott hivatkozások magas száma jelez. Véleményem szerint ennek köszönhető az Akadémiába való választásomat, hiszen ez a szervezet leginkább a szoros értelemben vett „elmélet”-et képviseli.

Ezek a kutatások nem igényelnek nagy csoportot, viszont igénylik a területen dolgozó csoportokkal való rendszeres kapcsolattartást. Eddigi pályafutásod során sokat jártál külföldi egyetemeken, ahol életrajzodból kiolvashatóan nagyon hasznosan töltötted az idődet az ismereteid bővítését, a kutatási területeden való előrehaladást illetően.

Igen, nagyon sok dolgot tanultam az utak alkalmával, és ezeket később meg is honosítottam. Emlékszem, fiatalon a speciális kollégiumaimra idősebb kollégáim is bejártak, hogy megértsék a magas szintű, úgynevezett korrelált módszerek elméletét. Ma már természetesen itthon is alkalmazhatók ezek a módszerek. Bécsben és Gaines-ville-ben (USA) tanultam őket. De például Reimsbe már azért hívtak, hogy én tanítsam meg nekik a használatukat.

Munkáid kiváló nemzetközi fogadtatását jelzik kiemelkedő tudományometriai mutatóid, cikkeid olvasottsága igen jó. Ezt tükrözi előbb EuChemS-bizottsági tagságod, majd a mostani elismerésed. Visszatérve a kapcsolatok alakulására: a külföldi partnerekkel való kapcsolatok mennyire váltak és válnak kétoldaliúvá, azaz mennyire jönnek az ELTE-re partnereid – a fiatalok tanulni, az idősebbek tapasztalatcseréjé?

A EuChemS-divízióba delegálás útján kerültem be, de annak, hogy két éve elnökké választottak, nyilván a szakmai tekintély is oka volt. Szakmai partnereim gyakran látogatnak meg Budapesten, nem csak én járok hozzájuk. De hallgatóikat is küldték, többen részben itt végezték a doktori kutatásaikat. Azt, hogy az ELTE-s elméleti kémiai „iskola” mennyire része a nemzetközi vérkeringésnek, mi sem mutatja jobban, mint Kapuy-előadás-sorozatunk előadói listája. (Kapuy Ede, akiről ezt a sorozatot elneveztük, ugyan nem ELTE-s volt, de a „hard core” elmélet nemzetközileg is fontos alakja, akitől közvetve vagy közvetlenül nagyon sokat tanultunk.) A terület meghatározó emberei fordultak meg nálunk, ma már a listát megmutatva egyáltalán nem probléma bárkit megnyerni előadónak.

A külföldi társadalmi tisztségek mellett a hazai tisztségek is megtalálhatók. Két ciklusban voltál az ELTE tudományos rektorhelyettese. Hogyan látod az egyetemek szerepét a tudományos kutatásban, a kutatásfinanszírozásban és ebben a kormányzati szerepvállalás mértékét?

Rektorhelyettesként az elmúlt négy év alatt volt szerencsém megismerni sikeres nyugati egyetemek kutatási struktúráját, az ösztönzőket, az emögött álló támogató szervezeteket. Sokat kell még fejlődünk, fejben is. Arra jutottam például, hogy a kutatás szabadsága nem abban áll, hogy mindenki a kedvenc témáján dolgozik (ha így lenne, ki mondaná meg, hogy hány ilyen „szeren-

csés” van). A finanszírozónak joga van megmondani, hogy mit szeretne. A kutatók szabadsága abban kell álljon, hogy megválaszthassák a célhoz vezető utat, a kutatási terveket a tapasztalataik alapján állítsák össze. Csak mérsékelt nyomás legyen a határidők tekintetében, és semmi a végkövetkeztetésre vonatkozóan. A sikerességet igenis számon kell kérni, figyelembe véve, hogy a kutatás természeténél fogva zsákutcába is vezethet. Itthonról nézve megdöbbentő, hogy a vezető nyugati egyetemeken a költségvetés 20–25%-át a rektor döntése alapján osztják ki, ő (persze nem egyedül) határozza meg azokat a kutatási fókuszpontokat,



A Széchenyi-díj átadásakor 2017-ben (balról: Császár Attila, Fogarasi Géza, Szalay Péter)

amelyek az egyeteme sikerességét hosszú távon is képesek fenntartani. A mi egyetemünk ennél sokkal demokratikusabban működnek, ami, úgy tűnik, nem elég hatékony.

Nálunk az egyetemeknek tudomásom szerint már régóta nincsen kutatási költségvetése. Mindenki hazai és külföldi pályázatokon szedi össze kutatásai fedezésére a forrásokat.

A kormányzat a kiválósági támogatásokkal (FIKP: Felsőoktatási Intézményi Kiválósági Program, TKP: Tématerületi Kiválósági Program) ebbe az irányba próbálta elmozdítani az egyetemeket. Hogy ez sikerül-e, a következő egy-két évben fog kiderülni.

Részben egyet tudok érteni a kutatás eredményességének fokozását célzó gondolataiddal. Azért lenne hozzá megjegyzésem. Az általad említett, eredményesen kutató országokban mindenütt vannak olyan pályázati források, amelyek kreatív, innovatív alapkutatásokat, sőt az eredményesség szempontjából kockázatos kutatási terveket támogatnak. Ezeket a kormányzat jelentősen vissza kívánja fogni. Így nehéz lesz megőrizni jó hírünket a világ kutatóközösségében és megakadályozni legjobb fiatal kutatóink külföldre távozását.

Az előbb említett két program erre lehetőséget ad. Az FIKP-ben nem az eredmények az indikátorok, hanem a kutatási kapacitás növekedése, ami például a kutatók számának növekedésében mérhető. Mi az ELTE-n igyekeztünk ebből a forrásból olyan fizetéseket adni, amelyekkel perspektivikus kollégákat tartottunk meg, sőt csábítottunk magunkhoz. Csak ismételnem tudom, kell néhány év, hogy lássuk, lesz-e ennek eredménye, és nem oldódik-e fel ez a jelentős összeg az egyenlősdiben.

Az elmúlt hónapban leköszöntem a rektorhelyettesi posztról, így most újra teljes energiával a kutatásomra koncentrálnék. Bevallom, bármennyire lelkesen csináltam a megbízatással kapcsolatos feladatokat, sokkal jobban érzem magam most a kutatásban, hallgatóim körében.



Családi körben

Ezt meg tudom érteni. Nem leányálom ma egyetemi vezetőként helytállni és a felsőoktatással szemben támasztott társadalmi elvárásokért intézményi szinten cselekedni. Kevés a sikerélmény a befektetett munkához viszonyítva.

Belepillantva oktatómunkád hallgatói értékelésébe, látom, hogy a hallgatók elismerik oktatási tevékenységedet, bár nem tartanak laza oktatónak, nem tekintik tárgyadat könnyen vehető akadálynak. Ez a jó egyetemi hallgatóktól dicséretnek vehető. Milyennek látod a mai egyetemi hallgatók felkészültségét, ambícióit, tudásvágyát, az értelmiség-utánpótlást?

Óráimat rektorhelyettesként is megtartottam, nekem az oktatás az elsődleges. Erkölcsi kérdés számomra, hogy átadjam a tudást, amit másoktól kaptam vagy továbbfejlesztettem. Az elméleti kémia oktatásán azonban jól lemérhető a felsőoktatás átalakulása: csökkenő óraszám, egyre kevesebb előismeretet feltételezve próbálok átadni a kvantumkémiaiból azt, amire a hallgatóknak szüksége lesz vegyészként, kémiatanárként. De nemcsak a körülmények mások, az érdeklődés is. Míg régebben minden részlet megértése motiválta a hallgatókat, manapság a legjobb hallgatók is csak a sokkal nagyvonalúbb összefüggésekre fogékonyak. Ahogy régen még tudtunk rádiót építeni, ma csak az a fontos, hogy tudjuk, melyik gombot kell megnyomni, és annak mi a hatása. Másrészt viszont korábban sokkal több segítséget kellett adni a hallgatóknak a kvantumkémiai számítások elvégzéséhez, míg manapság a technikai akadályokat a hallgatók képesek maguk megoldani – nem azért, mert jobban ismerik a részleteket, hanem mert megtalálják az információt az interneten. Nehéz olyan hallgatókat találni, akiket az elmélet érdekel. Nem biztos, hogy ez baj, a világ változik, más körülmények között kell jónak lenni, más jelent, hogy valaki „jó”. Ehhez alkalmazkodnunk kell magunknak is.

A Magyar Kémikusok Egyesületében is fontos feladatot látsz el. A harmadik ciklusban vagy a főtitkárhelyettesi funkció gazdája, és új gondolatokat vittél a feladatkör ellátásába. Összegeznéd röviden, miben látod az Egyesület jövőbeni lehetőségeit, hogy még inkább összetartó ereje lehessen a hazai kémikusközösségnek?

Feladatköröm az Intézőbizottságban való részvétel mellett a Műszaki és Tudományos Bizottság vezetése. Rendszeres feladatunk a fiatalok utazási pályázatainak elbírálása, ezt a Bizottság minden tagja nagy lelkesedéssel és komolyan végzi. A szabályzat szerint rendszeresen áttekintjük a szakosztályok és szakcsoportok tudományos tevékenységét is. Úgy érzem viszont, hogy ennek a feladatnak csökkent a jelentősége. A tudományos munka sokkal erősebb az MTA bizottságaiban, a mi jól működő csoportjaink is

tipikusan közösen rendeznek eseményeket ezekkel. Nem vagyunk kémikusok olyan sokan, hogy kétfelé húzzunk, és legyenek „akadémiasok” és „egyesületiek”. Tehát úgy érzem, hogy az MKE tudományos szerepe csökkent, sokkal inkább a közösségépítés marad meg nekünk. Jól példázza ezt, hogy a kiadványaink közül az MKL most a fontosabb kiadvány, ami sokkal inkább magazin, mint tudományos szaklap. De ugyanezt mutatja az a kísérlet is, amely az MKE Vegyészkonferencia átalakítását szolgálja: inkább adni átfogó ismereteket és teret a kapcsolatokra, mint a tudomány legújabb eredményeivel versengeni. Erről az MKL hasábjain írtunk nemrégiben kollégáimmal. Ha már konferencia: ezek szervezése még az MKE égisze alatt történik leggyakrabban, köszönve a nagyszerű infrastruktúrának, ami rendelkezésünkre áll. Ezenfelül a nemzetközi szervezetekben való képviselés fontos feladat még, hiszen szervezetileg az MKE tud ilyenekben részt venni és nem az MTA.

A szakmai és társadalmi elfoglaltságokon kívül mivel töltöd az idődet? Család, szabadidő – szabad érdeklődni?

A tudomány mellett legfontosabb számomra a családom. A miénk nagy család, hiszen négy gyermekünk van, két fiú, két lány, 29 és 14 év között. A nagyobbak ugyan lassan-lassan kirepülnek, de a kisebbik fiú révén még egy darabig lesz „gyermekünk”. Feleségem szintén vegyész, aki szakmai pályája helyett a gyereknevelést választotta, ami a család szempontjából nagyon jó döntés volt. Szerencsére néhány éve sikerült visszatérnie a munka világába. Ha nem is vegyészként, de sikeres karriert fut be: jelenleg egy buda-



Aktív kikapcsolódás közben

pesti egyetemen vezet az egyik kar dékáni hivatalát. Szeretünk utazni, a nyaralásokra a gyerekek is szívesen jönnek még velünk. Ami fontos, hogy mindig szakítottunk arra is időt, hogy feleségemmel kettesben menjünk el néhány napra. Talán a bécsi tartózkodás hatása, hogy imádjuk a szecessziót. Utazásaink során különös érdeklődéssel keresünk fel ilyen épületeket, kiállításokat.

Akkor látogassatok gyakrabban Szegedre is. Gyönyörű szecessziós épületeink vannak.

A sportolás életfontosságú számomra: a kirándulás, futás, biciklizés. Sajnos úszni ritkán jutok el, pedig ez volt gyerekkori sportágam. Éppen ma reggel futás közben határoztam el, hogy ezt is felelevenítem. Viszonylag gyakran járunk koncertekre is, a MŰPA és a Zeneakadémia két csodálatos helyszín ehhez, az utóbbi nem mellesleg szecessziós!

Olvasóink nevében is kívánok jó munkát, további sikereket!

Kiss Tamás



Cséfalvay Edit^{1,2} – Horváth István Tamás¹

¹ City University of Hong Kong, Kowloon, Kémia Tanszék

² BME Gépészmérnöki Kar, Energetikai Gépek és Rendszerek Tanszék

Az etanolekvivalens definíciója és alkalmazása a bioetanolból előállítható vegyi anyagok fenntarthatóságának értékelésére

Bevezetés

A fenntartható fejlődésre leggyakrabban alkalmazott definíciót az ENSZ Környezet és Fejlődés Világbizottsága 1987-ben kiadott *Közös jövőnk* jelentésében fogalmazta meg. A tanulmány szerint „úgy kell kielégíteni a jelenkor szükségleteit, hogy ne veszélyeztessük a jövő generációt abban, hogy kielégítse saját szükségleteit” [1]. A definíció biztosítani látszik, hogy a következő generációk legalább úgy tudjanak majd élni, például 50 év múlva, mint ahogy jelenleg mi élünk. Gyakran felvetődik a kérdés, hogy meg tudjuk-e pontosan határozni a jövő nemzedékek igényeit, például 2069-ben? Vajon nagyszüleink az 1940-es években el tudták-e képzelni, hogy Neil Armstrong majd a Holdon sétál 1969. július 20-án, és mindössze 40 évvel később egy tenyérméretű elektronikus eszköz, mint az iPhone okostelefon, olyan nagy kapacitású számítógép lesz, mint azok, amelyekkel az Apollo 11-et irányították Houstonban [2]? Az emberiség tudományos és technológiai tudásának növekedését és fejlődését elemezve feltehetnénk még sok ilyen és ehhez hasonló kérdést. Noha az előrejelzésre alkalmas számítógépes rendszerek folyamatosan fejlődnek [3], továbbra is komoly kihívás a 25–50 évvel későbbi eredmények pontos előrejelzése, és kérdés a jövőbeni gazdasági és társadalmi változások meghatározása [4]. Elég csak az időjárásjelentések pár hétre szóló előrejelzéseinek nem ritkán vicces pontatlanságaira gondolnunk. Jelenleg csak nagy bizonytalansággal tudjuk megjósolni a jövőnket, és a *Közös jövőnk*ben leírt fenntartható fejlődés definíciója is csak arra volt alkalmas, hogy teljesíthetetlen célok létjogosultságát próbálja igazolni.

A fenntarthatóság újszerű megközelítése

A Föld fenntarthatósága attól függ, hogy az egyelőre folyamatosan növekvő népesség ellátható-e elegendő energiával, élelmiszerral, vízzel és vegyi anyagokkal anélkül, hogy veszélyeztetnénk a környezetet és a lakosság hosszú távú egészségét [1]. Azért, hogy teljesíthető és megbízhatóan mérhető célokat állítsunk a társadalom elé, a fenntartható fejlődés olyan megközelítését javasoltuk [5], amely az evolúcióban is fontos szerepet játszó két elven alapszik:

1. *A természeti kincsek és az energiaforrások felhasználása nem lehet gyorsabb, mint amilyen mértékben azt a természet újra tudja termelni;*
2. *a hulladékok képződésének és környezetbe jutásának sebessége nem lehet gyorsabb, mint a feldolgozásuk sebessége.*

Fontos hangsúlyozni, hogy a fenntarthatóság jelentősen növelhető újrahasznosítással, amely csökkenti mind az alapanyagok felhasználásának, mind a hulladékok környezetbe jutásának sebességét. A fenntarthatóság lokálisan és globálisan is növelhető az energia- és/vagy anyagáramok integrációjával. A javasolt definíció jellemzője, hogy azt a sebességet határozza meg, amivel az egyensúly elérhető és fenntartható. Ennek pontos ismerete kiszámolhatóvá teszi a fenntartható egyensúly paramétereinek, azaz a fenntarthatóság korlátainak megállapítását, és ha szükséges, újraértékelését.

A fenntarthatóság mérőszámai

Az elmúlt néhány évtizedben módszerek egész sorát fejlesztették ki, amelyekkel megpróbálták számszerűsíteni a fenntarthatóságot és az azt befolyásoló környezeti, gazdasági és társadalmi hatásokat. A különböző mutatószámok alapján következtetések javasolhatók a várható jövővel kapcsolatban. A jelenlegi mutatószámokat két csoportba sorolhatjuk: a vállalatok működésére és az általuk előállított termékekre vagy szolgáltatásokra, illetve a társadalomra vonatkozó mutatószámok.

1. *A vállalatok környezeti teljesítményének értékelése során a mutatószámokból a környezet állapotára vonatkozó következtetéseket vonnak le az EMAS ISO14001 [6] vagy a GHG Protocol [7] szabványok alkalmazásával. A szabványok lehetnek szervezetközpontú vagy termékközpontú előírások is. Adott termékek gyártása és/vagy szolgáltatások biztosítása során végigjárják az adott életutat az ún. „bölcsőtől a sírig” [8] elv alapján,*



és vizsgálják minden egyes lépés környezeti hatását. A megfelelő átszámítást konverziós faktorok segítségével lehet megvalósítani, amelyek a vizsgált jellemző adott környezeti hatáshoz való hozzájárulásának mértékét jellemzik. Ennek kivitelezését életciklus-elemzés (Life Cycle Assessment, LCA) segítségével valósítják meg, amelynek során a környezeti hatások számítását többféle módszerrel végezhetik, (pl. EcoIndicator '95 [9], Eco-Indicator '99 [10], CML 2001 [11], IPCC2007 [12] stb.) [13]. Az eljárások legfontosabb közös jellemzője: a természetes mennyiségekben gyűjtött számos környezeti indikátort aggregálják egy vagy néhány mutatószámra. Példaként kiemelünk kettőt:

- a. Az IPCC2007 eljárás során a fogyasztás mérőszámaként megalkotott szén-lábnymot (Carbon Footprint) határozzák meg, amellyel a szén-dioxid-növekedéshez való hozzájárulást lehet mérni.
- b. Az EcoIndicator '99 eljárással becsülhetjük egy adott technológia hatásait a környezet több elemére:
 - i. emberi egészségre, (Disability-Adjusted Life Year (DALY) [14],)
 - ii. ökoszisztéma minőségére, amelyet fajok kihalásával jellemeznek, (potentially affected fraction of species [15],)
 - iii. természetes nyersanyagkészletek fogyására dollárban kifejezve.

Az összegzett, mértékegység nélküli mérőszámok alapján lehetőség nyílik az egyes vállalatok környezeti teljesítményének összehasonlítására, vagy adott nyersanyagból kiindulva adott céltermék előállításának alternatív előállítási technológiáinak összehasonlítására. Lehetőség van továbbá ezen teljesítményeknek az ország környezetvédelmi és/vagy fenntarthatósági célkitűzéseivel való összevetésére. Hátrányuk a jelentős adatigény, a hely- és körülményfüggőség. Az említett módszerek működtetéséhez természetesen elengedhetetlen a megfelelő mennyiségű és minőségű adat. A környezeti teljesítmény értékelésére használt eljárások közös jellemzője, hogy vagy az input, vagy az output oldalon gazdasági értékeket visznek a modellbe, amelyek a mindenkori gazdasági állapottól függenek. Mivel mindig van egy érdekelt fél, aki irányítja és így befolyásolhatja az elemzést, ezek a mérőszámok fenntarthatósági mutatószámként nem alkalmazhatók. Habár maga az életciklus-elemzés nem foglalkozik gazdasági elemzésekkel, sok adat monetáris becslésből származik, ezért az eredményeket érdek szerint befolyásolhatják.

2. Az *emberi társadalom* fenntarthatóságának kiszámítására Rees és Wackernagel kanadai ökológusok javaslatára [16] bevezették az *ökológiai lábnymot* (Ecological Footprint) fogalmát. Az ökológiai lábnymó erőforrás-menedzselésben és társadalmi-politikában használható jelzőszám, ami kifejezi, hogy adott technológiai fejlettség mellett egy emberi társadalomnak milyen mennyiségű földre és vízre van szüksége önmaga fenntartásához, valamint a megtermelt hulladék eltávolításához. Ez az érték kiszámítható egyes emberekre, csoportokra, régiókra, országokra vagy vállalkozásokra is. Az ökológiai lábnymó hat tényezőtől tevődik össze:

- a. *Szénlábnymó*: A fosszilis erőforrások elégetéséből, a földhasználat-változásból és a kémiai folyamatokból keletkező CO₂ elnyeléséhez szükséges erdőterület nagysága.

- b. *Legelőlábnymó*: Annak a területnek a nagysága, amely a hús- és tejtermékekért, irhért és gyapjúért tartott állatállomány eltartásához szükséges.
- c. *Erdőlábnymó*: Az éves rönkfa, papíralapanyag-, faáru és tűzifa-felhasználás alapján becsült terület.
- d. *Halászati lábnymó*: A különböző tengeri és édesvízi fajok halászati adatai alapján, valamint az újratermelési igényeik alapján becsült érték.
- e. *Szántólábnymó*: Az emberi fogyasztásra, állati takarmányozásra és bioüzemanyagok előállítására termelt növények természetesenek területigénye.
- f. *Beépített területek*: Az emberi infrastruktúrához (pl. közlekedés, lakások, ipari létesítmények, vízi erőművek tározói) szükséges földterület nagysága.

Az ökológiai lábnymó-elemzések azonban hibásak lehetnek amiatt, hogy nem veszik figyelembe a többszörös célra használt területeket, vagy hogy a becslések nagy része a Föld északi feltekéjére jellemző életstílus alapján készült, és nem vonatkoztatható a Föld minden területére. Az ökológiai lábnymó-modelleket folyamatosan finomítják, de mégis inkább jelzésértékűnek, semmint a fenntarthatóság pontos mérőszámának tekinthetők [17]. Ezeknek a mutatóknak az elsődleges célja leginkább az erőforrás-takarékosság tudatosítása és a figyelem felkeltése az iparosodott országokban.

Megemlítenéd, hogy az ökológiai lábnymó kiegészítéseként megalkották a *víz lábnymó* fogalmát is, amely az emberiség által fogyasztott és/vagy beszennyezett édesvíz mennyisége együttesen [18, 19]. A víz lábnymó a vállalatok által termelt termékek/ szolgáltatásokra és az emberi társadalomra egyaránt használható mérőszám.

Az ENSZ 2015. szeptemberi csúcstalálkozóján elfogadták a 17 fenntartható fejlődési célt (FFC) tartalmazó dokumentumot 169 konkrét feladattal vagy célponttal együtt [20a]. Ezeket sok ország több száz szervezetének több ezer résztvevője dolgozta ki, akik jelentősen különböző környezeti, társadalmi, gazdasági és politikai háttérrel és jelentősen különböző rövid és hosszú távú szükségletekkel és célokkal rendelkeznek. Noha a 17 FCC megvalósítását 100 potenciális és jellemző indikátorral és 152 kiegészítő nemzeti indikátorral javasolták követni (amelyből számos nem volt mérhető 2015-ben), sem a fenntartható fejlődés, sem a három dimenziója nem volt definiálva. Ehelyett körkörös érvelést alkalmaztak, amely fenntarthatósággal kezdődik és fenntarthatósággal végződik. Például „Mi egy olyan világot képzelünk el, amelyben minden ország élvezzi a fenntartott, befogadó és fenntartható gazdasági növekedést és a mindenki számára megfelelő munkát. Egy világ, amelyben a fogyasztási és termelési jellemzők és a természetes alapanyagok használata – a levegőtől a szárazföldig, a folyóktól, tavaktól, víztározóktól az óceánokig és tengerekig – fenntartható” [20b]. Úgy tűnik, hogy a 17 FCC és a kapcsolódó feladatok szolgálhatnak „térképként a boldogsághoz”, de nem úgy, mint egy szabályrendszer, amely alapján egy olyan metrika fejleszthető, amely segítségével megvalósítható célok jelölhetők ki, emellett a felelősségre vonás és a hihetőség is megvalósulhat.

Az etanolekvivalens definiálása

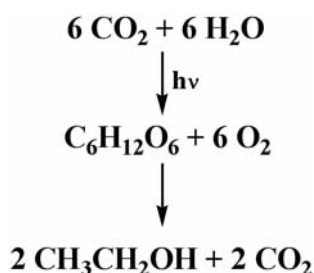
Az ökológiai lábnymó nem foglalkozik a fosszilis energia biomassza-alapon megvalósított kiváltásához szükséges terület- és vízigénnyel. Az általunk javasolt megközelítés arra ad választ,



hogy a fosszilis tüzelőanyagokból nyert energia fedezhető-e megújuló, azon belül is első generációs technológiával kukoricából termelt bioetanol-alapú energiával, és ennek előállításának mekkora a terület- és vízigénye. Ez a megközelítés nem tartalmazza az emberek szokásait (mennyi húst esznek vagy milyen messzire utaznak nyaralni), sokkal inkább egy ország ipara és lakossága együttes energiafelhasználásának fenntarthatóságáról ad információt.

Az *etanolekvivalens (EE)* annak a bioetanolnak a mennyisége, amelyből egy adott mennyiségű nyersanyagból előállítható energiával azonos mennyiségű energia termelhető vagy amely egy adott mennyiségű szénalapú termék előállításához, a gyártáshoz kapcsolódó energiaigény biztosításával együtt szükséges [5]. Az etanolekvivalens használatát javasoljuk az energiafelhasználás és a szénalapú termékgyártás fenntarthatóságának teljesítmény-mérésére, amely közös mérőszámként a fosszilis és a biomassza-alapú nyersanyagok, termékek, eljárások, és technológiák összehasonlítására használható. Tekintve, hogy egy adott eljárás energiaigénye számolható (beleértve a szállítást, tárolást, keverést, melegítést, hűtést stb.), az eljárás (process) etanolekvivalense (EE_p) vagy akár az egész technológia etanolekvivalense (EE_t) becsülhető.

A fotoszintézis során a növény, esetünkben a kukorica, széndioxidból és vízből a napenergia segítségével saját szervezetét építi szénhidrát formájában, és mellette oxigént termel [21]. A szénhidrátokból fermentációs úton ismert technológiával etanol állítható elő széndioxid képződése mellett (1. ábra).



1. ábra. Etanol előállítása

A számításainkhoz kukoricánövényt, valamint a kukoricakeményítóből előállított első generációs bioetanol teltük alapul, mivel régre nyúló termelési tapasztalatok alapján kapott megbízható adatok állnak rendelkezésre, emellett széles körben elterjedt eljárás a világon. [22].

Az első generációs bioetanol alkalmazásának fenntarthatósági kérdései

A rendkívül gyorsan növekvő népesség számára az egyik legnagyobb kihívást a fosszilis tüzelőanyagok kimerülése jelenti [23]. Ezek az anyagok összes energiaszükségletünk 86%-át biztosítják (Magyarországra a 2014-es évre vonatkoztatva) [24]. Habár nehéz előre jelezni a kőolaj, földgáz és szén megújuló energiaforrásokkal történő teljes kiváltásának pontos dátumát [25–26], a gyakran előforduló váratlan politikai helyzetek és/vagy gazdasági körülmények miatt a folyamatot fel kell gyorsítanunk, hiszen ezek

az események a fosszilis tüzelőanyagok drágulását eredményezhetik vagy azok hozzáférését korlátozzák (lásd orosz–ukrán gázvita [27]). Napjainkban azonban világméretben támogatják a megújuló tüzelőanyagok felhasználását, aminek oka, hogy a megújuló tüzelőanyagok elégetésével úgy lehet energiát termelni, hogy közben a nettó széndioxid-kibocsátás nem növekszik [28]. Mivel a fenntartható energiatermelő technológiák, köztük a napenergia villamos energiává, illetve hidrogénné alakítása, gazdaságossá alakítása több időt vesz igénybe, mint ahogyan várható volt [29–30], ezért a biomassza energiává történő közvetlen átalakítását, illetve biomassza-alapú folyékony energiahordozók létrehozását ajánlják a fosszilis tüzelőanyagok kiváltásának lehetséges megoldásaként. Napjainkban az ipar érdeklődésének központjában a bioetanol és biodízel mint közvetlen energiahordozók állnak. Ezt a termékek termelési növekedése is alátámasztja [31]. A fosszilis tüzelőanyagokból előállított szénalapú vegyi anyagok termelésének átalakítása megújuló nyersanyagokból történő előállításra szintén kulcsfontosságú a vegyipar fenntarthatóságában [32–33].

A különböző biomassza-termelő és -átalakító technológiák a fenntarthatóság nehéz kérdéseivel szembesülnek, beleértve a súlyos globális és szociális következményeket is [34–37]. Mekkora a megművelhető terület, szabad-e vagy tudjuk-e ezt az élelmezésre alkalmas területet nem élelmezésre szánt biomassza termelésére használni? Van-e elegendő édesvíz ott helyben vagy regionálisan, amely szükséges ahhoz, hogy biztosítsuk a biomassza növekedését és feldolgozását? Melyek azok a molekulák, amelyek leginkább ki tudják váltani a kőszén, a kőolajt és a földgázt? További kérdés, hogy a biomassza-termelés és az átalakító technológiák nem fognak-e váratlan és eddig ismeretlen környezetvédelmi problémákat okozni. Néhány kérdésre meglehetősen nehéz választ adni, azonban a biomasszaalapon előállított etanol mennyiségének megbecslését egyszerűen megtehetjük. A fosszilis energiahordozók (szén, kőolaj és földgáz) eltüzeléséből nyert energiamentességgel egyenértékű biomasszából előállított etanolmennyiség konverziós faktor ismeretében számolható.

A kukorica termés hozama és az első generációs technológiával előállított etanol hozamának ismeretében kiszámoltuk azt a kukoricamennyiséget, illetve ennek megtermeléséhez szükséges területet és vízmennyiséget, amely a 2008-ban Magyarországon felhasznált fosszilis tüzelőanyagok energiájával egyenértékű etanol előállításához szükséges. A 2008-as évet választottuk referenciaévné, hiszen a gazdasági válság visszavetette mind a nyersanyag-felhasználást, mind pedig a termelést. A részletes számítások, a hozzájuk kapcsolódó források, irodalmi hivatkozások az 1. táblázatban találhatóak. Jelen példával szemléltetjük, hogy a világ milyen kihívással szembesül. Az etanolekvivalens kiszámítása, illetve ennek az megtermeléséhez szükséges földterület és vízmennyiség jó alapot nyújt különböző eredetű termékek összehasonlítására is, és általa könnyen megérthetjük és „átérezhetjük a fenntarthatóság problémáját”.





1. táblázat. Részletes számítás a fosszilis tüzelőanyag kiváltásához szükséges bioetanol, kukorica, földterület és víz mennyiségére vonatkozóan

Bejegyzés	Számolás	Megjegyzés és hivatkozás
A fosszilis tüzelőanyag fogyasztása		
Magyarország kőolaj-, földgáz- és kőszénalapon felhasznált összenergia-mennyisége 2008-ban		
1	7,5 Mtoe kőolaj + 12,6 Mtoe földgáz + 3,1 Mtoe kőszén = 23,2 Mtoe	Statistical Review of World Energy 2017 [44] Mtoe = millió tonna olaj-ekvivalens
	$23,2 \text{ Mtoe} \times 42 \times 10^{-3} \text{ EJ} / \text{Mtoe} \times 10^{18} \text{ J} / \text{EJ}$ = $0,974 \times 10^{18} \text{ J}$	1 Mtoe = 42×10^{-3} exajoule (EJ) Statistical Review of World Energy 2017 [44] 1 EJ = 10^{18} J
A 2008. évben felhasznált összes fosszilis tüzelőanyag mennyiségének (lásd 1. bejegyzés) kiváltásához szükséges etanolmennyiség		
2	$0,974 \times 10^{18} \text{ J} \div 3,74 \times 10^9 \text{ J} / \text{hordó etanol}$ = $0,261 \times 10^9$ hordó etanol = 261 millió hordó etanol	1 hordó etanol = 3,54 millió BTU (az Energy Information Administration táblázatában megadott ezer hordó etanol és 10^9 BTU alapján származtatott érték) 1 BTU = 1055 J Statistical Review of World Energy 2017 [44] 1 hordó etanol = $3,54 \times 10^6 \text{ BTU} \times 1055 \text{ J} / \text{BTU} = 3,74 \times 10^9 \text{ J}$
	$0,261 \times 10^9 \text{ hordó} \times 159 \text{ liter} / \text{hordó}$ = $41,4 \times 10^9$ liter etanol = $41,4 \times 10^6 \text{ m}^3$ etanol	1 hordó = 159 liter Statistical Review of World Energy 2017 [44] 1 m^3 = 10^3 liter
	$41,4 \times 10^6 \text{ m}^3 \times 789 \text{ kg} / \text{m}^3 = 32,7 \times 10^9 \text{ kg}$ $32,7 \times 10^9 \div 100 \text{ kg} / \text{tonna}$ = $32,7 \times 10^6 =$ tonna etanol = 32,7 millió tonna etanol	Etanol sűrűsége = $789 \text{ kg} / \text{m}^3$ J. G. Speight, Lange's Handbook of Chemistry [38]
	$32,7 \times 10^{12} \text{ g} \div 46,1 \text{ g} / \text{mol} = 709 \times 10^9 \text{ mol etanol}$	Etanol moláris tömege = $46,1 \text{ g} / \text{mol}$
Fotoszintézishez szükséges víz (a kukorica sejtanyagába épített víz mennyisége)		
3	Fotoszintézishez szükséges víz $3 \times 0,709 \times 10^{12} \text{ mol} = 2,13 \times 10^{12} \text{ mol víz}$ $2,13 \times 10^{12} \text{ mol} \times 18,0 \text{ g} / \text{mol} = 38,3 \times 10^9 \text{ kg}$ = 38,3 millió tonna víz	6 mól víz szükséges 2 mól etanol előállításához, ezért 3-szor annyi víz kell, mint amennyi etanol (lásd 1. ábra) Víz moláris tömege = $18,0 \text{ g} / \text{mol}$
	Vízigény térfogatban = $0,0384 \text{ km}^3$ víz	Víz sűrűsége $20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on = $998 \text{ kg} / \text{m}^3$
Etanol hozama kukoricából		
4	$325 \text{ kg etanol} / \text{tonna kukorica} \div 1000 \text{ [kg} / \text{tonna]}$ = 0,325 tonna etanol / tonna kukorica	325 kg etanol nyerhető 1 tonna kukoricamagból, Mag, Kutatás, Fejlesztés, Környezet; Nagy János, Kukoricatermesztés, 10. oldal [50] 1 tonna = 1000 kg
Etanol előállításához szükséges kukorica mennyisége		
5	$32,7 \times 10^6 \text{ tonna etanol} \div 0,325 \text{ tonna} / \text{tonna}$ = $100,6 \times 10^6 \text{ tonna kukorica} =$ 100,6 millió tonna kukorica	Lásd a 2. és 4. bejegyzést
Kukoricatermeléshez szükséges terület		
6	Termelékenység a) 3500 liter etanol / hektár vagy b) 4500 liter / hektár	a) Agrártudományi Közlemények, 2004/14 [39] vagy b) <i>Mv Amanita</i> (FAO 320) típusú hibrid kukorica etanolhozama 4500 liter etanol/hektár [40]
	$3,5 \text{ m}^3 \text{ etanol} / \text{hektár} \times 789 \text{ kg} / \text{m}^3 = 2762 \text{ kg etanol} / \text{hektár}$ = 2,762 tonna / hektár	Etanol sűrűsége = $789 \text{ kg} / \text{m}^3$ J. G. Speight, Lange's Handbook of Chemistry [38]
	a) Kukoricatermeléshez szükséges terület $41,4 \times 10^9 \text{ liter etanol} \div 3500 \text{ liter} / \text{hektár} = 11,8 \text{ millió hektár}$	Etanolhozam, Agrártudományi Közlemények, 2004/14 [39]
	b) Kukoricatermeléshez szükséges terület $41,4 \times 10^9 \text{ liter etanol} \div 4500 \text{ liter} / \text{hektár}$ = 9,21 millió hektár	<i>Mv Amanita</i> (FAO 320) típusú hibrid kukorica etanolhozama 4500 liter etanol / hektár [40]



Bejegyzés	Számolás	Megjegyzés és hivatkozás
Kukoricánövény víztartalma		
7	Az a vízmennyiség, amely 100,6 millió tonna kukoricaszem termesztéséhez szükséges $100,6 \times 10^6 \text{ tonna} \div 40\% = 252 \times 10^6 \text{ tonna}$	A kukoricaszem a növény 45,9%-a [41] Jelen tanulmányban 40%-nak becsültük (a gyökérzet víztartalmával csökkentett érték)
	A víz : szárazanyag becsült tömegaránya = $72,6\% \div 27,4\% = 2,65$ kukoricánövényre $252 \times 10^6 \text{ tonna} \times 2,65 = 667 \times 10^6 \text{ tonna víz}$ $= 0,668 \text{ km}^3$	A kukoricánövény víztartalma elérheti a 72,6%-ot. [42] Víz sűrűsége = 998 kg/m^3
Etanol előállításához szükséges fajlagos vízmennyiség		
8	Etanol előállításához szükséges fajlagos vízmennyiség $0,668 \text{ km}^3 \div 0,0414 \text{ km}^3 = 16,1 \text{ liter víz / liter etanol}$	Kukoricánövény aratáskor vett víztartalmát figyelembe véve.
	Kukoricánövény öntözéséhez szükséges vízmennyiség $0,0414 \text{ km}^3 \times 142 \text{ liter víz / liter etanol}$ $= 5,88 \text{ km}^3 \text{ víz}$	Kukoricából előállított etanol esetén a vízigény 142 liter víz 1 liter etanolra vonatkoztatva [43]

Az itt bemutatott elemzés szándékosan egyszerű, és a lehető legpozitívabb megvilágításban tünteti fel az etanol kukoricából történő előállítását.

Magyarország összes fosszilis tüzelőanyag felhasználása 23,2 millió tonna olajekvivalens (továbbiakban Mtoe) volt 2008-ban [44], amely átszámítva összesen 0,974 EJ energiafelhasználást jelent [45] (lásd **1. táblázat**, 1. bejegyzés). Ezt a mennyiségű energiát kukoricaalapon gyártott etanolból előállítva 41,4 millió m³ etanolra lenne szükség, amely szinte megegyezik a Velencei-tóban található vízmennyiséggel (41 millió m³ [46]) (lásd **1. táblázat**, 2. bejegyzés). Megjegyzendő, hogy 2008-ban Magyarországon 150 millió liter, azaz 150 ezer m³ bioetanol állítottak elő [47], amely szinte elenyésző a 41,4 millió m³-hez képest, annak csupán 0,36%-a. A kukorica növekedéséhez szükséges fotoszintézishez 0,0384 km³ vízre van szükség (lásd **1. táblázat**, 3. bejegyzés), amely csak töredéke a Magyarországra jutó évi összes csapadékmennyiségnek (vö. **3. táblázat**, 6. bejegyzés). (A magyarországi évi átlagos 500–750 mm [48] csapadékmennyiség-tartomány átlagával (625 mm) számolva, Magyarország területére (93 028 km²) vetítve az éves összes csapadékmennyiség 58,1 km³-nek adódik. Megjegyzendő, hogy az Agrárminisztérium által kiadott, Magyarország vízgazdálkodásáról szóló tájékoztatóban is 58 km³-nek számítják az éves csapadékmennyiséget [46].) Ha azonban az öntözéshez szükséges vízmennyiséget vesszük alapul, akkor is többé-kevésbé megvalósítható a gondolatkísérletünk, hiszen Magyarország éves csapadékmennyisége majdnem teljes egészében fedezné a kukorica öntözésére használt éves vízmennyiséget (lásd **1. táblázat**, 8. bejegyzés). Magyarország jelentős édesvízkészlettel rendelkezik, és ez a megújuló vízmennyiség évi 120 km³-t jelent [49]. Megállapítható, hogy a fotoszintézishez szükséges vízmennyiség Magyarország vonatkozásában nem korlátozó tényező, vagyis az ország kedvező fekvése és vízellátása szempontjából a kukoricatermesztéshez igényelt vízmennyiséget teljes egészében fedezni tudnánk.

A következőkben kiszámoltuk, hogy amennyiben 325 kg etanol állítható elő 1 tonna kukoricából [50], illetve egy hektáron 4500 liter etanol termelhető *Mv Amanita* (FAO 320) típusú hibrid kukorica termesztése esetén [40], akkor a 41,4 millió m³ etanol előállításához 100,6 millió tonna kukorica szükséges (lásd

1. táblázat, 5. bejegyzés), amelynek megtermeléséhez 9,21 millió hektár termőterületre lenne szükség (lásd **1. táblázat**, 6. bejegyzés b) sor). Ezt összevetve Magyarország területével gyakorlatilag az egész ország területén (vízfelszíneket leszámítva az ország területe 8,96 millió hektár [54]) ilyen típusú hibrid kukoricát kellene természetünk plusz még egy Nógrád megyéni területre (2546 km² [51]) lenne szükségünk ahhoz, hogy fosszilis energiaigényünket etanolból fedezni tudjuk, ami teljességgel lehetetlen. Az összehasonlításhoz használt adatokat a **2. táblázat** foglalja össze.

De vajon mi a helyzet a Magyarországon előállított benzinnel vagy vegyipari alapanyagokkal, ezeknek mennyi az etanolekvivalense? Mennyi kukorica szükséges az etanol előállításához, és ez hányszorosa az adott évben termelt kukorica mennyiségének? Mekkora a termesztéshez szükséges földterület, és ez Magyarország vagy a mezőgazdaságilag művelt földterület hányad részét teszi ki?

A kérdések megválaszolása érdekében sorra vettük azokat a vegyipari alapanyagokat, amelyek termelési adatai hozzáférhetőek voltak, és kiszámoltuk először ezek EE-ét. Kezdtük a benzinnel, hiszen Magyarország kőolaj-finomítói kapacitása világviszonylatban a 63. helyen állt 2008-ban. Ebben az évben 37,7 ezer hordónyi benzint termeltünk naponta [56], amely a benzin átlagos sűrűségével (0,74 kg/dm³ [57]) számolva évi 1,62 millió tonnát jelent. Figyelembe véve a benzin energiataralmát (115 400 BTU/gallon [58]) és az etanol energiataralmát (1 hordó etanol = $3,74 \times 10^9 \text{ J}$, lásd **1. táblázat**, 2. bejegyzés), a termelt benzin energiataralma 2,36 millió tonna etanollal helyettesíthető. Ne felejtjük el viszont azt, hogy az etanol-előállítás technológiájának is van energiaigénye! Akkor vagyunk leginkább környezettudatosak, ha az etanol-előállításához szükséges energiát is etanolból fedezzük, és EE-ben adjuk meg. Több tanulmány is készült az USA-ban az etanolüzemek gazdaságosságának felmérése céljából, és egyértelműen javuló tendencia látszik: a korai technológiákhoz képest 2004-re 1,34 [59], míg 2008-ra már 2,3 egység etanolban mért energiát tudtak előállítani egy egység befektetett energiából [60], és ez az érték 2016-ra már 4 egységre ugrott [61]. Ha összességében vizsgáljuk a benzin EE-értékét, a 2008-as technológia figyelembevételével máris magasabb érték, pontosan



2. táblázat. Felhasznált, illetve elérhető nyersanyagforrások 2008-ban

Bejegyzés	Magyarország	Mértékegység	Érték	Hiv.
1	Kőolaj-felhasználás	Mtoe ^a	7,5	[44]
2	Földgáz-felhasználás	Mtoe ^a	12,6	[44]
3	Kőszénfelhasználás	Mtoe ^a	3,1	[44]
4	Összes fosszilis tüzelőanyag felhasználása	Mtoe ^a	23,2	
		EJ ^b	0,974	
5	Bioetanol-termelés	Millió liter	150	[47]
6	Csapadékból eredő éves vízmennyiség	km ³	58,1	[48]
7	Éves megújuló vízmennyiség	km ³	120	[49]
8	Kukoricatermelés	Millió tonna	8,9	[52]
9	Kukoricatermesztésre használt földterület	Millió hektár	1,20	[52]
10	Mezőgazdaságilag megművelt összterület	Millió hektár	5,79	[53]
11	Az ország összterülete	Millió hektár	9,30	[54]
12	Az ország összterülete a vízfelszíneket leszámítva	Millió hektár	8,96	[54]
13	Adott évben öntözött földterület	Millió hektár	0,08	[55]

^a Mtoe: millió tonna olaj-ekvivalens

^b EJ = exajoule = 10¹⁸ joule

^c Az Országos Meteorológiai Szolgálat által adott éves átlagos csapadékmennyiség tartományának átlaga, Magyarország területére vetítve, (http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/csapadek/, utolsó megtekintés 2019. október 23.)

3,39 millió tonna EE adódik. Az etanol-előállítás energiatartalmát is figyelembe vevő etanolekvivalenst EE_{2,3}-ként jelöltük (3. táblázat).

Hasonlóan jártunk el a Magyarországon termelt kerozin mennyiségét illetően, és megdöbbenő, hogy a benzinhez képest több mint négyszeres EE-értéket kaptunk (16 millió tonna). A számításokat tovább folytatva vizsgáltuk az etilén és propilén EE-érté-

két. A termodinamikát és az etanol dehidratálásának reakció-egyenletét alapul véve etilén könnyen előállítható, és az etilénnel sztöchiometrikus mennyiségű etanol szükséges annak előállításához [64]. A reakció természetesen katalizátort és megfelelő hőmérsékletet igényel, azonban melléktermékként – számunkra kedvezően – víz keletkezik, ami összességében a fent levezetett vízmérleget javítja. Három etanolból két propilénmolekula állít-

3. táblázat. A benzin, kerozin, etilén, propilén 2008-ban előállított mennyiségének kiváltásához szükséges EE_{2,3}, illetve földterület-ekvivalensek 3500 liter etanol/hektár etanolhozamot figyelembe véve^a

Vegyianyag	Mértékegység	Előállított mennyiség 2008-ban	EE _{2,3}	Az előállítási reakció entalpiája EE _{2,3}	Szumma EE _{2,3}	A szumma EE _{2,3} -előállításához szükséges kukorica		A kukoricatermesztéshez szükséges földterület		
						Millió tonna	2008-as évi összes kukorica-termelés %-a	Millió hektár	terület %-a	
		Millió tonna	MtEE _{2,3}	MtEE _{2,3}	MtEE _{2,3}	Millió tonna	2008-as évi összes kukorica-termelés %-a	Millió hektár	össz.	megyék
Benzin	37,7 ezer hordó/nap [56]	1,62	3,39	na	3,39	10,4	117	3,8	42,4	Bács-Kiskun, Baranya, Békés, Csongrád, Fejér
Kerozin (jet fuel)	162 ezer hordó/nap [62]	7,71	16	na	16	49,2	553	17,8	198,7	2-szer Magyarország
Etilén	812 ezer tonna/év [63]	0,812	1,91	0,062	1,972	6,1	69	2,2	24,6	Baranya, Borsod-Abaúj-Zemplén, Csongrád, Somogy
Propilén ^b	280 ezer tonna/év [63]	0,28	0,659	0,002	0,661	2	22	0,7	7,8	Heves, Vas

^a EE_{2,3} tartalmazza az adott energiamennyiséget etanolekvivalensben, és az etanol előállításának energiáját is EE-ben. (1 egység energia befektetésével 2,3 egység etanolenergia nyerhető [60]).

^b 3 etanol → 2 propilén + 3 H₂O.



ható elő ugyanígy dehidratálással [65]. A reakcióegyenletek felírása után a reakcióhők és moláris mennyiségének ismeretében a szükséges energia-, illetve etanolmennyiség már könnyedén számolható. A 3. táblázat alapján egyértelműen látszik, hogy a kerozintermelés energiataralmának kiváltásához szükséges kukoricamennyiség Magyarország területének kétszeresét igényli, de az egyéb vegyi anyagokat tekintve akár meg is valósítható biomassza-alapú etanoltól történő előállítás.

Összefoglalás, kitekintés

Bevezítettük az „etanolekvivalens” fogalmát, és javasoljuk használatát az energia-előállítás és termékgyártás fenntarthatóságának teljesítménymutatójaként, amely közös mérőszámként a fosszilis és a biomassza-alapú nyersanyagok, termékek, eljárások, és technológiák összehasonlítására használható.

Számításaink rávilágítottak arra, hogy a felhasznált fosszilis tüzelőanyagok energiáját pusztán első generációs bioetanolal kiváltani nem lehet, mert az etanol megtermeléséhez, pontosabban a kukorica termesztéséhez szükséges földterület nagyobb, mint Magyarország összterülete.

A vegyipari alapanyagok, úgymint etilén és propilén az etanol dehidratálásával előállíthatók és technológiailag megvalósíthatók, bár az összes etilén előállításához szükségünk lenne a mezőgazdaságilag művelt terület 38%-ára, vagyis Baranya, Borsod-Abaúj-Zemplén, Csongrád és Somogy megye területére, hogy kukoricát termeljünk rajta. A vegyipari termelési célú kukoricatermelés nyilvánvalóan nem mehet az élelmezési célú földhasználat javára. A másod- és harmadgenerációs etanolgyártás elterjedésével és az energiahatékonyság javításával azonban 5–10 [66] százalékkal növelhető a hektáronkénti etanolhozam, ami kedvezőbbé teszi a vegyi anyagok etanoltól történő előállítását.

Fenntartásági szempontból a biomasszaalapon történő vegyületek ún. *platform chemicals* előállítása nagyobb potenciált jelent, főként akkor, ha nem élelmezésre használt biomasszát, hanem mező- és erdőgazdasági hulladékokat vagy élelmeszer-hulladékot hasznosítunk [67].



IRODALOM

- [1] World Commission on Environment and Development, “Our Common Future” Oxford University Press, Oxford, 1987.
- [2] C. Saran, Apollo 11: The computers that put man on the moon, ComputerWeekly.Com, (<http://www.computerweekly.com/feature/Apollo-11-The-computers-that-put-man-on-the-moon>), (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [3] E. Siegel, Predictive Analytics: The Power to Predict Who Will Click, Buy, Lie, or Die, Wiley, John & Sons, Inc. Hoboken, 2013.
- [4] D. Evans, Risk Intelligence: How to Live with Uncertainty, Simon & Schuster, Inc., New York, 2012.
- [5] Cséfalvay, E. et al., Catal. Today (2015) 239, 50–55.
- [6] MSZ EN ISO 14001:2005 szabvány
- [7] Green House Gas Protocol standards, <http://www.ghgprotocol.org/standards>, (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [8] W.R. Stahel, G.Reday-Mulvey, Jobs for Tomorrow: The Potential for Substituting Manpower for Energy, Vantage Press, USA, 1981.
- [9] M. Goedkoop, The Eco-indicator 95, Final Report, Pré Consultants, 1995, ISBN 90-72130-80-4, <http://www.pre-sustainability.com/download/EI95FinalReport.pdf> (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [10] M. Goedkoop, R. Sprinsema, The Eco-indicator 99, A damage oriented method for Life Cycle Impact Assessment, Methodology Report, Third edition, Pré Consultants, 2000, http://www.pre-sustainability.com/download/misc/EI99_annexe_v3.pdf (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [11] J. B. Guinée, LCA and MFA/SFA: analytical tools for Industrial Ecology, Institute of Environmental Sciences (CML), Leiden, 2001.
- [12] IPCC, <http://www.ipcc.ch/> (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [13] Torma A., A környezeti teljesítményértékelés aggregáló módszerei és az anyagáram-elemzés kapcsolatrendszere. Egy integrált vállalati modell megalapozása. PhD-értekezés, BME Környezet-gazdaságtan Tanszék, 2007.
- [14] WHO, Health statistics and information systems, http://www.who.int/healthinfo/global_burden_disease/metrics_daly/en/ (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [15] O. Klepper, D. van de Meent, Mapping the Potentially Affected Fraction (PAF) of species as an indicator of generic toxic stress, Report 67504001 RIVM, Bilthoven, 1997.
- [16] M. Wackernagel, W. Rees. Our Ecological Footprint: Reducing Human Impact on the Earth. Gabriola Island, BC: New Society Publishers. 1996, ISBN 086571312X.
- [17] <http://ecologicalfootprint.com/>
- [18] Hoekstra AY, Hung PQ (2002) Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade. Value of Water Research Report Series No. 11, UNESCO-IHE Institute for Water Education, Delft, The Netherlands, <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report11.pdf>. (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [19] Water Footprint Network, <http://waterfootprint.org/en/water-footprint/what-is-water-footprint/>, (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [20] (a) Resolution adopted by the General Assembly on 25 September 2015 (A/RES/70/1): Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. (b) Declaration / Our vision / Paragraph 9.
- [21] D. O. Hall, K. Rao, Photosynthesis, Cambridge University Press, Cambridge, 2009.
- [22] C. Wyman, Handbook on Bioethanol: Production and Utilization. In: Applied Energy Technology Series, CRC Press, Taylor & Francis Group, 1996.
- [23] K. S. Deffeyes, Beyond Oil: The View from Hubbert’s Peak. Farrar, Straus and Giroux, New York, 2005.
- [24] BP Statistical Review of World Energy 2015 (www.bp.com, letöltve 2015. július 9.)
- [25] D. J. C. MacKay, Sustainable Energy – Without the Hot Air. UIT Cambridge Ltd., Cambridge, 2009.
- [26] D. L. Klass, Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals. Elsevier, Amsterdam, 1998.
- [27] Gázválság percről percre, hírportál, <http://index.hu/gazdasag/magyar/gavzpp090107/> (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [28] R. E. H. Sims et al., Global Change Biology (2006) 12, 2054.
- [29] J.-E. Moser, Nature Materials (2005) 4, 723.
- [30] National Research Council, The hydrogen economy: opportunities, costs, barriers and R & D needs. National Academies Press, Washington D. C., 2004.
- [31] Fuel Ethanol Overview, 1981-2012 and Biodiesel Overview 2001-2012 <http://www.eia.doe.gov/emeu/aer/txt/ptb1003.html> (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [32] F. W. Lichtenthaler, Carbohydrates as Organic Raw Materials. VCH, Weinheim, 1991.
- [33] E. Cséfalvay, I.T. Horvath, Chemicals from Renewable Feedstocks, McGraw-Hill Yearbook of Science & Technology, 2013.
- [34] D. Pimentel, Natural Resources Research (2003) 12, 2127.
- [35] M. Patzek, Biomass Bioenergy (2004) 27, 613.
- [36] I. T. Horvath et al., Green Chem. (2008) 10, 238.
- [37] D. Pimentel et al., Hum. Ecol. (2009) 37, 1.
- [38] J. G. Speight, Lange’s Handbook of Chemistry, 16th ed., McGraw-Hill, New York, 2005.
- [39] Bai A., Agrártudományi Közlemények (2004) 14, 30–38.
- [40] Tóth Z. et al, Nagy keményítőtartalmú kukoricák termőképességének és bioetanol-kihozatalának vizsgálata, konferencia-előadás, LIII. Georgikon-napok, 2011. szeptember 29–30.
- [41] L. O. Pordesimo et al., Biomass and Bioenergy (2004) 26, 337–343.
- [42] C. Igathinathane et al., Trans. ASABE, (2006) 49, 97–106.
- [43] Y.-W. Chiu, B. et al., Environ. Sci. Technol. (2009) 43, 2688–2692.
- [44] Statistical Review of World Energy 2017. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/statistical-review-of-world-energy.html> (letöltve 2018. július 10.)
- [45] Annual Energy Review 2008, US Department of Energy, 291. o.
- [46] Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium, tájékoztató füzet, www.kvvm.hu/cim/documents/MO_VG_vegleges.pdf (letöltve 2014. július 11., 2019. októberben nem elérhető).
- [47] Garay R., Bioüzemanyagok – Földhasználat – Takarmányipiac előadás, Vidékfejlesztési Minisztérium (VM) és a Nemzeti Agrárgazdasági Kamara (NAK) által szervezett Melléktermék Konferencia, Budapest, 2013. július 8.
- [48] Országos Meteorológiai Szolgálat, http://www.met.hu/eghajlat/magyarorszag_eghajlata/altalanos_eghajlati_jellemzes/csapadek/ (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [49] The World’s Water 2008–2009, <http://www.worldwater.org/data20082009/Table1.pdf> (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [50] Nagy J., Mag, Kutatás, Fejlesztés, Környezet (2007) 1, 9–12.
- [51] Központi Statisztikai Hivatal, Helységnévkönyv adattár 2011, 2011. január 1. felmérés szerint
- [52] Statisztikai Hivatal, kukorica betakarított mennyisége és a betakarított szántóterület nagysága, <http://statinfo.ksh.hu/Statinfo/haViewer.jsp> (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [53] Központi Statisztikai Hivatal, http://www.ksh.hu/docs/hun/xstadat/xstadat_hoszszu/h_omf00a.html (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [54] Central Intelligence Agency, <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/geos/hu.html>, letöltve 2014. július 11., (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [55] Központi Statisztikai Hivatal, <http://statinfo.ksh.hu/Statinfo/haViewer.jsp>, letöltve 2014. július 10.
- [56] U.S. Energy Information Administration, <http://www.nationsencyclopedia.com/World-Stats/EIA-petroleum-production-motor-gasoline.html> (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [57] Benzin sűrűsége https://www.engineeringtoolbox.com/fuels-densities-specific-volumes-d_166.html (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
- [58] Transportation Energy Data Book: Edition 28.
- [59] H. Shapouri, et al., The Energy Balance of Corn Ethanol: An Update USDA, Agricultural Economic Report Number 813.
- [60] H. Shapouri, et al., 2008 Energy Balance for the Corn-Ethanol Industry, USDA, Agricultural Economic Report Number 846.



[61] G. Cooper, National Corn Growers Association, <http://www.cie.us/documents/How-MuchEthanol.pdf>, 3.
 [62] <http://www.nationsencyclopedia.com/WorldStats/EIA-petroleum-consumption-jet-fuel.html> (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
 [63] MOL Group Annual Report 2008, p.182. http://www.mol.hu/en/about_mol/news_media_centre/our_publications/annual_reports/, letöltve 2014. július 16.
 [64] Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Ethylene, Vol.13. Wiley-VCH, Weinheim, 2012. 515–517.
 [65] (a) Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, Ethylene, Vol.13. Wiley-VCH,

Weinheim, 2012. 515–517. (b) Forestiere, A. et al., Oil & Gas Sci. Technol. (2009) 64, 649–667. (c) [http://www.cbi.com/What-We-Do/Technology/Petrochemicals/Olefins/Propylene-Production/Olefins-Conversion-\(OCT\)](http://www.cbi.com/What-We-Do/Technology/Petrochemicals/Olefins/Propylene-Production/Olefins-Conversion-(OCT)) (utolsó látogatás: 2019. 10. 24.).
 [66] From 1st to 2nd Generation Biofuel Technologies: An overview of current industry and RD&D activities – IEA report, 2008. nov. <https://www.ieabioenergy.com/publications/from-1st-to-2nd-generation-biofuel-technologies-an-overview-of-current-industry-and-rdd-activities-a-joint-task-39-and-ieahq-report/> (utolsó látogatás: 2019. 10. 23.).
 [67] Mika, L. T. et al., Chem. Rev. (2018) 118, 505–613.

Zádori Antal

A hőátadás berendezései az ásványolajiparban

Az ásványolajiparban a nyersolajat, forráspontjaik alapján, több termékre választják szét. Egyes termékek további elválasztása szintén lepárlóberendezésben történik.

A lepárlótoronyba táplált olajat csökemencében melegítik a szükséges hőmérsékletre. A jó hőkihasználás érdekében az olajat, a csökemencébe való juttatása előtt, a lepárlótoronyból távozó olajtermékekkel melegítik elő.

Az olajtermékek hőjének a hőcserélőkben való hasznosítása során, a nagy hőmérséklettek miatt, nagy lehet a hőmérséklet-különbség a fűtőtest és a hőcserélőház között. Ez nagy eltérést eredményez hőtágulásukban.

Az ásványolajiparban alkalmazott, úszófejes hőcserélő (1. ábra) fűtőteste (1) csak az egyik oldalán van a hőcserélőházhoz (2) rögzítve, ezért eltérő hőtágulásuk nem okoz feszültséget.

Az úszófejes hőcserélő fűtőteste egy nagy átmérőjű csökötegfalból, egy kis átmérőjű csökötegfalból, azokat összekötő fűtőcsövekből és terelőlemezekből áll.

A nagy átmérőjű csökötegfal a csököteges fűtőtestnek a hőcserélőházhoz való rögzítésére is szolgál. A hőcserélő szerelésekor a kis átmérőjű csökötegfal lehetővé teszi annak átvezetését a hőcserélőházon, biztosítva, hogy a csököteges fűtőtest jól kitöltse a hőcserélőházat.

A terelőlemezek az olaj áramlási irányát határozzák meg a fűtőcsövek külső részén,

a hőcserélőház belépő, illetve kilépő csomajai között.

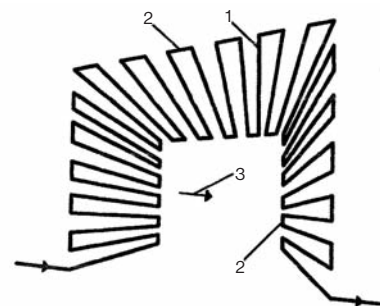
A csököteges fűtőtest nagy átmérőjű csökötegfalához rögzített elosztófedél (3) közepén lévő válaszfal a teret két részre osztja. Az elosztófedél és a nagy átmérőjű csökötegfal által képzett beömlőkamrából áramlik az olaj az egyik csőnyaládba, illetve a másik csőnyaládból jut vissza a kilépőkamrába. Az elosztófedélhez csatlakozik a két csőcsomaj is.

A fordulókamra fedele (4) és a csököteges fűtőtest kis átmérőjű csökötegfala által képzett térben az egyik csőnyaládból érkező olaj a másik csőnyaládba áramlik át. Egy szétszedhető, kétrészes lazakarima (5) csavarokkal rögzíti a fordulókamra fedelét a kis átmérőjű csökötegfalhoz. A hőcserélőházat egy készülékfedél (6) zárja.

Az úszófejes hőcserélő jól karbantartható. Elhasználódás esetén a fűtőtest kiszerezhető, és felújított vagy új fűtőtest építhető be. Ez a hőcserélő típus üzembiztos, mert tömszelencés szerkezet nélkül teszi lehetővé, hogy a hőtágulás által feszültség keletkezzen.

Hőátadás szempontjából nem előnyös az úszófejes hőcserélőben létrejövő keresztáramlás. Ez a hátrány több hőcserélő sorba kapcsolásával ellensúlyozható, mert így ellenáramlás érhető el.

A lepárlótoronyba táplált olajat csökemencében melegítik a szükséges hőmérsékletre. A csökemence fűtőcsőrendszerének (2. ábra) fűtőcsövei (1) hasáb alakú tűztér belsejében,



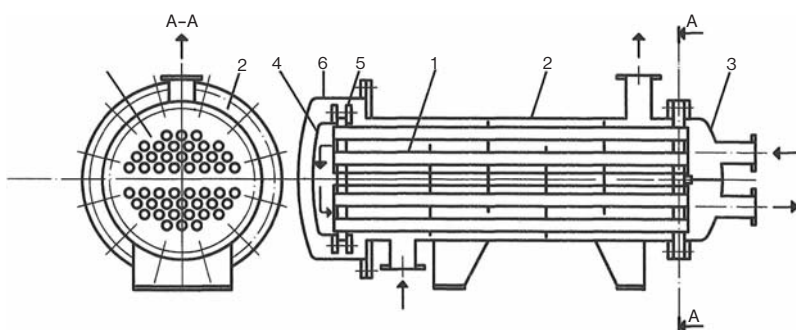
2. ábra. Csökemence fűtőcsőrendszere

a hőálló falazat mellett, vízszintesen helyezkednek el. A fűtőcsöveket fordulókamrák (2) kötik sorba. Ezek a tűztérrel kívül, egy hőszigetelt térben vannak. A csökemence tűztérét gázégő (3) fűti.

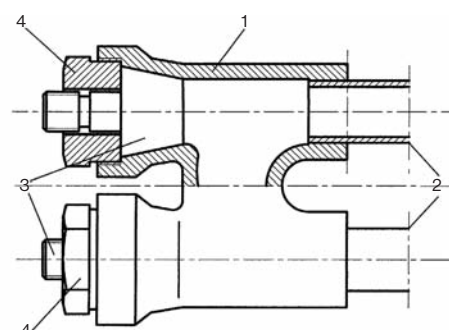
A fűtőcsőrendszer fordulókamrájának (3. ábra) acélöntvényből készült fordulókamraházához (1) csőpréssel rögzítik a fűtőcsöveket (2). A fordulókamrához csatlakozó két fűtőcső rögzítését, tisztítását és szükség esetén cseréjét a fordulókamraház szerelőnyílásain át lehet elvégezni.

A szerelőnyílás zárására egy acélból készült, edzett és köszörült, kúpos záróelem (3) szolgál. A kúpos záróelemet menetes szorító (4) rögzíti a fordulókamraházhoz.

A szerelőnyílás szabaddá tételekor a kúpos záróelem külső részén lévő, menetes csappal lehet a fordulókamraházba beszorult, kúpos záróelemet kimozdítani. Egy fordulókamraházra támaszkodó közdarab és egy csavaranya segítségével kifejezhető a szükséges erő.



1. ábra. Úszófejes hőcserélő



3. ábra. Fűtőcsőrendszer fordulókamrája



Inzelt György

ELTE Fizikai Kémiai Tanszék

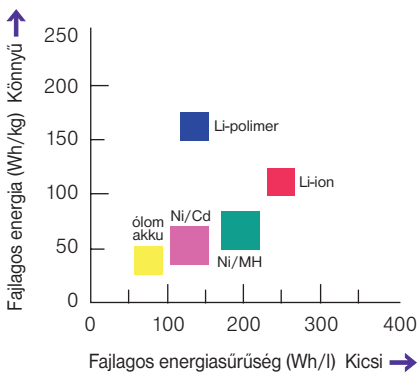
Kémiai Nobel-díj 2019-ben a lítiumion-akkumulátorok kifejlesztéséért

A 2019. évi kémiai Nobel-díjat hárman kapták megosztva: John B. Goodenough, M. Stanley Whittingham és Akira Yoshino a lítiumion-akkumulátorok kifejlesztéséért [1].

A Nobel Bizottság az elmúlt 119 évben sokszor adott kémiai, illetve fizikai Nobel-díjat eszköz- és módszerfejlesztésért. Ezek zöme a különböző mikroszkópiákhoz és spektroszkópiákhoz kapcsolódott, például 2017-ben a krioelektronmikroszkóp érdemelt jutalmat, de díjazták a polarográfiát is 1959-ben. Ezek közül azonban egy sem volt olyan, amit azután milliók birtokolnak és használnak naponta, és két ujjal lehet fogni, mint alábbi fényképeink is mutatják. Ma már zömmel Li-ion-akkumulátorokat használunk hordozható eszközeinkben (mobiltelefonokban, laptopokban), de az elektromos járművek jelentős részében is.

A lítium karrierje az elektrokémiai áramforrásokban

Noha a lítiumelem az elektrokémikusok régi álma volt, több mint 150 évig álom is maradt. A lítiumot Johan A. Arfvedson a petalit ($\text{LiAlSi}_4\text{O}_{10}$) ásványban fedezte fel 1817-ben, a nevét, ami az ásvány eredetét utal (lithosz – görögül kő), J. J. Berzeliusól kapta. A lítiumot 1818-ban H. Davy állította elő olvadákelektrolízissel, miként a káliumot és a nátriumot is már 10 évvel korábban, majd R. W. Bunsen tisztázta a kémiai tulajdonságait. Az alkálifémek gyakorlatilag minden anyaggal igen hevesen reagálnak. Ezért igen veszélyes lítiummal dolgozni. A galvánelemben a szokásosan használt oldószereket redukálná a lítium, tehát sokáig elképzelhetetlennek tartották Li-elektrod alkalmazását. Pedig a $\text{Li}^+|\text{Li}$ elektródot, amelynek standard elektródpotenciálja $-3,045\text{ V}$ (a legnegatívabb érték az elektródpotenciálok sorában), más, megfelelő elektróddal összekapcsolva a legnagyobb feszültségkülönbség (E_{cell}) állítható elő. Következésképpen egységnyi töltés (Q) áthaladásával a legnagyobb energia ($W = Q \times E_{\text{cell}}$) nyerhető az elemből. Érdekes, hogy általában fel sem merül, hogy mi módon lehet ezt az elektródpotenciált egyáltalán megmérni, hiszen a lítiumfém vízrel összehozva nyilvánvalóan nem lehet. Elárulom, hogy még ma is Gilbert N. Lewis 1913-as értékét használjuk, aki híg Li-amalgámok potenciálját mérte, és extrapolált.



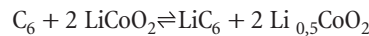
1. ábra. A Li-elemek kis térfogatúak és könnyűek a többi elemhez viszonyítva

A Li másik óriási előnye a kis atomtömege, ami $6,941\text{ g mol}^{-1}$. Ily módon 5–15-ször könnyebb elemet lehet előállítani, mint ha például cinket ($65,39\text{ g mol}^{-1}$), kadmiumot ($112,41\text{ g mol}^{-1}$) vagy ezüstöt ($107,87\text{ g mol}^{-1}$) használunk. Ez pedig manapság az egyik fő szempont, mert egyre kisebb és könnyebb hordozható készülékeket akarunk előállítani (**1. ábra**).

A lítiumelemek az 1960-as évek végén jelentek meg. Megfigyelték, hogy egyes nemvízes elektrolitok esetén a fém fedőréteg képződik, amely meggátolja a fém és az elektrolit közvetlen érintkezését, viszont az ionokra nézve átjárható. Ilyenek voltak a korai elemek, például a Wilson Greatbatch (1919–2011) nevéhez fűződő $\text{Li}|\text{I}_2 - \text{PVP}$ elem, amit mind a mai napig használunk a szívritmus-szabályozókban [2]. Az elektrolit folyamatos fejlesztése egyébként kulcsfontosságú volt, különösen a polimer-elektrolitok megjelenése. Ezeket a kutatásokat most nem értékelte a Nobel Bizottság, csak az elektródokra koncentrált. Mivel az egész történet a Li-elemekkel kezdődött, és a Greatbatch-féle elem is milliók életét befolyásolta, ő is megérdemelte volna a díjat. Persze ehhez magas kort is kell megélni, mert a Bizottság gyakorta 30 évvel korábbi felfedezésekre ad Nobel-díjat. Ami a saját alapszabályába is ütközik. Így viszont könnyebb három főre csökkenteni a létszámot, ugyanis a szabály szerint legfejlebb három ember között lehet megosztani a díjat. Mondjuk, Greatbatch is csak 92 évig élt.

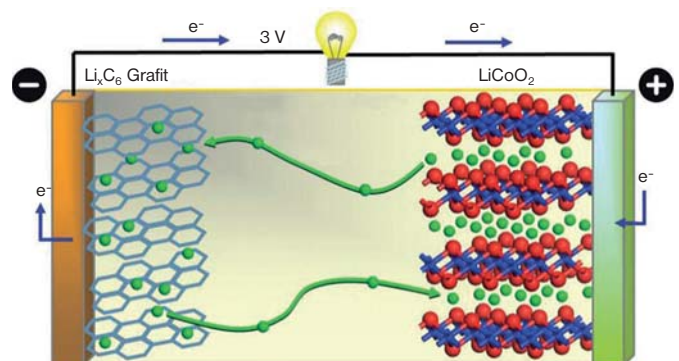
A Li-ion-akkumulátorok kifejlesztésekor az elektródok tekintetében valóban az a három fontos lépés volt, amit díjaztak (lásd alább).

A Li-ion-elemeknél már nincs fém Li, hanem egy grafitanód és egy LiCoO_2 (LiMnO_2 , LiFePO_4 , Li_2FePO_4) katód. A következő reakció megy végbe:



Ez egyszerűsített reakció, mert a lítium és a szén között különböző összetételű vegyületek keletkeznek. A töltési-kisütési folyamatok láthatók a **2. ábrán**.

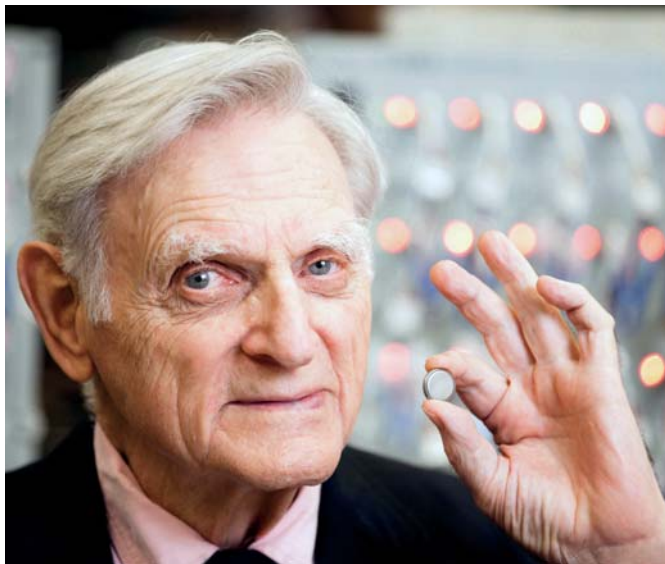
2. ábra. A zöld gömbbel jelzett Li-ionok töltéskor a szénelapú, kisütéskor pedig a fém-oxid-elektrodhoz vándorolnak [3]





A három díjazottról

John B. Goodenough (3. ábra) a németországi Jénában látta meg a napvilágot 1922-ben, de szülei amerikaiak voltak. Szülei akkor Európában tartózkodtak, apja az Oxfordi Egyetemen szerzett



3. ábra. John B. Goodenough egy kis lítiumelemmel (Cockrell School of Engineering)

doktorátust, később a Yale Egyetemen tanított. Goodenough 1986 óta a Texasi Egyetemen működő Cockrell School of Engineering professzora Austinban. Azt a felfedezését, amiért most Nobel-díjat kapott, viszont az angliai Oxfordi Egyetemen töltött éve alatt dolgozta ki: nevezetesen 1979–80-ban állapította meg, hogy a Li_xCoO_2 interkalációs kalkogenid alkalmas katódanyag a lítiumelemekben. (Az oxigéncsoport elemeinek fémekkel alkotott vegyületeit nevezik kalkogenidnek. Ezek réteges szerkezetű anyagot képeznek. A rétegek közé más vegyületek, ionok is be tudnak hatolni. Interkalációs réteges szerkezet más vegyületek esetében is kialakulhat, ilyen például a grafit, RuCl_3 .)

Goodenough tanulmányait a Yale Egyetemen kezdte (BSc: 1944), majd a Chicagói Egyetemen szerzett PhD-fokozatot. A ma is aktív tudós pályafutásának első állomása a Massachusettsi Műszaki Egyetem (MIT) volt 1952-től, ahol alapvető szerepet játszott a random-access memory, azaz az adatok ideiglenes tárolására szolgáló, ún. tetszőleges hozzáférésű memória (RAM) fejlesztésében. Innen ment Oxfordba, ahol 1986-ig dolgozott laboratóriumvezetőként. Kiemelkedő munkásságát már eddig is sok elismeréssel honorálták, így megkapta a legnagyobb amerikai tudományos kitüntetést, a National Medal of Science-t is 2011-ben. (Ennek első díjazottja 1963-ban Kármán Tódor volt.) Goodenough az eddigi legidősebb Nobel-díjas.

Michael Stanley Whittingham (4. ábra) 1941-ben született az angliai Nottinghamban. A lincolshire-i Stamford Schoolban tanult, majd az Oxfordi Egyetemre ment kémiát tanulni. Itt szerzte meg egyetemi diplomáit és végül a PhD-fokozatot 1968-ban. Whittingham posztdoktorként a Stanford Egyetemen dolgozott. Ott maradt az Egyesült Államokban, és az Exxonnál dolgozott 16 éven keresztül. Négy évet a műszergyártásáról ismert Schlumberger cégnél töltött, majd a New York-i Állami Egyetemhez tartozó Binghamtoni Egyetem professzora lett, ahol ma is dolgozik. Ő kezdte alkalmazni az interkalációs elektródokat az 1970-es



4. ábra. M. Stanley Whittingham a laborjában (Binghamton University)



5. ábra. Akira Yoshino lítiumion-elemekkel (Asahi Kasei)

években. Szabadalmaztatta is ezek alkalmazását a lítiumakkumulátorokban.

Akira Yoshino (5. ábra) az oszakai prefektúrában található Suitában született 1948-ban. Mérnöki diplomáját 1972-ben kapta meg a Kiotói Egyetemen. Még ebben az évben elkezdett dolgozni az Asahi Kasei Corporation (Kanagava) kutatójaként, amelynek azóta is munkatársa. Polimerekkel és az elektronikában alkalmazott anyagok vizsgálatával foglalkozott 1981-ig, amikor is fő témája az akkumulátorok kutatása lett. Meghívottként oktatott a Kiotói Egyetemen is, jelenleg a nagojai Meijo Egyetem professzora. Meglepő, de csak 2005-ben doktorált az Oszakai Egyetemen.

1985-ben az Akira Yoshino vezette csoport hőkezelt petróleumkokszból állított elő olyan anyagot, amelynek egy része kristályos grafit volt, és ezt nem kristályos rész vette körül. Ez utóbbi



óvta meg a lepattozástól a kristályos részeket a lítiumionok sokszoros felvétele és leadása közben, és már 0,5 V-nál nagy mennyiségű Li-ionot tudott adszorbeálni. Ezt az anódot kombinálta a Goodenough-féle Li_xCoO_2 -katóddal, az elektrolit pedig propilénkarbonátban oldott LiClO_4 volt. Szeparátorként polietilént vagy polipropilént alkalmazott. Mivel ez az elem fémlítiumot már nem tartalmazott, sokkal biztonságosabb elem volt. Ez az 1985-ben szabadalmaztatott, 4,1 V-os elem 1991-ben került kereskedelmi forgalomba annyi változtatással, hogy az elektrolitot a kevésbé veszélyes LiPF_6 -ra cserélték. Ez volt az első Li-ion-elem.

Yoshino Nobel-díjjal való elismerése eltér talán az eddigi összes díjazott esetétől. Manapság meg különösen érdekes, mert az esélyeseket tudományometriai paraméterek (hivatkozások, publikációk) alapján évek óta megjósolják, egész jó eredménnyel. Yoshinónak rendkívül szerény a publikációs listája. Az is ritkaság, hogy egy kutató 57 éves korában szerezzen PhD-fokozatot. A másik két díjazottal sokszor lehetett találkozni tudományos konferenciákon, Yoshinóval gyakorlatilag nem. Hogy ne tévedjek, végignézettem sok kiadványt az elektrokémiai társaságok konferenciáiról az elmúlt 40 évből, és nem találtam a résztvevők között. Sőt olyan összefoglaló cikkeket sem találtam a nevét, amelyek a Li-elemek történetével foglalkoznak (például [4]). A kevés angol nyelvű publikáció között találtam egy *Angewandte Chemie*-cikket [5]. A háromoldalas közleményben, amelynek címe: „The birth of lithium-ion battery”, egy oldal foglalkozik a lítiumelem születésével, amelynél ő bábáskodott. Összesen nyolc idézetet tartalmaz a munka. Az ő három szabadalmát 1985-ből, Goodenoughot kétszer idézi (ebben is van japán társszerző: K. Mizushima), a többi is mind olyan cikk, amelyben japánok a szerzők. Whittingham és még rengeteg további kutató mintha nem is létezett volna. Ami még meglepő, hogy azokat sem idézi, akik már sokkal korábban foglalkoztak fémionok interkalációjával grafitban. Például Rüdorff már 60 évvel ezelőtt publikálta ilyen irányú eredményeit [6]. Hasonlóképp nem említi az általa is alkalmazott oldószerket kifejlesztő kutatókat [7]. (Harris témavezetője Charles C. Tobias, azaz Tóbiás Károly volt.) Látnivaló, hogy Yoshino nem igazán érdeklődött olyan kérdések iránt, hogy milyen interkalá-

ciós vegyületek képződnek vagy mi a vezetés mechanizmusa, tehát a tudomány alapkérdései – miért és hogyan? – fel sem merültek a kutatásai során. Ő összerakott egy működő elemet, és japán szabadalmat kért a következő leírással az új akkumulátorról: „Nemvízes akkumulátor, amelyben egy lítiumionot tartalmazó átmenetifém-oxid a pozitív és egy széntartalmú anyag a negatív elektród.” Amit még leírt, az a biztonsági teszt volt. Ez abból állt, hogy egy vasdarabot dobott egy lítiumelemre, illetve az új lítiumion-elemre. Míg az előbbi kigyulladt, az utóbbi nem. Azt írta, hogy ez nagy megkönnyebbülés volt, és ez volt az a pillanat, amikor a lítiumion-akkumulátor megszületett. Még hátra volt némi fejlesztői munka, de a Sony 1991-ben, majd a Asahi Kasei és a Toshiba 1992-ben megjelent a piacon a lítiumion-akkumulátorok első példányaival. Ezeknek az elemeknek az energiasűrűsége duplája volt az addig használt nikkell-kadmium vagy nikkell-fémhidrid elemeknek, ily módon jelentős méret- és súlycsökkentést lehetett elérni, 4 V-os feszültségük miatt egy darab is elég volt egy mobiltelefon áramforrásának. A keresletet követte a termelés, ma már évente több milliárd Li-ion-elem készül. Az autópár újabb szereplőként lépett fel. Például a Panasonic és a Tesla közötti szerződés 2 milliárd akkumulátorról szól 4 éves időtartamra. (A Panasonic az 1918-ban alapított Matsushita Electric Industrial Co. nemzetközi védjegye, illetve 2008-tól ez az új neve. 2010-ben megvették a Sanyót. A cég bevétele évi több mint 25 billió forint. Magyarország költségvetésének bevételi oldala kb. 8 billió forint.) Magyarországon a Li-ion-akkumulátorok gyártása 2000-ben kezdődött, amikor a Sanyo gyárat épített Dorogon. Ez csak 2006-ig tartott; ekkor Kínába helyezték át a termelést. 2017-től a gödi Samsung gyárt lítiumion-akkumulátorokat.

IRODALOM

- [1] <https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2019/advanced-information/>
- [2] Inzelt Gy., Vegykonyhájában szintén megteszi. Akadémiai Kiadó, Budapest, 2006.
- [3] P. Miller, Johnson Matthey Technology Review (2015) 59, 4–13.
- [4] B. Scrosati, Journal of Solid State Electrochemistry (2011) 15, 1623–1630.
- [5] A. Yoshino, Angewandte Chemie International Edition (2012) 51, 5798–5800.
- [6] W. Rüdorff, Advances in Inorganic Chemistry and Radiochemistry (1959) 223–266.
- [7] W. S. Harris, Electrochemical Studies in Cyclic Esters; PhD thesis, University of California, Berkeley, 1958.

Az első Nobel-csúcs

A Nobel-díjasok tavaszi csúcstalálkozóján elsősorban az éghajlatváltozásról és a biodiverzitás csökkenéséről, az egyenlőtlenség fokozódásáról, az új technológiák miatt bekövetkező gyors társadalmi változásokról lesz szó. A Nobel-díjasok mellett más neves tudósok, politikusok, üzletemberek, művészek és fiatal vezetők is részt vesznek a tanácskozáson.

A fiatalok ma azt mondják: hallgass a tudományra – jelentetse ki Johan Rockström, a konferencia szervezésében részt vállaló Potsdami Éghajlatkutató Intézet és a Stockholmi Reziliencia Központ vezetője. A tudomány pedig azt mondja: a következő évtizedben nagy gazdasági átalakulásra van szükség, hogy megváltottassuk pusztító trajektóriáink menetét. Jelenleg a Föld létfenntartó rendszerének stabilitását veszélyeztetjük.

Az esemény honlapja: <https://www.nobelprize.org/events/nobel-prize-summit/washington-2020/>.





Csont Tamás

■ SZTE ÁOK Biokémiai Intézet, SZTE Interdiszciplináris Kiválósági Központ | csont.tamas@med.u-szeged.hu

Az oxigénérzékelés molekuláris mechanizmusa



A három orvosi Nobel-díjas (balról): William G. Kaelin Jr., Sir Peter J. Ratcliffe és Gregg L. Semenza

A 2019. évi élettani vagy orvosi Nobel-díjat a sejt kutatás területén elért eredményeikért az amerikai William G. Kaelin Jr., a brit Sir Peter J. Ratcliffe és a szintén amerikai Gregg L. Semenza részére ítelték oda egyenlő arányban megosztva. A hivatalos indoklás szerint a három tudós azért részesült a legrangosabb tudományos elismerésben, mert megfejtették, hogy a sejtek miként érzékelik az oxigénszint változását és hogyan alkalmazkodnak ezekhez a változásokhoz.

A Föld légkörének mintegy 21%-át molekuláris oxigén (O_2) alkotja. Jól ismert, hogy az oxigén nélkülözhetetlen az állati élet fenntartásában. A sejtek működéséhez szükséges hasznosítható energia túlnyomó része a mitokondriumokban lejátszódó biokémiai folyamatok révén termelődik, melyek során a táplálékból származó tápanyagokat oxigén felhasználásával oxidáljuk, enzimek által katalizált reakciók segítségével. Ezt a többlépéses komplex folyamatot nevezzük összefoglalóan biológiai oxidációnak vagy sejtlégzésnek. Ahhoz, hogy ez a folyamat egy sok sejtből álló állati szervezet legtöbb sejtjében végbemehessen, az evolúció során az oxigén sejtekhez történő szállítását szolgáló mechanizmusok fejlődtek ki. Emberben ezt a feladatot a vérben keringő vörösvértestek látják el a bennük található hemoglobin fehérje segítségével, miután a tüdőben a hemoglobin megkötö az oxigént, amit aztán a szövetekben lead. Azt már korábban megfigyelték, hogy a magaslaton élők vérében nagyobb a vörösvértestek száma, és így a hemoglobin koncentrációja is. Sőt a múlt század elejére valószínűsítették, hogy a vörösvértestek képződése hormonális szabályozás alatt áll. Később megállapították, hogy a vörösvértestek keletkezését a vese-eredetű eritropoetin nevű hormon segíti elő, melynek termelődését a hipoxia, vagyis alacsony oxigéntenzio serkenti (ilyen állapot alakul ki pl. magaslati légkörön). Azonban az sokáig rejtély maradt, hogy a sejtek hogyan érzékelik az oxigénszintet és milyen molekuláris mechanizmussal válaszolnak annak változásaira. Ezen a területen elért felfedezéseikért javasolták a három tudóst az idej Nobel-díj elnyerésére.

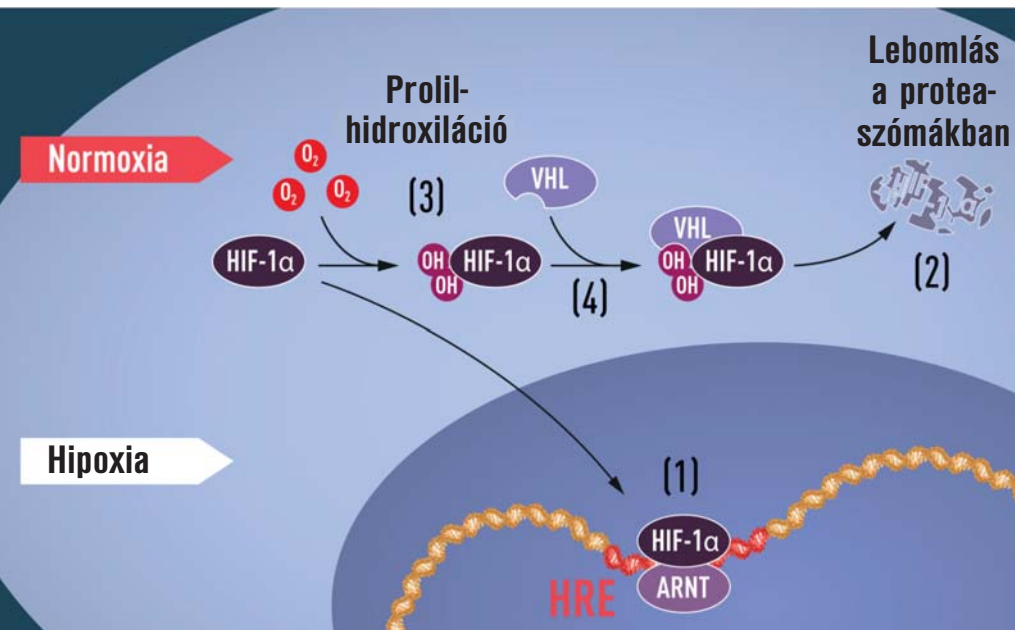
Gregg Semenza génmódosított egereket használva az eritropoetin gén működését tanulmányozta, illetve azt, hogy különböző

oxigénszintek hogyan szabályozzák a gén kifejeződését, azaz az eritropoetin termelődését. Azonosítottak egy olyan DNS-szakaszt, amely az eritropoetin gén közelében helyezkedik el, és meghatározó szerepet játszik a hipoxiára adott válaszban. A szabályozó DNS-szakasz, melyet „hypoxia-response element” (HRE) névre kereszteltek, egy fehérje természetű komplexet képes megkötni alacsony oxigénszint esetén; a kötődés hatására az eritropoetin gén aktiválódik, és következésképpen eritropoetin keletkezik.

Sir Peter Ratcliffe, hasonlóan Semenzához, ugyancsak az eritropoetin gén oxigénfüggő szabályozását vizsgálta, s a két kutatócsoport arra a következtetésre jutott, hogy az oxigénérzékelő mechanizmus szinte minden szövetben jelen van, nem csak a vese-sejtekben, ahol az eritropoetin jellemzően termelődik. Ez a fontos felismerés azt bizonyította, hogy a mechanizmus általános és a legkülönbözőbb sejt típusokban is működik. Az is ismertté vált, hogy a HRE nem csak az eritropoetin gén, hanem számos más gén kifejeződését is szabályozza, ezzel segítve elő a sejtek hipoxiás állapothoz történő alkalmazkodását.

Semenza később azonosította és izolálta a HRE DNS-szakaszhoz oxigénfüggő módon kötődő fehérjekomplexet, melyet hipoxia-indukálta faktor (HIF: „hypoxia-inducible factor”) névvel illetett. Megállapította továbbá, hogy a komplex két különböző transzkripció faktoroként működő DNS-kötő fehérjéből, a HIF-1 α -ból és HIF-1 β -ből (ARNT néven is ismert) áll, és azonosította a fehérjéket kódoló géneket is.

Ezt követően számos kutató kapcsolódott be a mechanizmus további részleteinek megfejtésébe. Ismertté vált, hogy amikor az oxigénszint magas (vagy normális), a sejtekben alig található HIF-1 α . Ha azonban az oxigénszint alacsony, akkor a HIF-1 α mennyisége megnő, és így kötődni tud a DNS HRE-szakaszaihoz, ezáltal szabályozva az eritropoetin és sok más gén kifejeződését. Több kutatócsoport is kimutatta, hogy a HIF-1 α normális oxigénszint mellett igen gyorsan lebomlik. Ez a folyamat a sejtek számára feleslegessé vált és ezért eltávolításra jelölt fehérjék lebontását végző proteaszóma komplex segítségével megy végbe.



1. ábra. Az oxigénérzékelés molekuláris mechanizmusa. Amikor alacsony az oxigén szintje (hipoxia) a HIF-1 α a sejtmagban halmozódik fel, és kialakítja a HIF komplexet, ami kötődni képes a hipoxia által szabályozott gének specifikus DNS-szakaszaihoz (1). Amennyiben az oxigén elérhetősége normális (normoxia), a HIF-1 α gyorsan lebomlik a proteaszómákban (2). A molekuláris oxigén a prolin-hidroxiláz aktivitásán keresztül szabályozza a HIF-1 α hidroxilálását (3). A VHL fehérje felismeri a hidroxilált HIF-1 α -t, és komplexet képez vele, így módon elősegítve a szabályozófaktor oxigénfüggő lebontását (4) (©The Nobel Committee for Physiology or Medicine. Grafika: Mattias Karlén)

A proteaszóma azokat a fehérjéket hidrolizálja, amelyekhez az ubikvitin nevű peptid kapcsolódik, ezért aztán az ubikvitint a „halál csókjának” is szokás titulálni. Normális oxigénszint esetén a HIF-1 α -hoz is ubikvitin kötődik, s ez eredményezi a fehérje gyors lebontását.

Ekkor váltak fontossá *William Kaelin* felismerései, amelyeket a von Hippel–Lindau- (VHL) szindróma vizsgálata során tett. Ez olyan genetikai megbetegedés, amelyben az úgynevezett VHL gén öröklődő mutációja figyelhető meg, s ez az érintettekben lényegesen növeli különféle daganatok kialakulásának az esélyét. Kaelin kimutatta, hogy a VHL gén által kódolt fehérje megelőzi a daganat kialakulását. Ugyancsak kimutatta, hogy azokban a rákos sejtekben, amelyek mutáns VHL gént tartalmaznak, egyúttal igen magas a hipoxia által szabályozott gének expressziója. Ugyanakkor, ha egy jól működő VHL gént juttattak ezekbe a rákos sejtekbe, akkor a hipoxia által szabályozott gének expressziója normalizálódott. Ez a megfigyelés arra utalt, hogy a VHL szerepet játszik a hipoxiára adott válasz szabályozásában. Más kutatócsoportok pedig azt mutatták ki, hogy a VHL fehérje egy olyan komplexnek a részét képezi, amely úgy irányít egyes fehérjéket a proteaszómákhoz lebontásra, hogy ubikvitint kapcsol hozzájuk. Ratcliffe csoportja pedig bizonyította, hogy a VHL fehérje közvetlenül kötődik a HIF-1 α -hoz, valamint a VHL szükségeltetik a HIF-1 α lebontásához normális oxigénszint esetén.

A fő kérdés a továbbiakban az volt, hogy az oxigén szintje milyen molekuláris mechanizmus révén szabályozza a VHL és a HIF-1 α komplexének kialakulását. Kaelin és Ratcliffe egyaránt dolgozott a probléma megoldásán, s 2001-ben eredményeiket egy időben publikálták az egyik legnevesebb tudományos folyóirat, a *Science* hasábjain. Kimutatták, hogy normális oxigénszint mellett a HIF-1 α egy specifikus szakaszán található prolin-oldallancokon hidroxilcsoportok jelennek meg, és ezeknek a hidroxilált prolin-oldallancoknak a jelenléte szükséges ahhoz, hogy a VHL felismerje és kötődjön a HIF-1 α ezen specifikus szakaszához. A hidroxilálási reakciót katalizáló enzimnek a HIF-1 α prolin-hidroxiláz nevet adták. Ez az enzim a dioxigenázok csoportjába tartozik, és molekuláris oxigén felhasználásával alakít ki hidroxilcsoportot a szubsztrátján. Ez az a molekuláris szintű mechanizmus, amely érzékeli az aktuális oxigénszintet, s oxigén jelenlétében módo-

sítja a HIF-1 α szerkezetét, ezáltal lehetővé téve a VHL-lel történő kapcsolódást és következményes lebontást a proteaszómákban. Oxigén hiányában azonban a prolin-hidroxiláz nem képes hidroxilálni a HIF-1 α -t, így az nem kapcsolódik a VHL-hez, és nem bomlik le, hanem a sejtmagba jutva kötődik a DNS HRE-régióihoz és számos gén aktivációját eredményezve hozza létre a hipoxiára adott választ (1. ábra).

Ezek a felfedezések alapvető ismeretekkel gazdagították tudásunkat arról, hogy miként történik a sejtekben az oxigénszint érzékelése, illetve hogyan tudnak a sejtek alkalmazkodni az oxigénhiányos állapothoz. A felismerések alapkutatói jelentőségükön túl számos gyakorlati vonatkozással is bírnak. Az oxigénérzékelés teszi lehetővé, hogy a sejtek az anyagcseréjüket a csökkent oxigénelérhetőséghez igazítsák, például intenzív izommunka során is ez történik. Az oxigénérzékelés fontos szerepet játszik számos egyéb olyan élettani folyamatban is, mint a magzati fejlődés, új erek képződése, vérképzés, alkalmazkodás magaslati légkörhöz vagy az immunrendszer működése. Alacsony szöveti oxigénszint számos kórállapotban is előfordul, elsősorban egyes szerveket ellátó erek szűkülete vagy elzáródása miatt, s így olyan gyakori és súlyos betegségek alakulnak ki, mint a szívinfarktus, a stroke vagy a perifériás artériás betegség. Az érelzáródás következtében egyes sejtek oxigénhiányos állapotba kerülnek, és a fenti oxigénérzékelésre épülő folyamatok aktiválódásával próbálnak a sejtek túlélni a hipoxiához történő alkalmazkodás révén. Egy másik érintett terület a krónikus veseelégtelenségben szenvedő betegekben gyakran kialakuló anémia (csökkent vörösvértest-szám a vérben) esete. Ilyenkor a vesében károsodik a vörösvértestek képzéséért felelős eritropoetin termelődése. Megemlítendő továbbá, hogy az oxigénérzékelő mechanizmus szerepet játszik a daganatok növekedésében és terjedésében is.

Kaelin, Ratcliffe és Semenza felfedezései megteremtették annak a lehetőségét, hogy új támadáspontú gyógyszerek fejlesztése kezdődhessen meg, melyek a sejtek oxigénérzékelő mechanizmusainak befolyásolása révén fejthetnek ki kedvező hatásokat számos fentebb vázolt kórállapotban. Az oxigénérzékelő és hipoxiás alkalmazkodási reakciók serkentése (pl. érelzáródáshoz társuló betegségek esetében), illetve gátlása (pl. tumorok esetében) egyaránt célpontja lehet új terápiás megközelítéseknek.



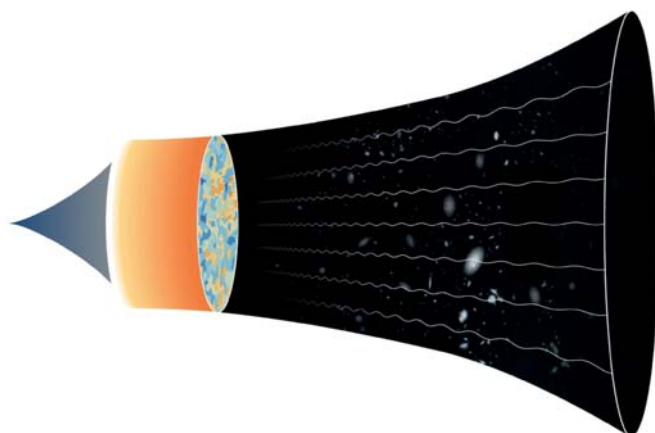
Szalai Tamás

■ SZTE TTIK Fizikai Intézet, Optikai és Kvantumelektronikai Tanszék | szaszi@titan.physx.u-szeged.hu

Fizikai Nobel-díj, 2019

Exobolygók és kozmológia: a Világegyetem lokális és globális megismerése

2019. október 8-án a stockholmi Svéd Királyi Akadémia egy elméleti kozmológust és két exobolygó-felfedező csillagászt nevezett meg a fizikai Nobel-díj nyerteseiként: a 9 millió svéd korona összértékű díj egyik felét idén a kanadai-amerikai *James Peebles*nek ítelték a „*fizikai kozmológia elmélete terén tett felismeréséiért*”, a másik felét pedig – megosztva – két svájci kutató, *Michel Mayor* és *Didier Queloz* érdemelte ki „*az első, egy Napunkhoz hasonló csillag körül keringő exobolygó felfedezéséért*” (1. ábra). A Nobel Bizottság a díjjal az Univerzum fejlődésének, valamint Földünk kozmoszban elfoglalt helyének megértéséért tett erőfeszítéseket ismerte el [1].



2. ábra. Az Univerzum idővonala, mai ismereteink szerint: az ősrobbanást követő, sűrű, forró időszak végén a sugárzás számára átlátszóvá váló anyagból létrejöttek a ma megfigyelhető struktúrák. A folyamat lenyomatát kozmikus mikrohullámú háttérsugárzás formájában figyelhetjük meg, amelynek apró, irányfüggő fluktuációi betekintést adnak a Világegyetem geometriájába és szerkezetének kialakulásába (© Johan Jarnestad, Királyi Svéd Akadémia)



1. ábra. A 2019-es fizikai Nobel-díj nyertesei. Balról: *James Peebles*, *Michel Mayor* és *Didier Queloz* (© Nobel Media 2019. Grafika: Niklas Elmehed)

James Peebles (1935–) egyike azoknak a kutatóknak, akiknek a vezetésével az elmúlt bő fél évszázadban a kozmológiát sikerült a tisztán filozófiai gondolatmenetek és spekulációk világából a fejlett matematikai és fizikai eszköztár segítségével művelhető, egzakt tudományággá változtatni.

Az 1940-es évek végén *George Gamow*, *Ralph Alpher* és *Robert Herman* vetette fel először, hogy a Világegyetem egy végtelenül forró pontból keletkezhetett (ez később a köznyelvben *ősrobbanás-elmélet* néven vált ismertté), és hogy az Univerzum ma megfigyelhető szerkezeti elemei – először az atomok, majd a molekulák, majd az egyre nagyobb struktúrák, később pedig az első csillagok és galaxisok – az anyag néhány ezer kelvin hőmérsékletűvé hűlése után alakulhattak ki. Az utóbbi folyamat elején vált az anyagsűrűség kellően alacsonnyá ahhoz, hogy az Univerzum a fotonok számára átlátszóvá váljon; ennek az eseménynek a nyoma pedig az említett kutatók jóslata szerint egy nagyon alacsony (mindössze néhány K) hőmérsékletű sugárzás formájában lehet jelen az egész Univerzumban (2. ábra).

Bár a kutatók többsége akkoriban nagyon szkeptikus volt annak kapcsán, hogy *Gamow*ék elméletét valaha lehet majd megfigyeléssel bizonyítani, 1965-ben végül – részben a szerencsének

köszönhetően – mégis sikerült. Két amerikai fizikus, *Arno Penzias* és *Robert W. Wilson* egy nagy érzékenységű, mikrohullámú rádióantenna tesztelése közben kimért egy, a tér minden irányából egyforma intenzitásúnak tűnő „háttérzajt”, eredményüket pedig egy vezető asztrofizikai szaklapban publikálták. A felfedezésről már korábban értesülve a Princetoni Egyetem professzora, *Robert H. Dicke* és munkatársai – köztük a fiatal *Peebles* – felismerték, hogy ez a háttérzaj lehet a *Gamow*ék által megjósolt háttérsugárzás. Eredményeiket sikerült ugyanabban a lap-számban leközlönniük, mint *Penzias*éknak, *Peebles* pedig még ugyanebben az évben egy további, előremutató tanulmányt is publikált a témában. A *kozmosz mikrohullámú háttérsugárzás* felfedezését már 1978-ban fizikai Nobel-díjjal ismerték el, ám ezt akkor csak a két megfigyelő, *Penzias* és *Wilson* érdemelte ki.

A következő évtizedekben a kozmológiai kutatások rohamos léptékben fejlődtek, s a nyolcvanas évekre nagyrészt megszületett a Világegyetem keletkezésének és fejlődésének ma legáltalánosabban elfogadott, ún. *standard kozmológiai modellje*. *Peebles* vezető szerepet játszott a kozmikus mikrohullámú háttérsugárzás apró, irányfüggő fluktuációinak (anizotropiáinak) előrejelzésében és értelmezésében, amelyek közvetlen összefüggésben vannak a Világegyetem geometriájával és ma megfigyelhető, nagy léptékű szerkezetével (az ezt vizsgáló *COBE* műhold vezető fejlesztő-kutatói, *George F. Smoot* és *John C. Mather* 2006-ban már kiérdemelték a fizikai Nobel-díjat). Emellett az elsők között írta le részletesen az Univerzum kezdeti időszakában fennálló, lehet-

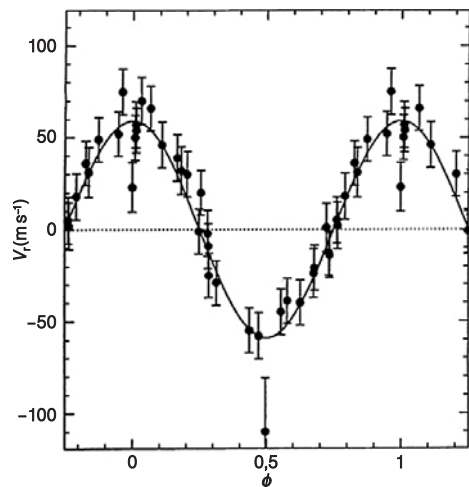


séges fizikai viszonyokat, valamint az Univerzum összetételét és fejlődését feltehetően jelentősen befolyásoló sötét anyag és sötét energia ötletét.

Peebles kutatói munkássága mellett több alapvető kozmológia-tankönyv szerzője, minden kétséget kizáróan a modern kozmológia egyik atyja. 84 évesen is aktív, jelenleg a Princetoni Egyetem (amelyen egész munkásságát töltötte) emeritus professzora.

Az ideai fizikai Nobel-díj másik felében a más csillagok körül keringő, extraszoláris, azaz röviden exobolygók kutatásának első, úttörő eredményét felmutató csillagászok, *Michel Mayor* (1942–) és *Didier Queloz* (1966–) részesültek. Míg az 1990-es évek közepéig inkább csak a sci-fi-írók műveiben szerepeltek távoli csillagrendszerekben lévő bolygók, addig az elmúlt 25 évben az exobolygó-kutatás a csillagászat (és általában véve a tudomány) egyik legsikeresebb és legizgalmasabb ágává fejlődött [2–4].

A távoli csillagok körül keringő planeták detektálása nehéz feladat (lásd a fentebb megjelölt összefoglaló írásokat), és ezen a téren Mayor és Queloz tette meg az első sikeres lépést 1995-ben. Az ún. *radiális sebesség-módszerrel* (azaz a csillag színképvonalalaiban egy nem látható kísérő által okozott, periodikus Doppler-eltolódások megfigyelésével) sikeresen mutattak ki egy Jupiterhez hasonló kísérőt az 51 Pegasi jelű, Napunkhoz hasonló csillag¹ spektrumaiban (3. ábra). A 80-as évek végétől kezdve párhuz-



3. ábra. Az 51 Pegasi jelű csillagnak az egyes színképvonalak laboratóriumi hullámhosszhoz képest való eltolódásaiból kimért radiális (azaz látóirányú) sebessége. A periodikus változást egy Jupiterhez hasonló, de annál sokkal rövidebb keringési periódusú bolygó gravitációs hatása okozza (a vízszintes tengelyen az idő ún. keringési fázisba átszámolva látható) [5]

mosan több kutatócsoport is elkezdett hasonló felméréseket végezni, de Mayorék előtt mindenkinek csak csillagszerű kísérőket (alacsony hőmérsékletű vörös, ill. barna törpecsillagok) sikerült kimutatniuk. A következő években számos további bolygót fedeztek fel földfelszíni programok révén; ezek közül a Geoffrey

¹ Speciális objektum, konkrétan egy szupernóva-robbanás után visszamaradt neutroncsillag körül már három évvel korábban sikerült bolygószerű kísérőt azonosítani. Ilyen rendszerekben azonban elég valószínűtlennek tűnik, hogy életre alkalmas körülményeket találjunk, ami valahol mégis csak az exobolygó-kutatás egyik fő motívációja.

² Hungarian-made Automated Telescope Network (HATNet) Exoplanet Survey, <http://hatnet.org>

³ Ha egy bolygó keringése során tőlünk nézve átvonul a csillag korongja előtt, akkor az átvonulás (tranzit) időtartama alatt a csillag látszó fényességében apró, de jellegzetes csökkenés következik be.

Marcy és Paul Butler által a kaliforniai Lick Observatóriumban indított program volt a legsikeresebb.

A későbbi, földfelszíni (köztük a magyar vezetésű HATNet-program²), majd még inkább az űrtávcsövekkel (elsősorban a Kepler és a CoRoT, legújabban pedig a TESS révén) végzett, szisztematikus megfigyelési programok eredményeként jelenleg mintegy 4000 csillag körül ismerünk bolygókat (többségüket az ún. *tranzit-módszerrel*³ fedezték fel), de feltehetően csak a mi Galaxisunkban milliárdszámra lehetnek még planeták. A már felfedezettek között több bolygót tartalmazó rendszerek, sőt, kettőscsillagok körül keringő bolygók is találhatóak.

Az exobolygó-kutatás egyik legfontosabb eredménye, hogy bár a miénkhez hasonló rendszereket is sikerült találni, a megismert bolygók és bolygórendszerek erősen különböznek a Naprendszerben látottaktól (pl. központi csillagukat néhány nap alatt megkerülő, forró óriásbolygók, vagy a Föld és a Neptunusz mérete közé eső, egyelőre nem ismert összetételű „szuperföldek” és „szubneptunuszok”). Mindez fontos és nehéz kihívások elé állítja mind a bolygókeletkezési folyamatokat, mind az egyes rendszerek lakhatósági viszonyait vizsgáló kutatókat. A közeljövőben (olyan új eszközök, mint pl. a 2021-re tervezett indítású James Webb-űrtávcső segítségével) további, forradalmi felfedezések várhatóak az exobolygó-kutatás terén, mint például nagy számú, Föld-típusú bolygó felfedezése, egyes bolygóléggörök kémiai összetételének meghatározása (elsősorban az élet ismert feltételei közé számító vízgőz vagy oxigén kimutatásának reményében), illetve esetleges exoholdak detektálása.

Mayor és Queloz pályafutásuk további részében is elsősorban az exobolygó-kutatás folyamatosan szélesedő területén munkálkodtak. Mayor 1988 és 2007 között a Genfi Egyetem professzora volt (jelenleg már nyugdíjas), 1998 és 2004 között a Genfi Observatórium igazgatói posztját is betöltötte; emellett számos nemzetközi tudományos szervezet és testület (többek között az Európai Tudományos Akadémia és az Amerikai Tudományos és Művészeti Akadémia) tagja. Queloz jelenleg is a tudományos élet meghatározó alakja, egyidejűleg a Genfi Egyetem és a Cambridge-i Egyetem professzora; több nemzetközi exobolygó-kereső programban is közreműködik, a 2019 decemberében felbocsátott, exobolygók vizsgálatára dedikált CHEOPS űrtávcső tudományos bizottságának vezetője.

A Világegyetem titkainak megismerését célzó kutatások jelentőségét és dinamikus fejlődését jól jelzi, hogy az ezredforduló óta eltelt időszakban a fizikai Nobel-díjak mintegy harmadát csillagászati, illetve részben csillagászati kötődésű felfedezésekért és felismerésekért ítélték oda [6–8].

IRODALOM

- [1] <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2019/press-release/>, 2019. október 8.
- [2] Szatmáry, K., Magyar Tudomány (2006) 8, 968.
- [3] Szabó, R., Szabó, M. Gy., Fizikai Szemle (2013) 7–8, 217.
- [4] Regály, Zs., Fizikai Szemle (2015) 7–8, 233.
- [5] Mayor, M., Queloz, D., Nature (1995) 378, 355.
- [6] Kóvári, Zs., Hotyá, H., Feltárul a Világegyetem; a Természet Világa különszáma (2009) 43.
- [7] Szalai, T., Fizikai Szemle (2011) 11, 377.
- [8] https://mta.hu/tudomany_hirei/fizikai-nobel-dij-a-gravitacios-hullamokert-108077, 2017. október 3.



Lázár Tibor

■ Szent István Gimnázium

Megélnék a magyar iskolák a jég hátán?

Tanári utánpótlás, tanári bérezés, centralizáció.

Egy iskolaigazgató töprengései*

Magyarországon komoly tanárhány kezd kialakulni. Az utánpótlás nem látszik biztosítottnak. Tegyük fel a kérdést: vajon olyan kevés fizetésért, amit ma egy kezdő pedagógus kap, ki áll egyáltalán tanárnak? Nagyon nehéz a helyzet. Tudom, hogy rossz dolog azt mondani, hogy mi volt annak idején, de kétségtelen, hogy iskolaigazgatóként régen sokkal több eszközöm volt ahhoz, hogy tudjam motiválni, támogatni a kollégáimat. Még egy évtizeddel ezelőtt is olyan keresetkiegészítési apparátus állt a rendelkezésemre, amivel lehetett differenciálni a béreket. Évek óta nincs a rendszerben például cafeteria, azaz még ezzel sem tudom biztatni a kollégákat. Valamikor volt az utazást támogató, az étkezést támogató, a ruházkodást támogató, az iskolakezdet támogató béren kívüli juttatás, most semmi nincs. Tudtam megbízási szerződésekkel olyan pluszfeladatokért fizetni, hogy egyrészt teljes munkáltatói jogkör gyakorlója voltam, másrészt 450 milliós költségvetés felett rendelkeztem. Most csak nagyon kis összeg felett rendelkezem, ami megint nem teljes rendelkezési jog, mert engedélyt kell kérnem a tankerületől, hogy fizessék ki a számlákat. Az alapvető munkáltatói jog pedig átkerült az államhoz, a tankerületi központokhoz. Tehát nagyon szűkült a mozgásterem, és nagyon nehéz biztatni az elfáradt, kiegész felét tartó, elkeveredett, az igazságtalanság miatt évek óta feszült kollégákat, mert ha valakinek 22 órája van és ugyanannyit kap, mint akinek 26, az valahol tényleg igazságtalan.

Ezen a téren a nagy érvágást egyébként az jelentette, hogy a pedagógusok bérét levették a minimálbérrel. Így a mi bérünk megint a magyarországi átlagbér alá esett, és akkor még nem is a diplomás átlagbérrel beszélek. A legnagyobb gond pedig az, hogy egy pályakezdő fiatal kezdő bére a garantált bérminimum alá került, és ezt kell még kompenzálni, hogy legalább az megfelejen. Ilyen bérekért tényleg nem lehet embert találni. A rendszerváltás óta működő kontraszelekció mára úgy felgyorsult, hogy senki nem megy el tanárnak. Én sem találok olyan fiatal kollégákat, akik teljesítenék azt a három feltételt, amit én alapvető fontosságúnak tartok: szakmailag a legjobbak között van, nevelési elvei vannak, és azokat lehet a mieinkkel konstellálni, ráadásul olyan egyéniség, hogy ránéz a tanulóra, és azok szavak nélkül is értik, hogy miről van szó. A baj az, hogy sokszor már

az elsővel is gond van, nemhogy a többivel. Lassan azt mondom, hogy ez egy sziszifuszi munka, mert a tanártársadalomban bármennyire is azt mondják, hogy nem megy ki tüntetni, ettől függetlenül érezhető egy óriási feszültség. És ez előbb-utóbb ki fog pattanni. Ilyen megalázó bérezés mellett és ilyen igazságtalan munkaterhek mellett nem tudom, hogy a magyar pedagógustársadalom hová fog eljutni. Nekem egy olyan helyzetet kellene kezelnem, amihez nincsenek eszközeim. Megpróbálok egyenlő munkaterheket biztosítani, legalább olyan pluszt adni, hogy a kollégák jól érezzék magukat, amikor bejönnek tanítani. Ilyen eredményeket leginkább a szervezeti kultúra fejlesztésével próbálok elérni. Ha fizetésemelés nincs, legalább a munkakörülményeken igyekszem javítani – mi mást csinálhatnék?

Egyes kutatások szerint a munkavállalók részéről munkahelyválasztásnál nem feltétlenül elsődleges szempont a bér. Ehhez hozzátenném, hogy egy bizonyos szint felett lehet ez igaz. Ugyanakkor nekem nagyon fontos volt tavaly, hogy kialakítottam egy konyhát a tanári kar részére. De a diákok is kaptak új büfét, ahol sokkal nagyobb és sokkal másabb a választék, mint azelőtt. Előző héten megvolt például a hagyományos évnnyitó értekezlet, ahol mindenki elmondhatta, amit szeretett volna... ezért is volt jó hosszú, de a demokráciát még akkor is működtetem. Ezt követő napon azonban tartottunk is egy kis csapatépítő tréninget itt az udvaron, különböző sportágakban, kvizekben mérkőztek meg a kollégák, közben pedig volt, aki marhapörköltet főzött. Ennek az egésznek nem is volt nagy költsége, de jól éreztük magunkat. Ilyen események tömkelegét próbálok bevezetni, ezek a programok ugyanis azok, amik miatt a kollégák még inkább úgy érezhetik, hogy jó itt lenni.

Az elmúlt időszakban egyébként a tanáraink nagy részének nem is csak az volt a baja, hogy alacsony a bére, hanem hogy egyre inkább elveszítette tanári autonómiáját. Ebben azonban mi nem nagyon szeretünk engedni, ez is talán a Szent István Gimnáziumban (SZIG) az egyik erősségünk, hogy nagyra becsüljük kollégáink autonómiáját, és ezt amennyire csak tudjuk, biztosítjuk is nekik. Persze megvannak a kereteink, amik kőkemények, de ezeken belül azért van mozgástér.

Amióta igazgató vagyok – 17 éve –, nagyon sokat változott a világ, nagyon sokat változtak a gyerekek. Erre nagyon sok iskola nem reagál. Olyanok, mint egy mamut, nagyon lassan és kicsiket lépnek. Pedig ma már nem működik, hogy egy tanár lenyom egy órát teli lexikális anyaggal, aztán fogadd be és reprodukáld. Ez

* Készült a www.penzcentrum.hu oldalon 2019. szeptember 11-én megjelent interjú – Biró Attila: Ingyenes elitgimnázium képzí a jövő mérnökeit Pesten: 8-szoros a túljelentkezés – alapján.



nem tudásépítés. A nevelőtestület is változott, a mostani tanárok kétharmadát én vettem fel, ez egy saját csapat, akik egyben voltak jóban, rosszban. Nagyon fontos, hogy mennyire tudunk relatív egységesen reagálni.

Emellett az oktatáspolitikai is nagyon sokat változott. Ezekkel több bajom volt. Én abszolút nem támogattam, hogy az állam vegyen át minden iskolát az önkormányzatoktól. Azt megértettem volna, hogy azoktól átveszik, akik nem bírják. Egy nógrádi faluban egy iskolát fenntartani nagy teher, de itt, Zuglóban az önkormányzat az iskolák egy részét simán fenn tudta volna tartani. De született egy ilyen egységes döntés, ez egy centralizációs elem volt, és azóta mindig jönnek ezek az egységesítő intézkedések, amiket kénytelenek vagyunk elviselni. Az oktatáspolitikában a mi mozgásterünk nagyon leszűkül. Egy intézményvezető gyakorlatilag valamikor egy önálló jogi személyiségű intézmény fejeként a munkáltatói jogkör birtokosa volt, és egy költségvetés felett rendelkezett. Most ilyen nincs, vagy szimbolikus.

Az én olvasatomban ez egy nagyon rossz irány, ráadásul ez a bérezés, ami a pedagógusok utánpótlásának a blokkolását jelentette, öngyilkosság.

A jövő ugyan borúsnak tűnik, de az optimizmust soha nem szabad feladni, lássuk az eredményeinket is! Például iskolám, a Szent István továbbra is kert és műhely, az istvános szellem kapcsán ez egy SZIGet, a tehetséggondozás kapcsán ott vagyunk a legjobbak között. Ezek a gyerekek, akik hozzánk járnak, nagyon

nagy értékek, és a tantestületem is az. Formálom őket, ahogy csak tudom. Sokszor azt mondják, hogy mi itt Magyarországon a jég hátán is megélünk, kétségtelen tehát, hogy az ellenálló képességünket elég magas szintre fejlesztettük.

Menedzszerszeméltre van szükség ezekben az időkben, azon gondolkozom, hogy lehet egy-egy 100 milliós beruházást úgy tétő alá hozni, hogy abban sem az állam, sem az önkormányzat nem vesz részt. Számomra a legnagyobb kérdés most az, hogy a hiányokra való megoldásokat hogyan tudom becsatornázni az iskola mindennapjaiba. Ám önmagában kevés az, ha egy iskolaigazgató menedzser. Nekem kell a hátamat is tartani, a jogszabályok kapcsán is nagyon képen lenni, és szakmai vezető is vagyok. Ha én nem kezdek bele a digitális transzformációba, akkor nem indul el. Ha nem támogatom, nem megy tovább. Egy intézményvezetőnek szakmai húzóerőnek is kell lennie, és meg kell találnia azokat az embereket, akik nem magányos jédi lovagok, hanem egy csapatként tudnak együtt dolgozni. Két tüz között vagyok, egyik oldalról a fenntartó, a másiktól a tantestület.

A személyes kapcsolódásaim mindig elkötelezettséget jelentenek, mégsem szabad elkötelezettnek lennem. Politikai borotva-élen táncolás ez, mert ha az ember el akar érn valamit, ahhoz kapcsolati tőkére van szükség. A kapcsolati tőkéknél viszont nagyon vigyázni kell arra, hogy az ember ne kötelezze el magát egyetlen oldal felé sem. Goethével szólva: „aki nem próbálja meg a lehetetlent, az a leghetseget sem fogja elérni soha.”

VISSZHANG

„Egyetememes” hallgatók

Az elmúlt néhány évtizedben elterjedőben van – számítástechnika által katalizált – világunkban, a megváltozott társadalmi (szülői) elvárásoknak megfelelően, egy új típusú felsőoktatási forma, amit én „pszeudoegyetem”-nek hívok. A kérdés egy jelentős amerikai kutatója, T. Nichols a „generikus egyetem” kifejezést használja erre a jelenségre*. Ezeket az intézményeket nagy létszámú, kevésbé motivált hallgatók és a hallgatók igényeit (szeretek bulizni, de nem szeretnék megbukni) messzemenőleg kielégítő oktatási formák és természetesen „pszeudo”-diplomák jellemzik. Ehhez a jelenséghez kapcsolódóan nagyon időszerűnek és fontosnak tartom Keglevich György gondolatait a hallgatói attitűd generációs változásairól (MKL, 2019. december).

Csak egyetlen kérdéshez, a tananyag számonkérésének módjához szeretnék egyetértőleg hozzászólni. Mint Keglevich professzor úr is mondja, már nálunk is lényegében kihalóban van a szóbeli vizsgáztatás, pedig nyilvánvalóan ez a leghatékonyabb és legegyszerűbb mód a hallgató megismerésére, felkészültségének felmérésére, ráadásul egy utolsó lehetőséget is ad a tanításra (az okos diákok régen mások vizsgáit hallgatva kaptak választ fennmaradó kérdéseikre). Ma már az is lehetséges, hogy egy hallgató először a diplomavédésén szólal meg, ahol egy előre megadott listából kiválasztott kérdésre válaszol (a kreativitás kizárva).

Az oktatók jelentős része a nagy hallgatói létszámra hivatkozva nem választja ezt a lehetőséget. Ebben van igazság, ráadásul „hallgatókomfortos” vizsgaszabályzataink is általában ebbe az irány-



ba „tolják” a hallgatókat és az oktatókat egyaránt. Mindezt tovább nehezíti az oktatással kapcsolatos rengeteg, gyakran értelmetlen, adminisztratív teher. A „megspórolt” időnek azonban jelentős részét elveszi a vizsga előtti és utáni számítógépes „szekció”. (Nota bene, egy jegy beírásának kőkorszaki módszere az indexbe ennek az időnek csak töredékét tette ki).

Ezek a nehézségek azonban nem írhatják felül alapvető elkötelezettségünket a minőségi egyetemi oktatás iránt.

Szalontai Gábor

ny. egyetemi tanár
Pannon Egyetem

* T. Nichols, *The Death of Expertise*, Oxford Pub., 2017.



Oxigénes víz

Az olcsó, „gyógyszeripar által eltitkolt csodaszerek” csapatának egyik markáns képviselője a hidrogén-peroxid. Szüleink, nagyszüleink tudták, hogy sebkezelésre alkalmazható, korunk retrólázban élő embere azonban olyan célokra használja, amelyekre korábban soha, vagyis csak nagyon kevesen: minden betegség egyetlen gyógyszerévé.

A hidrogén-peroxidot népiesen oxigénes víznek is hívják, hiszen a molekula a vízhez képest eggyel több oxigénatomot tartalmaz. Színtelen, olajszerű folyadék, amely tiszta állapotban robbanékony – olyannyira, hogy rakéták üzemanyagaként is használják. Szerencsére ilyen formában nem találkozhatunk vele, mert a kereskedelemben csak vízzel hígítva érhető el. A vízzel hígított H_2O_2 még akkor sem robban, ha melegítjük: ilyenkor mindössze az történik, hogy oxigénfejlődés közben vízzé és oxigénné (O_2) bomlik. A H_2O_2 oldata gyenge sav, a vegyület pedig erőlyes oxidálószer. Utóbbi tulajdonságának köszönheti ipari és gyógyászati felhasználását is. Mivel a festékek egy részét is oxidálja, a textil- és papíriparban fehérítésre alkalmazzák. Igazi retró felhasználás lenne, ha a pár évtizeddel ezelőtti, szépészeti célú alkalmazása is divatba jönne. Ma már kevés hölgynek (és úrnak) jut eszébe, hogy hidrogén-peroxid oldatával szőkítsen *hidrogénszőkére* – viszont a legmodernebb szőkítő festékek is ezt az egyszerű molekulát tartalmazzák fő hatóanyagként. A fehérítő hatást az is élvezheti, aki fehér fogakat ígérő fogkrémet használ. Az iparban oxidálószerként alkalmazzák. Lakossági felhasználásra 3%-os, ipari célra 30%-s koncentrációban forgalmazzák.

A H_2O_2 az emberi szervezetben is képződik, különböző anyagcsereutak vagy például a szabad gyökök elleni védekezés részeként. A képződő hidrogén-peroxidot a kataláz nevű enzim „semlegesíti” vízzé, eközben egyéb vegyületek oxidálását elősegítve. Erre szükség is van, mert a fölös mennyiségű peroxid a szervezet saját molekuláit, például a DNS-t is károsíthatja. A kataláz peroxidot semlegesítő hatására alapoznak azok a kataláz tartalmú étrend-kiegészítők, amelyeket az őszülés lassítására adnak el a hajszínüket védeni akaróknak. Logikusnak hangzik, hogy ezek megakadályozzák a szervezetben termelődő hidrogén-peroxid őszítő hatását, csak nem igaz – legalábbis nem bizonyított, ahogy az USA fogyasztóvédelmi hatóságának milliós bírsága is utal erre.

Oxidáló hatása miatt a H_2O_2 kiválóan alkalmas fertőtlenítésre, ugyanis az erős oxidáló hatásnak a kórokozók, köztük a vírusok sem tudnak ellenállni. A környezetbarát fertőtlenítők közé tartozik, mivel bomlása után egyáltalán nem szennyezi a környezetet (a hátramaradó víz). Oldatát sebészeti eszközök, gőzét helyiségek fertőtlenítésére alkalmazzák. Azok a baktériumok, amelyek előállítanak kataláz enzimet, képesek védekezni az oxidáló hatás ellen, de hosszabb kezelés és/vagy nagyobb koncentráció ellen nincs esélyük. A sebkezelésből azért kopott ki, mert kiderült, nemcsak a kórokozókat károsítja, hanem a bőr regenerációja során képződő sejteket is, azaz lassítja a gyógyulást. Bár ez akkor igazán jelentős probléma, ha a seben több alkalommal alkalmazzuk, a modernebb szerek korában használata visszaszorult. Kimutatták, hogy az a koncentráció (0,03%), ami biztosan nem hát-

ráltatja a sebgyógyulást (sőt, elősegíti azt), nagyságrendekkel elmarad a fertőtlenítésre használt koncentrációtól.

Miért kell egyáltalán beszélni erről a kétszáz éve felfedezett vegyületről, amelyet 1818-ban állított elő Louis Jacques Thénard? Hát azért, mert újabb világszerte gyógyászati célra is alkalmazzák – szájon át, belsőleg. Van néhány jóember, aki aktívan dolgozott vagy dolgozik azon, hogy népszerűsítse alkalmazását. Közülük többen doktorként szerepelnek a médiában – egyikük esetén sem található bizonyított, hogy erre feljogosító diplomával rendelkezne. Az alapvető ismeretek hiányát igazolja, hogy némelyik arról prédikál, hogy a H_2O_2 erős antioxidáns, vagy éppenséggel arról, hogy a hidrogén-peroxid *atomos ózon*.

Javasolják fülbe csepegtetni (fülsír ellen, ebben van is valami), orrba (az *agy kiöblítésére* (???)), végbélbe, beöntésként (talán a szórakozás kedvéért), és ami a legveszélyesebb: szájon át, betegségek megelőzésére és kezelésére (az AIDS-től a rákig). Jó lehet-e ezekre a célokra? Természetesen nem. Nincs olyan betegség, amely esetén célszerű lenne H_2O_2 -t inni. Nemcsak bizonyíték nincs erre, de mindaz, amit az emberi test működéséről és a gyógyászatról tudunk, kizárja, hogy ez az anyag súlyos betegségeket gyógyítson meg.

Gyógyászati alkalmazása Indiában kezdődött jó 100 éve, ahol tüdőgyulladás kezelésére próbálták bevetni, kevés sikerrel. Felhasználásának nagy lendületet adott Richard Willhelm munkássága, aki szerint nemcsak gyermekbénulást, mentális betegségeket és bőrbajokat gyógyít, de még az ún. lourdes-i víznek is ez a „hatóanyaga”. Daganatellenes hatása háttérben az a feltételezés áll, hogy a betegség oka a szervezet bizonyos részeinek oxigénhiányos állapota – ez egyszerűen nem igaz.

De lehet-e veszélyes? Nos, igen. A H_2O_2 a szervezetben lévő kataláz enzim hatására vízzé és oxigéngázzá bomlik. Utóbbi a bélrendszerből nagy mennyiségben felszívódik, és a vérkeringésbe kerülve buborékokat formál. Ezek a buborékok elzárhatják az ereket, embóliát okozhatnak. Ha az embólia „jó” helyen alakul ki, komolyabb következmény nélküli szövetelhalást okozhat, kevésbé szerencsés esetben szélütés (sztrók) vagy szívroham lehet a végeredmény. Mindez nem a fantázia szüleménye: az Egyesült Államokban 2001 és 2011 között 300 mérgezési esetet regisztráltak, ezek közül 41-ben életveszélyes embólia alakult ki, az érintettek fele meghalt vagy megrokkant. A szakirodalomban sok eseteleírás számol be a különböző szervek károsodásáról a peroxidívok körében. Bár a hazai sajtóban nem hallani peroxidkárosulatról, a nálunk is terjedő divat nem sok jóval kecsegtet.

Ahhoz, hogy ilyen károsodás kialakuljon, megfelelően nagy mennyiségű H_2O_2 -t kell meginni. De hogy mennyi ez a megfelelően nagy (oxigénbuborékokat képző) mennyiség, azt nem tudni. Sok mindentől függ, de tömény hidrogén-peroxid esetén cseppekben mérhető ez a dózis. Az interneten számos tuti tipp található az adagolásról. Ezekkel kapcsolatban csak egy dologban lehetünk biztosak: a „szakértők”, akik néha általános iskolás ismeretekkel sem rendelkeznek, semmilyen felelősséget nem vállalnak – semmiért.

Csupor Dezső



Braun Tibor

■ ELTE, Kémiai Intézet

■ MTA Könyvtár és Informatikai Központ | dr.braun.tibor@gmail.com



A homo ludenstől a teniszjátékig

Teniszütők alapanyag-kémiája

Előszó

Nem kétséges, hogy dolgozatunk a teniszről szól, de annak kevésbé sport-, inkább játékkarakteréről és összefonódásáról – esz-közszinten – a teniszütőkkel és azok alapanyag-kémiájával (anyagtudományával).

Különleges látványosságáért a manapság több száz milliók által művelt és csodált tenisz, túlzás nélkül, jogosan népszerű a világ minden részében (1. táblázat). A következőkben számba vesszük, hogy miért, hogyan, mivel, hol alakult ki a teniszjáték, és végül körüljárjuk egyik legfontosabb kellékét, a *teniszütőt* és annak alapanyag-kémiáját. Mint említettük, nem foglalkozunk itt a tenisz-versenysporttal és a teniszsport sztárjaival sem.

Homo ludens

1933-ban *Johan Huizinga* holland történész, rektor „a játék kulturális távlatairól és annak hatásairól” címmel tartott előadást a Leideni Egyetemen. Az előadás témáját a *Homo ludens* című, később publikált könyvében jelentette meg. [1] A szerző kétségen kívül képes volt rendkívül gyümölcsöző utakat nyitni az emberi fejlődés és gondolkodás jobb megértéséhez. Mindenképpen Johan Huizinga érdeme, hogy könyvében mesterien elemezte a játék, a játékoság több alapvető jellemzőjét és azok szerepét és fontosságát a civilizáció fejlődésében. A *homo ludens* magyarra fordítása „játészó, játékos ember”. A *ludens* a latin *ludere* igéből ered. *Huizinga* elsősorban a játék és a játékoság alapvető jellemzőjét, definícióját kereste. Másodsorban megkísérelte a játék jelenlétét igazolni a kultúra legfontosabb területein.

Ennek briliánsan eleget tett éppen azért, mert olyan területeken fedezett fel játékok

Rangsor	Játékosok becsült száma (globálisan)	A leginkább játsszák
1. futball	4,0 milliárd	mindenhol
2. krikett	2,5 milliárd	Nagy-Britannia, Commonwealth
3. gyeplabda	2,0 milliárd	Európa, Afrika, Ázsia, Ausztrália
4. tenisz	1,0 milliárd	mindenhol
5. röplabda	900 millió	Nyugat-Európa, Észak-Amerika
6. asztalitenisz	875 millió	mindenhol
7. kosárlabda	825 millió	mindenhol
8. baseball	500 millió	Egyesült Államok, Karibi-szigetek, Japán
9. rögbi	475 millió	Nagy-Britannia, Commonwealth
10. golf	450 millió	Nyugat-Európa, Kelet-Ázsia, Észak-Amerika

1. táblázat. A világ legnépszerűbb játéka

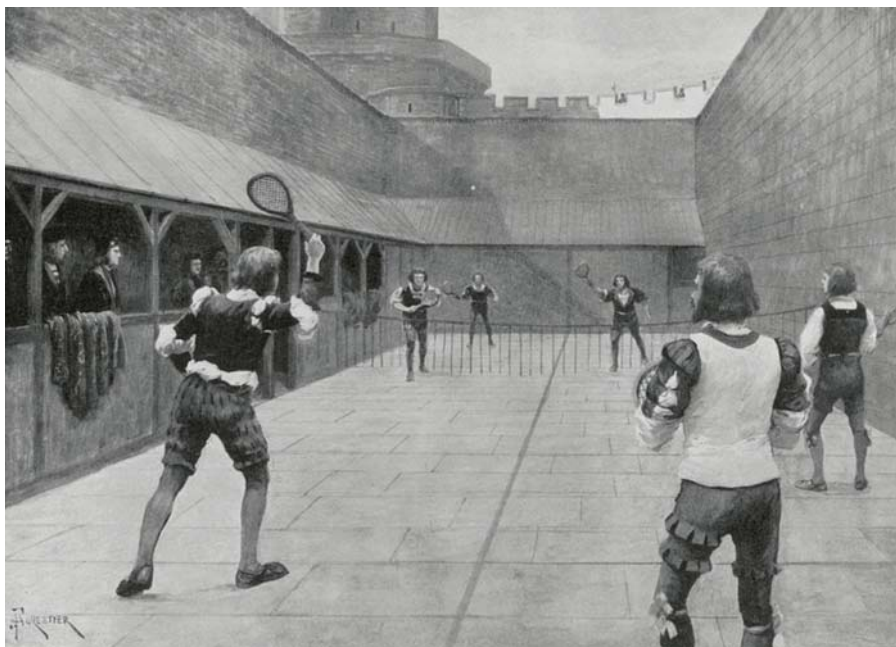
és játékoságot, ahol ezt előtte senki sem tette, de szándékosan kihagyta a különböző játékok leírását és jellemzését, kategorizálását, mivel szerinte minden játék ugyanazt az igényt elégíti ki és ugyanazt a pszichológiai hozzáállást tükrözi. Műve nem a játék és a játékoság tanulmánya, hanem érvéls a játék meglétére, jelenlétére a kultúra területén, azaz leginkább annak a szellemnek a vizsgálata, ami bizonyos fajta játékokat működtet. A játék ugyanis idősebb, azaz előbb keletkezett, mint a kultúra, és tévesen ugyan, de mindig feltételezi az emberi társadalom jelenlétét – írja *Huizinga*. Érdekesség, hogy az állatok nem várták meg, hogy az ember megtanítsa őket játszani. Az állatok ugyanúgy játszanak, mint az emberek, hiszen csak meg kell néznünk két fiatal kutyát, hogy mennyire élvezik, ha találkoznak, és mennyi örömet találnak, amikor egymással játszanak.

Az állatokon túllépve, bár náluk is előfordul, a játéknak léteznek más, magasabban fejlett lehetőségei, szabályos versenyek

és szépséges teljesítmények bemutatása az esztétikát csodáló közönség előtt. Minden játék lényege, hogy valamilyen előre kijelölt játéktéren zajlik. Mint ahogy, helyesen, nincs a fentiek értelmében különbség például a játék és a szertartás között, ugyanis a megszentelt hely („*consecrated spot*”) nem különböztethető meg formálisan a játéktértől. Az aréna, a kártyaasztal, a tempom, vagy hogy témánknál maradjunk, a teniszpálya és sok más hely mind formában és funkcióban játéktér, körülírva azokkal a különleges szabályokkal, amelyeknek megfelel. Különben be kell vallanunk, hogy magának *Huizinga*nak sohasem állt szándékában a játékoság gondolatát a teniszszel bármilyen módon összehozni.

A tenisz története

A teniszjáték múltja számos kultúrára és több ezer évre terjed. Labdával és tenyérütéssel már a neolitikum kezdetétől játszottak. Bizonyítékok vannak arra, hogy a



1. ábra. Diákok teniszjátékot játszanak Párizsban

görögök, rómaiak és egyiptomiak *játszóták* valamilyen változatát a tenisznek és közép-amerikai maradványok rajzai rámutatnak a labdajátékok különösen fontos szerepére ezek kultúrájában. A *jeu de paume*-ot Franciaországban találták fel a 13. században, annak ellenére, hogy történészek ennek változatait, mint említettük, már az ókorban is megtalálták. A *jeu de paume*-ot (magyarul tenyérjátékot) állítólag szerzetesek használták először testmozgásként. A talajt, a falakat és a kolostorok tetőgerendáit is bevonva játszottak a földdel tölött bőrlabdával (régies franciasággal: *esteuf*-fel), amit tenyérral (franciául: *paume*) ütögettek egymásnak a játékosok. Innen a név, *jeu de paume*. A századok folyamán a *jeu de paume* játéknak különböző változatai alakultak ki. Hosszú ideig, mint említettük, tenyérral vagy kesztyűs tenyérral ütögetve játszották. A 15. század végén a kesztyűket különböző kötélrabbakkal erősítették meg, lévén, hogy a pusztá tenyér használata meglehetősen fájdalmas volt. Később az ütéseket fadarabokkal is végezték. Csak a 16. században hozták létre a fából kialakított *teniszütőket*, amiket *raquettes*-nek neveztek. Szabad levegőn az eszközökkel „*longue paume*”-ként, azaz hosszú tenyérként játszottak, de művelték azt a *tripot*-nak nevezett „*courte paume*”-ként (rövid tenyérként) is. A *jeu de paume* eleinte a diákok kedvtelése volt (1. ábra), és a 16. századig kellett várni, amíg elnyerte a nemesek elismerését és a népszerűség más köreinek érdeklődését. I. Ferenc, II. Henrik, IX. Károly, IV. Henrik szintén játszotta a játékot, és annak szakértő híve

lett. A *jeu de paume* a 16. században „*court tennis*” néven, ahogy akkorra neveztek, elérte Angliát is. Külön megjegyzendő, hogy a tenisz állítólag a francia nyelvű *tenez* szóból ered és utal arra, hogy a játékosok játékba hozza a labdát a *jeu de paume*-ban. [2,3]

A teniszütő története

Az előbbieken említettük, hogy a tenyérral játszott *jeu de paume* fájdalmas volt, és ezért a tenyér helyett fával ütöttek. Történészek szerint az első teniszütőt egy szerzetes alkotta meg úgy, hogy egy 3–4 cm átmérőjű faágat megtisztított, és vízgőz fölé melegítve meghajlította, hürkot hagyva a hajlítás helyén. [4,5] Érdekes itt hozzátenni, hogy eszerint ő találhatta fel a gőzöléses hajlítási technológiát, amiből az 1900-as években Bécsben a *Thonet-testvérek* sikeres nagyipari hajlítottfa-bútoripart teremtettek. [6]

A korszerű teniszütő története állítólag 1874. február 23-án kezdődött. Ezen a napon *Walter Clopton Wingfield* őrnagy a londoni Kézműves Kamarában (ami egyúttal szabadalmi hivatalként is működött) szabadalmaztatta egy *courte paume* nevű új játékot, amit *sphairistike* néven jelentett be.

Ez utóbbi görög szó, és „*labdaművészetet*” jelent. Ezt a játékot és a hozzá tartozó eszközöket (ütőt, hálót, labdát) 1877-ben *lawn-tennis* néven *Wingfield* őrnagy árusítani és forgalmazni kezdte. Szerinte a *lawn-tennist*, a *jeu de paume*-ot fűvön vagy gyepon játszották, és a névváltozás azért történt, mert az előbbit angolul könnyebb megjegyezni.

Érdekesnek tekinthető, hogy 1858-ban *Harry Gem* őrnagy, aki a birminghami bíróságban dolgozott, edgbastoni telkén szintén gyepon alakított ki a *sphairistike* játékhoz, amin családja és barátai szórakoztatására *jeu de paume*-ot játszottak. *Wingfield* őrnagytól eltérően *Gem* őrnagy nem szabadalmaztatta a *sphairistike*-ot (tenisz). Bár a fentiek szerint magát a teniszjátékot és annak használatát *Gem* őrnagy kezdte, a prioritási elismerés *Wingfield* őrnagynak jutott. A 2. ábrán bemutatjuk *Wingfield* őrnagy portréját, az általa írt, illetve publikált *sphairistike* meglehetősen kezdetleges szabálykönyvét és az általa dobozban forgalmazott *sphairistike*-készletet. Hazai olvasóknak valószínűleg érdekességnek tekinthető, hogy 1965-ben a Magyar Posta *Wingfield* őrnagy képével adott ki emlékbélyeget (3. ábra).

2. ábra. *Wingfield* őrnagy és az általa szabadalmaztatott és forgalmazott *lawn-tennis* (*sphairistike*) készlet



3. ábra. Wingfield őrnagy tiszteletére kiadott magyar bélyeg

A teniszütők alapanyag-kémiaja (anyagtudománya)?

Miután az előbbieken eljutottunk Wingfield őrnagy találmányának bemutatásáig, a 4. ábrán láthatjuk a teniszütők többszázados fejlődését. Ezután nagyot ugrunk az időben, és eljutunk a modern teniszütők és azok anyagkémiajának az 5. ábrán való bemutatásáig, feltüntetve azokat a kémiai anyagokat, amikből a korszerű teniszütők keretei készülnek. [7] Ugyanis ezeknek az anyagoknak rendkívül jelentős szerepük van a teniszjáték fizikájában, [8] de ez utóbbira itt nem térünk ki. Az alapanyagok kémiajához csak röviden megemlítjük, hogy az anyagok kiválogatása és bevezetése nem kevés kutatómunkát és időt vett igénybe. Hadd említsünk csak egyet, a szénszállakat. Ugyanis azokat 1970-ben találták fel, de mint a 3. ábrán látható, csak 1995-ben kerültek a teniszütőkbe, illetve a kereskedelembé.

Utószó

Mint láttuk, a teniszütők anyagkémiaja rendkívül sokféle vegyületet használ annak érdekében, hogy elérje azokat a tulajdonságokat, amelyek a játékot a legvonzóbbá



5. ábra. Egy modern teniszütő kémiai összetétele

és a legeredményesebbé teszik annak érdekében, hogy a teniszütő elérje és megvalósítsa a megfelelő erőt, merevséget és rugalmasságot. Ez utóbbiak azonban nem a teniszütők kémiajához, hanem fizikájához tartoznak.

IRODALOM

- [1] J. Huizinga, *Homo Ludens, a study of the play element in culture*, Routledge & Kegan Paul, London, 1949.
- [2] H. Gillmeister, *Tennis, a cultural history*, New York University Press, N.Y., 1998.

- [3] G. Clerici, *Tennis*, 2nd Ed., E. de Michele, Octopus Ltd., 1976.
- [4] K. E. Easterling, *Advanced Materials for Sports Equipment*, University of Exeter, Chapman Hill, 1993.
- [5] S. Kuebler, *Book of tennis rackets. From the beginning of the 16th Century until about 1900*, Kuebler GmbH, Singen, 1995.
- [6] D. Schwutzler, *Eine ungläubliche Geschichte. Michael Thonet und seine Stühle*, Landesmuseum Koblenz, 1996.
- [7] M. Robertson, *The encyclopedia of tennis*, Ed. J. Kramer, The Viking Press Inc., N.Y., 1974.
- [8] H. Brody, *The physics of tennis, III. The bowl and racket interaction*, *Am. J. Phys.* (1997) 65, 981.

4. ábra. Korszerű teniszütők keretformái és kémiai alapanyagai 1870-től 2018-ig





TÚL A KÉMIAÁN

Szűznemzés az anakondamedencében

A Bostonban lévő New England Aquarium éppen olyan módon próbálja az anakondák természetes szaporulatát megakadályozni, mint a Jurassic Park című film tudósai: kizárólag nőstény egyedeket tartanak. Így az-



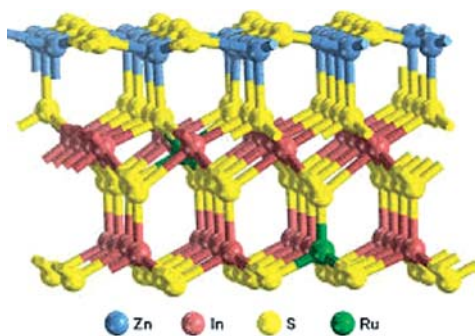
tán igen nagy meglepetést okozott, amikor 2019 tavaszán egy reggel 18-cal több kígyót találtak a terráriumban, mint amennyi este volt ott. Az újszülöttek genetikai vizsgálata azt igazolta, hogy valóban partenogenezis (vagyis szűznemzés) történt, amely során egy petesejt egy másikkal egyesülve hozott létre utódot. Így a kicsik – akiből csak kettő maradt életben – mind az édesanyjuk klónjai. Ilyesmire csak egyetlen korábbi példa volt ismeretes egy brit állatkertben. Nem sokkal korábban a kígyókkal foglalkozó biológusok még azt hitték, hogy az anakondák esetében az emberétől eltérő szexkromoszóma-szerkezet miatt a partenogenezis eleve lehetetlen.

<https://www.livescience.com/65632-anaconda-snake-gives-virgin-birth.html>
PLoS ONE 12, e0189654. (2017)

Kétirányú fotokatalízis

Heterogén fotokatalizátorok sok különböző kémiai reakció fenntartására alkalmasak, ezek között vannak redukciós és oxidációs folyamatok is. Arra viszont korábban nem volt példa, hogy egyetlen ilyen szilárd anyagban mindkét félreakció hasznos legyen a gyakorlati felhasználások szempontjából. A kivételes anyag a látható fényt is elnyelő, Ru-mal adalékolt $ZnIn_2S_4$: megvilágítás hatására ezen a katódos folyamatban hidrogén keletkezik a vízből, míg az anódos reakcióban 2,5-dimetil-furán és 2-metil-furán oxidatív kapcsolása megy végbe. Az itt keletkező, nagyobb szénatomszámú, oxigéntartalmú vegyületekből további reakciókban molekulánként 10–20 szénatomot tartalmazó biodízel állítható elő.

Nat. Energy 4, 575. (2019)



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

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

CENTENÁRIUM



Selman A. Waksman: A Method of Testing the Amyolytic Action of The Diastase of *Aspergillus Oryzae* *Journal of the American Chemical Society* Vol. 42, pp. 293–299. (1920. február 1.)

Selman Abraham Waksman (1888–1973) ukrán születésű amerikai biokémikus és mikrobiológus volt. A talajban élő mikroorganizmusok vizsgálatával számos antibiotikumot fedezett fel; ezek szabadalmi bevételeiből hozta létre a Rutgers egyetemen a Waksman Mikrobiológiai Intézetet (Waksman Institute of Microbiology). 1952-ben a streptomiccinnel kapcsolatos kutatásait orvosi Nobel-díjjal ismerték el. Ez az antibiotikum a tuberkulózis kezelésének első hatékony szere volt.

Vércsoportváltás bélrendszeri enzimekkel

Az orvosi gyakorlatban nagy előrelépést jelenthet az a felfedezés, hogy az emberi székletben megtalálható mikroorganizmusokból izolált enzimek képesek az A vércsoportú vért nullássá alakítani. Az A vércsoport esetében a vörösvértestek felszínén olyan szénhidrátok vannak, amelyek N-acetil-galaktóزامint tartalmaznak, s ez súlyos immunreakciókat vált ki olyan emberekből, akiknek más a vércsoportja. A részletes kutatások szerint az újonnan felfedezett reakciót önmagában egyetlen enzim nem indítja be, hanem legalább két különböző jelenlétére van szükség: az első dezacetilezést végez, a második pedig az így keletkező galaktóزامin hasítását. A *Flavonifractor plautii* nevű bélbaktérium mindkét enzimet termeli. Ezt sajnos nem lehet tenyésztetni, de a DNS-ét sikeresen vitték át a könnyen kezelhető *Escherichia coli* baktériumba.

Nat. Microbiol. 4, 1475. (2019)



APRÓSÁG

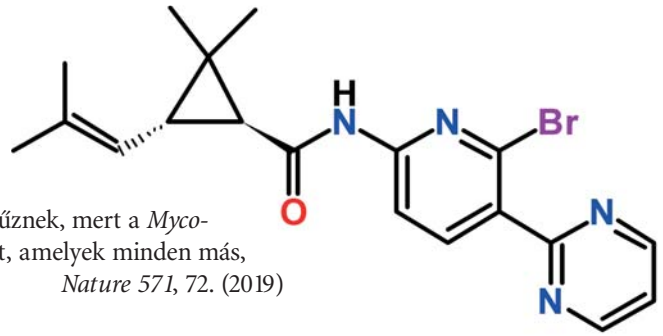
A Massachusetts Institute of Technology kutatói által alapított Commonwealth Fusion Systems nevű spin-off cég magánadományokból 110 millió dollárt gyűjtött össze a magfúziós energiatermelés lehetőségeinek kutatására.





A HÓNAP MOLEKULÁJA

A BRD-8000.3 molekula ($C_{19}H_{21}BrN_4O$) a TBC ellen felhasználható antibiotikumok új családjának előfutára lehet. Kifejlesztésében nagy szerepe volt egy új teszt módszernek, amely segítségével 50 000-nél is több vegyület baktériumellenes hatékonyságát lehetett rövid idő alatt ellenőrizni. A szerhez azért is nagy reményeket fűznek, mert a *Mycobacterium tuberculosis* olyan törzsei ellen is hatékonyak bizonyult, amelyek minden más, ma használatos antibiotikummal szemben rezisztensek.



Nature 571, 72. (2019)

A fényben újjászülető enzim



Az én-reduktáz nevű enzimes családot már jó ideje ismeri a tudomány: aktív centrumukban flavinrész található, amely hidrid-aniont és protont víz át kettős kötésekre, ami az oxidatív stressz elleni védelemben lényeges. A legújabb kutatások szerint a kék vagy zöld fényvel végzett megvilágítás a flavinrészt gerjeszti, s így az aktív centrum erős egyelektronos redukálószerre válik. Ez egészen más reakciók, például klóramidok öt–nyolc tagú laktámmá történő, sztereoselektív átalakításának katalizálására alkalmas.

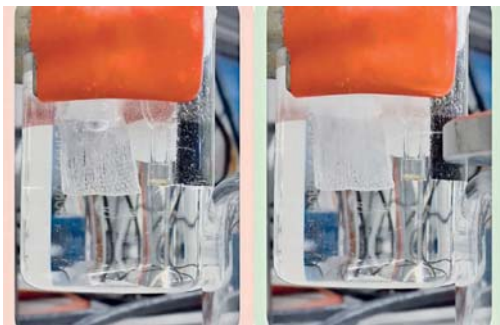
Ilyen kémiai folyamatok a természetben nem mennek végbe, de szintetikus értékük meglehetősen nagy lehet.

Science 364, 1166. (2019)

Mágneses elektrolízis

Régóta ismeretes, hogy a vízelektrolízissel történő hidrogén-előállítás kulcsa valójában nem a főtermék katódon lezajló keletkezése, hanem az oxigénfejlődéssel járó anódreakció. A leghatékonyabb módszer lúgos közeget és megfelelően felületkezelt nikkellektrodákat használ. A közelmúltban publikált kutatások szerint a hatékonyságot váratlan módszerrel lehet növelni: az anódot mágnesezhető cink-ferrittel vonták be, majd egy erős, neodímiumból készült állandó mágnes két sarka közé helyezték. Az áram és az oxigénfejlődés sebessége ennek hatására kétszeresére nőtt, s természetesen így a hidrogén-előállítás is gyorsabb lett. A részletes vizsgálatok azt mutatták, hogy hasonló hatás mindig észlelhető, ha az anód anyaga ferromágneses. Ez arra utal, hogy a gyorsító hatás valószínűleg az oxigénmolekula spinállapotaival van szoros kapcsolatban.

Nat. Energy 4, 519. (2019)



Fugubiztonság

A fugu nevű hal Japánban igazi ínycsalatnak számít, de a veszélyei is egészen különlegesek: a hal egyes részeiben gyorsan ölő idegméreg keletkezik, ezért csak nagyon tapasztalt szakácsok készíthetik el sikeres hatásági vizsgák után.



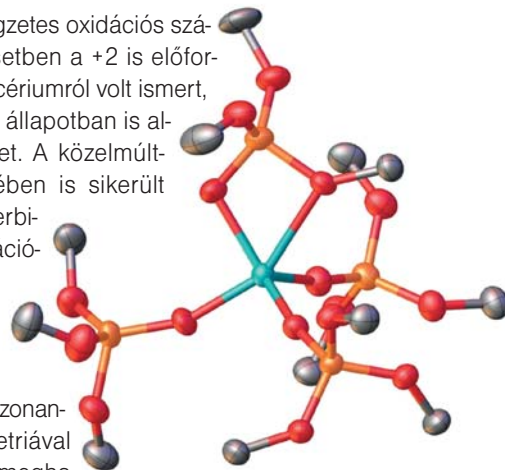
Az egyik fugufaj, a *Takifugu obscurus* ízanyagait a közelmúltban vetették alá rendkívül részletes analízisnek. Az eredmények szerint az íz kialakulásához leginkább a glutaminsav, szerin, prolin, arginin, lizin, adenzin-5'-monofoszfát, inozin-5'-mono-foszfát és a borostyánkősav járul hozzá. Ezek mellett még két oligopeptid, a Pro-Val-Ala-Arg-Met-Cys-Arg és a Tyr-Gly-Gly-Thr-Pro-Pro-Phe-Val szerepe fontos a jellegzetes aroma létrejöttében. Az eredmények ismeretében a jövőben a fugu kivételes ízét a haltól függetlenül, így az idegméreg kockázatától mentesen is elő lehet majd állítani.

J. Agric. Food Chem. 67, 13809. (2019)

A terbium négyes oxidációs állapota

A ritkaföldfémek jellegzetes oxidációs száma +3, és néhány esetben a +2 is előfordul. Eddig egyedül a cériumról volt ismert, hogy +4-es oxidációs állapotban is alkot stabil vegyületeket. A közelmúltban a terbium esetében is sikerült ilyen kimutatni: egy terbi-um(III) prekursor oxidációs állapotaival előállították a $[Tb(OSi(O-t-C_4H_9)_3)_4]$ komplexet. A központi fématom oxidációs számát elektronspin-rezonanciával és magnetometriával is igazolták, valamint meghatározták a Tb^{4+}/Tb^{3+} redoxipotenciált. A szintetikus stratégia akár más lantanidelemek esetében is használható lehet a +4-es oxidációs állapot létrehozására.

J. Am. Chem. Soc. 141, 9827. (2019)





In memoriam Szepesy László (1928–2019)

Szepesy László 2019. szeptember 2-án, életének kilencvenkettedik évében örökre eltávozott.

1928. április 15-én született Győrött. 1938 és 1942 között Kőszegen a Hunyadi Mátyás Alreáliskolai Nevelőintézet növendéke volt. 1942 őszén a soproni II. Rákóczi Ferenc Honvéd Gyalogsági Hadapródiskolába került. 1944 decemberében a hadapródiskolát kitelepítették Németországba, majd Szepesy László 1945 márciusában amerikai hadifogságba esett. A hadifogságból 1945 novemberében tért haza. 1946 júniusában érettségi vizsgát tett a győri Révai Miklós Gimnáziumban, és az év őszén beiratkozott a Budapesti Műszaki Egyetem vegyészmérnöki karára, ahol 1950 júliusában vegyészmérnöki oklevelet kapott. Egyetemi éve alatt, és később fiatal kutatóként is aktív sportoló volt. 1949-ben törvénytásban Magyarország főiskolai bajnoka lett.

1950 augusztusában lépett be a veszprémi Magyar Ásványolaj és Földgáz Kísérleti Intézetbe, ahol éveken keresztül az acetilén és olefinek gyártási módszereinek vizsgálatával foglalkozott. Pályakezdeése egybeesett a gázkromatográfia megjelenésével, és már az 1950-es évek elején készülékeket épített a MÁFKI-ban. Az analitikai rendszerek mellett preparatív gázkromatográfok építését is megvalósította.

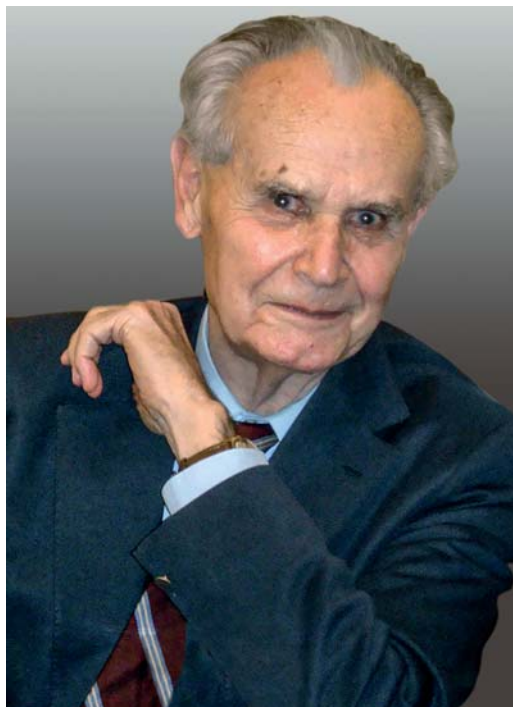
Gázkromatográfia című könyve 1963-ban jelent meg, és gyorsan a terület legfontosabb szakkönyvévé vált. A könyv bővített kiadása 1970-ben angolul is megjelent. Az angol változat is nagyon népszerű lett Európaszerte, többször is kiadták. 1964-ben az *Ipari adszorpciós kromatográfia* című könyvében foglalta össze a kromatográfia preparatív és folyamatellenőrző célból történő üzemi megvalósításának elveit és gyakorlatát.

1977 novemberétől tudományos tanácsadóként a Budapesti Műszaki Egyetem Kémiai Technológia Tanszékén dolgozott, és az elválasztástechnikai csoport munkáját irányította. A nagyhatékonyságú folyadékkromatográfia (HPLC) megjelenése után meghatározó eredményeket ért el a HPLC analitikai és preparatív alkalmazása területén.

Évtizedeken keresztül rendkívül jelentős tudományszervezési feladatokat látott el. Harminckét éven keresztül a Magyar Kémikusok Egyesülete Gázkromatográfiai, majd Kromatográfiai munkabizottságának elnöke volt, szervezte és irányította a hazai kromatográfiai szakmát. 1970-től 29 éven keresztül a Magyar Tudományos Akadémia Analitikai Kémiai Bizottságának tagjaként és a Kromatográfiai Munkabizottság, majd az Elválasztástudományi Munkabizottság elnökeként tevékenykedett. Számos hazai és nemzetközi konferenciát szervezett. Részt vett a *Chromatographia* folyóirat 1968-as indításában, majd annak regionális szerkesztőjeként tevékenykedett.

Eredményeinek, publikációinak, nemzetközi elismertségének köszönhetően jelentős és meghatározó kapcsolatok alakultak ki a világ vezető intézményeivel, professzoraival, és ez hosszú időre meghatározta Magyarországot és a magyar kutatók részvételét a nemzetközi tudományos életben.

A hetvenes és nyolcvanas években a Scientific Exchange Agreement nemzetközi alapítvány magyar koordinátoraként megszervezte, hogy számos hazai kutató nyugat-európai ösztöndíj vagy konferenciárészvétel lehetőségéhez juthasson. Mai gondolkodásunkkal fel sem tudjuk már fogni, hogy tevékenységének a vasfüggönnyel kettéosztott Európában mekkora jelentősége volt a kromatográfia magyarországi fejlődésére. Az alapítvány lehetővé



tette elismert nyugati kutatók meghívását Magyarországra, illetve Szepesy László szerteágazó nemzetközi kapcsolata révén az alapítvány támogatásával 62 fiatal magyar kutató vehetett részt nyugat-európai konferenciákon vagy hosszabb tanulmányutakon.

A hetvenes és nyolcvanas években a magyar kromatográfusok híre legendás volt. Ekkor jelent meg a köztudatban a „magyar maffia” – elegánsabban ötösfogat elnevezés. Szepesy László ennek a híres ötfős magyar társaságnak az egyetlen Magyarországon élő kutatója volt, és a többiekhez képest összehasonlíthatatlanul nehéz helyzetben dolgozott és ért el fontos eredményeket. A méltán híres magyar maffiát Szepesy László mellett Etre László, Halász István, Horváth Csaba és sz. Kovács Ervin alkotta.

Tudományos tevékenységéről összesen 8 könyv és monográfia, illetve 182 szakmai közlemény jelent meg nemzetközi és hazai folyóiratokban, ezenkívül 29 szabadalom társszerzője volt. 1960-ban elnyerte a kémiai tudományok kandidátusa fokozatot. 1961-ben a Budapesti Műszaki Egyetemen műszaki doktorrá avatták. 1980-ban megszerezte a kémiai tudomány doktora fokozatot. Az egyetemi oktatásban végzett munkájáért a művelődésügyi miniszter 1964-ben a címzetes egyetemi docens, 1982-ben a címzetes egyetemi tanár címet adományozta részére.

1996-ban részt vett a Magyar Elválasztástudományi Társaság megalapításában, melynek örökös tiszteletbeli elnökévé választották. Tudományos és tudományszervező munkájáért több hazai és külföldi kitüntetésben részesült. Ezek között a legfontosabbak a Cvet Kromatográfiai Emlékérem (1979 és 1993), a Bruckner Győző-díj (2000), az MTA Eötvös-koszorú (2009) és a Magyar Elválasztástudományi Társaság Halász Medal Award kitüntetése (2009). 2000-ben aranydiplomát, 2010-ben gyémántdiplomát, 2015-ben vasdiplomát kapott.

Rendkívül gazdag életútja volt. Aktív éveitől is köztünk volt, mindig ellátott bennünket tanácsaival, és ha kellett, aggódott, hogyan alakul az elválasztástudomány jövője. Annak a nagy generációnak az egyik utolsó tagjaként távozott el, amely a gázkromatográfia és a nagyhatékonyságú folyadékkromatográfia úttörője volt. Halálával súlyos veszteség érte a magyar analitikustársadalmat. Emlékét tisztelettel megőrizzük.

Felinger Attila



Elhunyt Farsang György, az ELTE egyetemi tanára 84 évet élt

A Magyar Köztársasági Érdemrend lovagkeresztjével 2003-ban kitüntetett Farsang György, az MTA doktora 2019. november 2-án elhunyt. Hosszú, türelemmel viselt testi szenvedéstől és az elhagyatottságtól mentette fel az Úr, egy pesti kórház „krónikus belgyógyászati osztályán” lévő kis kórteremben. Hamvait a családja november 27-én helyezte örök nyugalomra szeretett felesége mellé az Árpád-házi Szent Erzsébet-plébániatemplom kriptájában.

Farsang György műszeres analitikát oktatott az egyetemen, szűkebb szakterülete az elektroanalitika volt. Kiemelkedő tevékenysége az elektrodimerizációs reakciók digitális szimulációjához kapcsolódott, melyben 81 kimagasló színvonalú publikációja jelent meg.

Farsang Györgyöt „tanár úrnak” szólítják a már szintén tanárkorú, megöszült egykori tanítványai és barátai is. Ha nincs jelen, akkor is. Ott tanított, ahol őt is oktatóvá, majd egyetemi tanárrá indította a híres Schulek-intézet, az ELTE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszéke. Egész alkotó életét a tanszéken töltötte, ahonnan hetvenéves korában vonult vissza. Figyelme és érdeklődése a társadalmi események, a szakmai, tudományos történések és egykori diákjai, majd barátai sorsa iránt rendkívüli volt, akár csak emlékezőképessége. A csendes és tárgyilagos szemlélődés és igazi, analitikusi alázattal művelt szorgalom jellemezte, és talán ez is oka annak, hogy a látványos, zajos siker és



a hivatalos elismerés ritkán adatott meg neki. Talán nem ismerte professzortársra, a szintén ELTE-s tanár, Kucsman Árpád idézetét: „Magyarországon nem szabad szerénynek lenni, mert komolyan veszik...” Farsang tanár úr néha úgy érezte, hogy a sors nem volt igazságos hozzá, de bizonyára azt is tudta, hogy az ezernyi tanítvány szeretete és emlékezete a legfontosabb. És ezek a tanítványok (vegyészek, tanárok, gyógyszer-

részek) ma is érdeklődve olvashatják gondolatait múltból és jelenről, lapunk 2011. évi, nyári számának 242–245. oldalán.

Sokan nem tudták, hogy fiatalkorában igen szépen hegedült mesterhegedűjén, és szülővárosában, Szombathelyen koncerteket is adott. Szegény családban született, de mindig kitűnő bizonyítványa az egyetemre juttatta, hasonlóan a közeli Vasszécsényben született mestere, majd legjobb barátja, Pungor Ernő akadémikushoz.

A komolyzene iránti rajongása könnyítette meg utolsó napjait is.

Nyugodjék békében!

Tömpe Péter



Messe München
Connecting Global Competence



ÚJ ÖTLETEK A JÖVŐ LABORATÓRIUMAI SZÁMÁRA

Itt tudhatja meg először, hogy mit hoz a holnap a laboratóriumoknak: a 27. labortechnikai, analitikai, biotechnológiai világvásár és analytica konferencia segít megmutatni az utat. A világ minden tájáról érkező kiállítók, szakértők prezentálják és vitatják meg a konkrét megoldásokat, releváns termékinnovációkat és digitális víziókat. Jöjjön el Ön is a világ legnagyobb laboratóriumába! analytica.de/en

Információ: Münchener Vásárlóképviselő, Promo Kft., Tel. 1/224-7764, messemunchen@promo.hu



analytica
we create lab

March 31–April 3, 2020 | analytica
March 31–April 2, 2020 | [analytica conference](http://analytica.conference)



TUDOMÁNYOS ÉLET

XIV. Környezetvédelmi Analitikai és Technológiai Konferencia (KAT2019)

és 62. Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés (62. MSV)

Balatonszárszó, 2019. november 11–13.

A 2017. évi, Debrecenben összehangoltan szervezett 60. MSV és KAT2017 konferencia kedvező tapasztalatait szem előtt tartva az MKE két szakosztályi szintű társaságának – a Környezetanalitikai és Technológiai Társaság és a Spektrokémiai Társaság – 2019-ben megújult vezetősége úgy döntött, hogy mindkét társaság 2019-ben esedékes konferenciáját ismét egy időben, azonos helyszínen, összehangoltan fogja megszervezni.



A megnyitó (balról: Braun Mihály, Abrankó László, Simonné Sarkadi Livia, Záray Gyula, Buzás Ilona)

A KAT2019 és a 62. MSV konferenciáknak ezúttal az balatonszárszói SDG (Soli Deo Gloria) Családi Hotel és Konferencia-központ adott otthont. Ez a helyszín elmélyült munkára alkalmas, kellemes, szép környezetet nyújtott az enyhe november színeiben pompázó Balaton-parti településen.

A bejelentett előadások témáit áttekintve a két konferencia szakmai előkészítő bizottságai megállapították, hogy az előadások jelentős része érdekes és értékes mindkét konferencia résztvevői számára, ezért abban állapodtak meg, hogy nem választják el párhuzamos szekciókra a két rendezvény programját. Ennek megfelelően a szekciókat mozaikszerűen elrendezve állították össze a programot a rendelkezésre álló időt maximálisan kihasználva.

A szokásos módon plenáris és szekció előadások hangzottak el. A programról a következőkben adunk rövid áttekintést.

Az alább felsorolt plenáris előadásokat hallgathatták meg a résztvevők:

Kucsera Sándor (Nemzeti Élelmiszer-biztonsági Hivatal, Élelmiszerlánc-biztonsági Laboratórium Igazgatóság): A NÉBIH és laboratóriumainak szerepe a környezeti elemek, a takarmányok és az élelmiszerek vizsgálatában;

Posta József (Debreceni Egyetem, Tájvédelmi és Környezetföldrajzi Tanszék): Az elemek periódusos rendszerének kémiai, tudománytörténeti és filozófiai jelentősége – a kémiai elemek periódusos rendszerének nemzetközi éve alkalmából.

A KAT2019 előadásai az alábbi szekciókban hangzottak el:

- Élelmiszerminőség és környezetvédelem (7 előadás, melyből az első Simonné Sarkadi Livia professzor asszony kiemelt,

30 perces előadása volt „A fehérjék, aminosavak és származékaik szerepe az élelmiszerminőségben” címmel)

- Analitikai módszerek szennyezettség és kémiai összetétel meghatározására (5 előadás)
- Informatikai eszközök a mérési adatok és vizsgálati eredmények értékeléséhez (2 előadás)
- Ifjúsági szekció (5 előadás: egy prezentáció egy budapesti, négy pedig egy debreceni középiskolából; a fiatalok egyike 2019-ben érettségizett, a többiek 12. évfolyamos középiskolások)
- Környezeti elemek összetételének és szennyezettségének meghatározása (6 előadás)
- Innovatív környezettechnológiai eljárások (7 előadás)

A 62. MSV előadásait az alábbi szekciókban hallgathattuk meg:

- Korszerű műszeres elemanalitikai módszerfejlesztések (5 előadás)
- Korszerű elemanalitikai módszerek környezeti és biológiai minták vizsgálatára (3 előadás)
- Infravörös és Raman spektroszkópiai alkalmazások (2 előadás)

A 62. MSV keretében rendezett 6. Kínai–Magyar Környezetvédelmi Szimpózium (6th Sino–Hungarian Symposium on Environmental Protection)

A három nap eseményeinek különös érdekességévé kiemelendő egy kínai–magyar szimpózium, amely az ELTE által elnyert TÉT-támogatás keretében folyó kínai–magyar kutatási együttműködés egyik mérföldköve is egyben. A szimpózium angol nyelven zajlott két szekcióban:

Remediációs stratégiák bányászatból származó szennyezések csökkentésére (Remediation strategies for mitigation of mining pollution): 6 előadás, melyből az első Jun Yao professzor asszony kiemelt, 30 perces összefoglaló előadása volt a bányászatból származó szennyezés remediációja területén folyó kínai–magyar tudományos együttműködésről;

Innovatív megközelítések a vízkezelésben (Innovative approaches for water treatment): 5 előadás.

E szimpózium programjának része volt az MKE Spektrokémiai Társaság 2019. évi Török Tibor-emlékérem kitüntetésének átadása Jun Yao professzor asszonynak tudományos munkássága és kínai–magyar szakmai együttműködések (magyar részről: ELTE, Szent István Egyetem, ATK Talajtani és Agrokémiai Intézet, illetve kínai részről: China University of Geosciences – Wuhan, China University of Geosciences – Beijing, Guangxi Zhuang

A Török Tibor-emlékérem átadása Prof. Yun Yaónak (balról: Záray Gyula, Yun Yao és Mihucz Viktor)





Autonomous Region Environmental Monitoring Center) előmozdításának elismeréseként.

A két konferencián a tudományos eredmények ismertetését összesen 10 poszter gazdagította.

Az érdeklődők figyelmébe ajánljuk, hogy a két rendezvény tudományos programja megtalálható mindkét konferencia honlapján a <http://www.mke.org.hu/KAT2019/>, illetve a <http://www.spektrokemia.mke.org.hu/> címen.

A szakmai előkészítő bizottságok tagjai ezúton is köszönetüket nyilvánítják az Egyesület titkárságának az előkészítésben és a lebonyolításban végzett, hagyományosan színvonalas, gondos, sokrétű munkájukért.

Mint már korábbi közleményünkben is említettük, a Magyar Spektrokémiai Vándorgyűlés évente, a Környezetvédelmi Analtikai és Technológiai Konferencia kétévenként kerül megrendezésre. A közös rendezvény zárásaként bejelentés hangzott el a KAT2021 megszervezésére, a szakmai előkészítő bizottságok elnökei és tagjai ezúton is kifejezik reményüket, hogy a jövőben is együttműködhet Egyesületünk e két társasága az aktuális rendezvények megszervezésében.

Buzás Ilona – Mihucz Viktor Gábor

36. alkalommal rendezték meg a Borsodi Vegyipari Napot

Miskolc, 2019. november 28.

Az MKE BAZ Megyei Területi Szervezete és a Miskolci Akadémiai Bizottság Vegyészet Szakbizottsága a hagyományoknak megfelelően a Magyar Tudomány Ünnepeinek hónapjában rendezte meg a Borsodi Vegyipari Napot.

A 36. BVN-nek ismét a patinás Miskolci Akadémiai Bizottság székháza adott otthont.

A rendezvényt Muránszky Gábor egyetemi docens, az MKE BAZ Megyei Területi Szervezetének elnöke nyitotta meg, majd Lengyel Attila, az MKE főtitkárhelyettese és Roósz András akadémikus, MAB-elnök is köszöntötte a résztvevőket.

A BVN szervezését idén is főként az MKE-munkacsoportok vezetői – Bánhidi Olivér, a Miskolci Egyetem Munkahelyi Csoport elnöke, Fekete Hedvig, a Mol Petrolkémia Munkahelyi Csoport elnöke és Tóthné Gaál Hella, a BorsodChem Munkahelyi Csoport elnöke – vállalták.

Paksy László köszöntése



A legfiatalabb előadók

hanem az utánpótlás kérdését előtérbe helyezve középiskolás és egyetemista hallgatók is beszámolhattak eredményeikről.

A délelőtti szekcióban a levezető elnök Muránszky Gábor volt, míg az ebédszünet után Lakatos János felügyelte a BVN programját.

Az alábbi előadások hangzottak el:

- Átverések nyomában: csodavizek, csodasók
Fábián István egyetemi tanár, Debreceni Egyetem
- Fenntartható poliuretánok, kutatások a Miskolci Egyetemen
Viskolcz Béla egyetemi tanár, Miskolci Egyetem
- Piacfejlesztés differenciált PU-termékek segítségével a Wanhua-BorsodChemnél
Béres Attila, Director Technical Service, BorsodChem Zrt.
- Izocianátok küzdelmei polioloikkal
Kéki Sándor egyetemi tanár, MTA doktora, Debreceni Egyetem
- A Mol Polyol Projekt kivitelezésének biztonságtechnikai kockázatai
Serfőző Kálmán, biztonságtechnikai felügyelő, Mol Nyrt., PhD-hallgató, Nemzeti Közszolgálati Egyetem
- Hagyományos és digitális eszközök a természettudományos oktatásban
Técsi Patrícia, Elekes Réka Anna és Kékedi Csongor, 8. osztályos tanulók, Lévay József Református Gimnázium és Diákotthon, felkészítő tanárok: Kerboltné Tóth Edit, Borosné Répási Rita és Dóka Erzsébet
- Természettudományos játszóház kicsiknek és nagyoknak
Veréb Zsolt 11. és Kónya Máté Bertalan 7. osztályos tanulók, Lévay József Református Gimnázium és Diákotthon, Felkészítő tanár: Dóka Erzsébet
- Gyémánt – volfrám-karbid – kobalt-hibrid kompozit előállítása CVD módszerrel. Miért működik a lehetetlen?
Rugóczy Péter, PhD-hallgató, Miskolci Egyetem

A rendezvény vonzerejét az is növelte, hogy nincs részvételi díja és mindenki számára nyitott.

A rendezvényt az MKE mellett a BorsodChem Zrt. és a Mol Petrolkémia támogatta.

A közel 60 résztvevő hasznos ismeretekkel gazdagodott, továbbá lehetőség volt az előadókkal való kötetlen beszélgetésre is.

**Magyar Kémikusok Egyesülete
BAZ Megyei Területi Szervezete**



Rövid tudósítás a 42. Kémikus Napról

Egyesületünk Bács-Kiskun Megyei Területi Szervezete 42. alkalommal szervezte meg a Kémikus Napot 2019. november 13-án. A rendezvény helyszíne a kecskeméti Bányai Júlia Gimnázium volt, mely a kémiaoktatás egyik régiós fellegvára; diákjai évtizedek óta folyamatosan jelen vannak, illetve helyezettek a középiskolai kémiaversenyek országos döntőin.



A 42. Kémikus Nap Kecskeméten, a Bányai Júlia Gimnáziumban

A Periódusos Rendszer Nemzetközi Évére tekintettel a fő programpont Lente Gábor egyetemi tanár „Periódusos rendszer extrákkal” című előadása volt. Előtte három kiselőadás hangzott el aktuális, illetve szélesebb közérdeklődésre számot tartó témákban: „Mikroelemek és az emberi szervezet” (Berényi Éva laborvezető, Kunszentmiklós Rendelőintézet), „Jártassági vizsgálatok (körvizsgálatok) a környezetvédelmi mérések és mintavételek területén Magyarországon” (Szegény Zsigmond osztályvezető, Wessling Nonprofit Kft.) és „Barangolások az elektrokémia területén: a napelemektől a Li-ion-akkumulátorokig” (Samu Gergely tudományos munkatárs, ELI–ALPS Lézeres Kutatóintézet) címmel.

A bányais program előtt Lente Gábor a Kecskeméti Református Gimnázium diákjai előtt is megtartotta előadását Tóth Imre igazgatóhelyettes, az MKE megyei exelnöke szervezésében. Így a két helyszínen összesen több mint kétszáz középiskolást sikerült bevonni a kémiát népszerűsítő programba.

Tekintettel arra, hogy a Kémikus Napot délután az Országos Diáklabor Konferencia követte, a közönség előtt is lehetőség nyílt megtekinteni a konferenciára előkészített iskolai laboratóriumot. Labancz István tanár úr nemcsak a legérdekesebb kísérletekből mutatott ízelítőt, hanem ismertette az idén általa indított nagyszerű kezdeményezést, a városi kémiaszakkör tevékenységét is, mely helyi vállalatok támogatásával kezdhetette meg működését.

Palotás Gábor

A HÓNAP HÍREI

A Varga József Műszaki Alkotói Díj átadása

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Kémiai Tudományos Bizottsága ünnepi ülését 2019. december 5-én tartotta Veszprémben az MTA VEAB Székház Nagytermében. Az ülésen került sor a 2019-ben odaítélt Varga József Műszaki Alkotói Díj átadá-

sára. A Varga József Díj Tudományos Tanácsának javaslatára az MTA Kémiai Tudományok Osztálya ez évben Baladincz Jenőnek (Mol Nyrt.) adományozta a díjat.

Baladincz Jenő okl. vegyészmérnök, kutató-tervező-fejlesztő szakmérnök, a magyar és a nemzetközi adalék-, kenőanyag- és finomítói ipar kiemelkedő és elismert szereplője. Neve szorosan összefonódik a szukcinimid típusú hamumentes detergens-diszpergens adalékcsalád kifejlesztésével, a laboratóriumi méretekűl a méretnövelési lépéseken és az ipari megvalósításon keresztül a termékek kereskedelmi forgalomba hozataláig. Szakmai felkészültsége, újító tevékenysége nagyban hozzájárult ahhoz, hogy a komáromi és almásfüzitői kenőanyag- és adalékgyártás világszerte elismertté váljon.

Az ülés elején Rippelné Pethő Dóra, az MKTB titkára ismertette Baladincz Jenő szakmai önéletrajzát. A díjat Szépvölgyi János, a Varga József Díj Tudományos Tanácsának elnöke és Hancsók Jenő, a Varga József Díj Alapítvány Kuratóriumának elnöke adta át. Az átadást követően a díjazott színvonalas előadásban mutatta be eddigi munkásságát, „Adalékok az olajiparhoz” címmel.

Rippelné Pethő Dóra

KITÜNTETÉSEK

Gábor Dénes-díjak

A Novofer Alapítvány által alapított, 31. alkalommal átadott Gábor Dénes-díjban és -életműdíjban 2019-ben összesen tizenegyen részesültek, köztük két határon túli magyar tudós, kutató és fel-találó.

Janáky Csaba, a Szegedi Tudományegyetem egyetemi do-cense, az MTA és az Egyetem Fotelektrokémiai Kutatócsoport-jának vezetője, a fotelektrokémia kutatások területén végzett munkásságáért kapott Gábor Dénes-díjat.

Laszlovszky István szakgyógyszerész, a Richter Gedeon Nyrt. klinikai projektkoordinátora, több évtizedes non-klinikai és klinikai kutató-fejlesztő tevékenységéért, a kiemelkedően széles körű szakmai publikációs és oktatói tevékenységéért vehette át a díjat.



Gábor Dénes-életműdíjat kapott

Szigethy Dezső okleveles vegyész, közgazdász, a Technoorg Linda Tudományos Műszaki Fejlesztő Kft. ügyvezetője és alapít-ója, közel negyvenéves sikeres kutatói és innovációs üzleti mun-kásságáért,

Bartha László vegyészmérnök, a Veszprémi Egyetem nyu-galmazott tanszékvezetője a szénhidrogén-ipari adalékok kuta-tása, valamint a polimer- és gumihulladékok kémiai és mechani-

kai újrahasznosítása terén végzett sikeres munkája miatt, továbbá a mérnökképzésében betöltött több évtizedes példamutató munkásságáért.

Magyar kitüntetett a R&D TOP 100 (USA) díjazottak között

Idén októberben a ThalesNano Energy Zrt. és a Szegedi Tudományegyetem (SZTE) közös fejlesztésű hidrogénreaktora, a H-Genie® is kiérdemelte a nagy presztízsű R&D TOP 100 (USA) díjat, amellyel beválasztották a világ 2019-es száz legjelentősebb és leginnovatívabb terméke közé.



Balról: az adományozó képviselője, Darvas Ferenc (Thalesnano), Richard Jones (Thalesnano) és Janáky Csaba (SZTE)

A H-Genie® jelenleg az egyetlen piacon lévő laboratóriumi reaktor, amely egy szabadalmaztatott technológia segítségével nagyon nagy nyomású hidrogént állít elő kompresszor nélkül. E kompakt berendezés komoly alternatívát nyújt a hagyományos hidrogénpalackokkal szemben, és a biztonságtechnika szempontjából is valóban áttörést jelentő megoldás, hiszen várhatóan 15–20 év múlva a hidrogénpalackok teljesen eltűnnek a laboratóriumokból. 2018-as piacra vitele óta a H-Genie® világszerte már számos országban működik, s a berendezés csak egyike azon innovatív technológiáknak, amelyeket az elkövetkező öt évben terveznek kifejleszteni és piacosítani. A ThalesNano Energy Zrt. partnerével, a Szegedi Tudományegyetemmel jelenleg a technológia léptéknövelésén, illetve a berendezés adaptálásán dolgozik szén-dioxid értékes anyagokká történő átalakításához mind földi környezetben, mind úripari alkalmazások tekintetében.

Rátz Tanár Úr Életműdíjak

2019-ben 19. alkalommal adták át a híres pedagógus, több világhírű magyar tudós tudományos karrierjét is elindító Rátz László tanár úrról elnevezett életműdíjakat. Az Ericsson Magyarország, a Graphisoft és a Richter Gedeon Nyrt. által alapított díj célja, hogy elismerje a természettudományos oktatás területén kiemelkedő teljesítményt nyújtó pedagógusok munkáját és egyben felhívja a figyelmet a természettudományos oktatás fontosságára.

„Hihetetlenül büszke vagyok, hogy az elmúlt 19 évben 144, a reáltárgyak oktatásában kiemelkedő pedagógust több mint 174 millió forinttal támogathattunk. A mai tudásalapú társadalomban kiemelten fontos, hogy a jövő generációi megfelelő tudást kapjanak, ennek pedig fontos eleme, hogy elismerjük a diákjainkért és a tudományok népszerűsítéséért fáradhatatlanul dolgozó pedagógusokat” – jelentette ki Kroó Norbert akadémikus, az Alapítvány a Magyar Természettudományos Oktatásért kuratóriumának elnöke.

A Rátz Tanár Úr Életműdíjban részesült tanárok:

Matematika: **Bíró Bálint**, Eger, Egri Szilágyi Erzsébet Gimnázium és Kollégium, **Kovács Csongorné**, Budapest, Budapesti Fazekas Mihály Gyakorló Általános Iskola és Gimnázium.

Fizika: **Győri István**, Szeged, Ságvári Endre Gyakorló Gimnázium (SZTE Gyakorló Gimnázium és Általános Iskola), **Horváthné Fazekas Erika**, Szeged, SZTE Juhász Gyula Gyakorló Általános és Alapfokú Művészeti Iskolája.

Biológia: **Kardon Ferenc**, Budapest, Budapest-Fasori Evangélikus Gimnázium, **Székely Andrásné**, Szabadbattyán, Batthyány Lajos Általános Iskola.

Kémia: **Mostbacher Éva**, Pécs, Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnáziuma és Kollégiuma, **Martonné Ruzsa Valéria**, Szombathely, Paragvári Utcai Általános Iskola.

Mostbacher Éva elmondta: „Nem pedagógus családból származom, így igazából belülről soha nem láttam, mi mindennel jár ez a gyönyörű hivatás, ennek ellenére mióta az eszemet tudom, erre a pályára készültem. A természettudományok iránti szeretetem viszont a családból származik. Édesapám vegyész volt, ezért a családi beszélgetések állandó témái voltak a kémiai problémák és az ezek megoldásához vezető utak latolgatása. Már gyerekként érdeklődve, csodálattal hallgattam ezeket a beszámolókat, és nagyon vágytam arra, hogy idővel ne csak passzív hallgatója, hanem értő, aktív részese lehessen ezeknek a beszélgetéseknek.

A kémiaórán ugyanúgy, mint minden más órán, meg kell teremteni a kölcsönös bizalmat és tiszteletet alapuló, elfogadó, nyugodt, barátságos légkört. A tanóra sikere szempontjából az első néhány perc meghatározó, ezért nagyon fontos a felütés, egy olyan témához kapcsolódó probléma megfogalmazása, mely felkelti a tanulók érdeklődését. Ha a tanórán a diákok nemcsak álmélkodtak, hanem elmélkedtek is, fejlődött a gondolkodásuk, vitakészségük, és sikerült őket lázba hozni, akkor úgy gondolom, elértük a célunkat.”

Martonné Ruzsa Valéria gondolatai: „Nekem a tanítás elsősorban napi sikereket, megoldandó problémahelyzeteket, érdek-

A kitüntetettek és az adományozók





lódó, kíváncsi tanítványokat adott, és a folyamatos megújulási kényszert a szakmai és a pedagógiai ismeretek terén.

A leendő kollégáknak azt üzenném, hogy tartsák életben a gyerekek meglévő, alapvető kíváncsiságot. A tudományos és szakmai ismereteket közelítsék, ágyazzák bele a mindennapok problémáiba. Adjanak teret és időt a tanulóknak a saját élményen, saját tapasztaláson alapuló tanulásra! És nem utolsósorban legyenek érzékenyek és nyitottak az általuk tanított gyerekek különböző személyiségére, próbálják a nagyon tehetséges és a kémia iránt kevésbé érdeklődő diákokhoz is megtalálni azokat a tanítási módszereket, amelyekkel a saját szintjükön többször, kevesebbszer, de sikerélményhez juthatnak a tanítványaik.”

Engedtessek meg néhány személyes gondolat is. Az év végi díjátadások mindig felemelő események a résztvevők számára is. Az oktatást az év közben érő megannyi sorscsep után jólesik látni a hivatásukért elkötelezett pedagógusokat, maghatott valomásukat pályájukról, hallani a tanítványok elismerő szavait, a tanárok fáradozásaiért adott sok-sok szeretetet, a pénzben ki nem fejezhető elismerést, megbecsülést. Jó látni azt is, hogy vannak az országban olyan szervezetek, kezdeményezések, és ezek közül a Rátz Tanár Úr Életműdíj kiemelkedik (a tanárok között az elérhető legnagyobb presztízssűnek tekintett díj), amelyek szívükön viselik a természettudományos oktatásban kimagasló, a tantárgyaik népszerűsítésében és a tehetséggondozásban maradandót alkotó pedagógusok anyagi elismerését is.

Az elmúlt közel két évtized alatt a négy szakterületen díjazottak névsorát lapozgatva két gondolat fogalmazódott meg a kollégákkal beszélgetve, a díjátadót követő fogadás alatt. Az egyes szakterületek kor- és területi eloszlása mutat némi aránytalanságot. Egyes szakterületeken, mintha a kor kicsit alacsonyabb volna az „életműdíj” elnevezéshez, illetve az egyes felsőoktatási intézmények oktatóinak reprezentáltsága is mutat némi egyenlenséget a különböző szakmák képviselőitében a szakterületeken. Persze ez lehet véletlen, de lehet a nem kellő odafigyelés eredménye is a legjobb, legodaadóbb kollégák kitüntetésre való felterjesztése idején. Mírajtunk is múlik, hogy ez a díj megőrizze rangját, és továbbra is azzal a felemelő érzéssel köszöntsük a Rátz Tanár Úr Életműdíjasokat, mint eddig mindig.

Köszönjük az Adományozóknak, és gratulálunk az idei Díjazottaknak!

Kiss Tamás

OKTATÁS

16. Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpia

Doha, Katar, 2019. december 3–12.

A Nemzetközi Junior Természettudományi Diákolimpiát (International Junior Science Olympiad, röviden IJSO) 2004-ben Indonézia alapította. A versenyen való részvétel egyik leglényegesebb kritériuma, hogy csak 16. évüket be nem töltött diákok indulhatnak. Magyarországon ez azt jelenti, hogy érdemben a középiskolát épp elkezdő, illetve szerencsés esetben egyes 10. osztályos középiskolások, kivételes esetben igen tehetséges 8. osztályos általános iskolások versenyezhetnek.

A versenyen elvileg egyenlő arányban szerepel a három természettudományos tantárgy (fizika, kémia, biológia), így azoknak, akik több tárgybán is járatosak, a felkészítőt kevesebbet kell hozzátanulniuk. A versenyfelkészítőre azokat a diákokat hívtuk,

akik a versenyt megelőző tanévben egy vagy több természettudományi országos verseny döntőjébe jutottak. Korábban egy ilyen egzotikus utazás akár 25 – természettudományokban jártas – diák fantáziáját is megfogta. Ebben az évben 21 diák jelentkezett a júniusi felkészítőre, de már csak 19-en jelentek meg a felkészítő első napján, és a nyár folyamán további négy diák adta fel az első válogatón való megmérettetést.

Ezt az olimpiát az oktatási kormányzat 2007 és 2017 között anyagi segítséggel is támogatta. A versenyek támogatási rendszerének átalakulása után idén a Nemzeti Tehetség Program ide illő programjából kaptunk támogatást. A repülőket menetrendje miatt egy nappal korábban utaztunk, de a szervezők az extra éjszakáért nem kértek külön térítést. A Richter Gedeon Nyrt. a verseny elejétől fogva jelentős anyagi támogatást nyújt a csapatnak. További támogatóink: az Emberi Erőforrások Minisztériuma, az Emberierőforrás Támogatáskezelője által megítélt Nemzeti Tehetség Program NTP-NTMV-19-B-0007 pályázati támogatása és a Servier Kutatóintézet Zrt. Az utazás anyagi oldalának kezelését, illetve a pályázatok lebonyolítását az MKE végzi, ami óriási segítséget jelent a csapat számára.

A versenyre való felkészítést ebben az évben is júniusban kezdtük meg, mivel a megtanulandó tananyag olyan nagy, hogy az őszi felkészítés nem elegendő. 11 diák került a felkészítő következő szakaszába, akiket szeptemberben és októberben minden hétfővégén – és néhány esetben hétközben is – a korábbi versenyek tapasztalatai és a követelmények alapján az ELTE Apáczai Csere János Gimnáziumban készítettünk fel: Gyertyán Attila fizikából, Ács Zoltán biológiából, Villányi Attila és Vörös Tamás kémiából. Az október végén kialakult hatfős csapat a további elméleti felkészítő mellett kipróbálhatta a gyakorlati forduló team-munkáját is.

Az idei magyar csapat tagjai (az elért pontszámok csökkenő sorrendjében): *Csonka Illés*, a pécsi Ciszterci Rend Nagy Lajos Gimnázium 8. osztályos tanulója, *Farkas Izabella Fruzsina*, a Budapesti Fazekas Mihály Általános Iskola és Gimnázium 10. osztályos tanulója, *Dóra Márton*, az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium 10. osztályos tanulója, *Szépvolgyi Gergely*, a budapesti Veres Péter Gimnázium 10. osztályos tanulója, *Szabó Márton*, a szeghalmi Péter András Gimnázium és Kollégium 9. osztályos tanulója, *Papp Marcell*, az ELTE Apáczai Csere János Gyakorló Gimnázium és Kollégium 9. osztályos tanulója.

A csapat december 2-án indult el a Qatar Airways közvetlen járatával Dohába. Az érkezéstől az utolsó napig a szervezők biztosították a csapat transzferét, szállását és teljes ellátását.

A kísérő tanárokból álló nemzetközi zsűri a verseny második, negyedik és hatodik napján vitatta meg az egyes fordulók feladatait, majd minden ország tanárai kora hajnalig fordították a saját nyelvükre a feladatlapokat, másnap pedig a diákok versenyeztek. A harmadik, gyakorlati fordulót a hetedik napon a diákok csapatmunkában oldották meg.

Ebben az évben igyekeztek integrálni a szervezők a fizikai, kémiai és biológiai témájú feladatokat, bár ez az első fordulón csak a három tárgyhoz tartozó kérdések sorrendjének összekeverését jelentette. Az elméleti fordulón már valódi próbálkozás történt az egy téma köré csoportosított kémia-, biológia- és fizikafeladatok készítésére, ami a várthoz képest nem is sikerült annyira rosszul. A kémiafeladatok többsége nem volt túl könnyű, de nem is volt túlságosan nehéz.

Újításként az első, feleltválasztásos fordulót online formában tervezték megoldani. Egy relatíve jól működő szoftverben kellett fordítanunk a kérdéseket, bár a képlet- és egyenletszerkesztő nem volt túlságosan felhasználóbarát. Szerencsére a verseny nem-



A 16. IJSO magyar csapata. Balról: Szabó Márton (ezüst), Csonka Illés (bronz), Villányi Attila, Dóra Márton (ezüst), Herold Viktor külgazdasági attasé, Farkas Izabella (arany), Gyertyán Attila, Szépvölgyi Gergely (ezüst), Papp Marcell (bronz)

A CSAPAT TÁMOGATÓI:



zetközi végrehajtó bizottsága azért elérte, hogy minden csapat készítsen nyomtatott verziót is, hátha a gyerekek oldalán nem fog simán menni az online verseny, amire később szükség is volt.

A feladatok megvitatását egy idősebb hölgy vezette, akiről azt is megtudtuk, hogy rokonságban áll az uralkodó emír családjával. Ennek megfelelően elég nehezen fogadta a kritikát, és a hölgy gyakran – nagyon ügyesen – lesepert minden módosítási javaslatot. Furcsa volt, hogy a feleletválasztásos teszteknel, ha valamilyen kifogás merült fel, nem lehetett módosítani a helyes válasz betűjelét, inkább a válaszokat kellett úgy módosítani, hogy ugyanaz maradjon a választandó betűjel. Ennek rövidesen megsejthettük a magyarázatát is. A verseny felénél megjelent egy olyan újságcikk, amely többek között arról szólt, hogy a katarai csapat (vagy inkább csapatok, mivelhogy egy hivatalos csapat mellett még három másikat is indítottak) rengeteg arany- és ezüstéremre számít „a korábbi években szerzett rengeteg éremre való tekintettel”. (Katar valójában mindössze az utóbbi két évben vett részt a versenyen, és mindkét évben egy-egy bronzérmet szereztek.)

A gyakorlati forduló biológiafeladatai a rendelkezésre álló időhöz képest túl könnyűek voltak, a kémiafeladat korrektnek tűnő komplexometriás titrálás volt, a fizikafeladat ugyan e korosztálynak megfelelő problémát tárgyalt, viszont a módszer hibaha-

tára és a kimérendő értékek közti különbség közel azonos volt, így a végeredményre kapott pont gyakorlatilag a véletlen múlt. A titrálás eredményeloszlásáról semmilyen információt nem kaptunk, így tulajdonképpen nem tudjuk, hogy mit rontottak el a diákjaink. A katariak ráadásul előszedtek olyan kiértékelési módszereket, amelyek ugyan benne vannak a követelményekben, de eddig soha nem kérdezték egyetlen versenyen sem, így az országok nagy része (az ázsiaiakat kivéve) nem számoltatott a titrálási eredményekből szórás. Végül annyit sikerült elérnünk, hogy a szórás képlete bekerült a feladatlapba, ám a benne szereplő változók magyarázata nélkül.

A versenyzők a versenyek közti napokban, a tanárok a diákok versenynapjain vettek részt különféle programokon. A katarai szervezés nagyon hierarchikus és nagyon körülményes volt. Az egyetlen lány diákunkat – az arab kultúra hagyományainak megfelelően – mindig külön szállították mindenhova, de az öt fiú közül is kettőnek más volt a kísérelője (akinek volt persze további négy, más országokból való diákja). Ettől minden program meglehetősen kuszává vált.

A szervezők rendelkezésünkre bocsátották a versenyzőink megoldásának már általuk értékelte másolatait. Az értékelés nagyrészt megfelelően történt. Jól láthatóan az első javító munkáját egy felülbíró is ellenőrizte. A végleges hivatalos javítókulcsot és a laborfeladatok értékelését csak a moderálás napjának reggelén kaptuk meg, de abban a kémiamérések értékeléséről semmilyen adat nem szerepelt. Így kezdődött meg a pontegyeztetés. Több párhuzamos bizottság működött, és rövidesen kiderült, hogy szinte senki nem kapott felhatalmazást a pontváltoztatásra. Ehhez hozzájárult az is, hogy a bizottsági tagok egy része teljesen inkompetens volt, nem látta át az alternatív megoldási módokat, csak a hivatalos javítókulcs szerinti megoldást ismételte. Minden pontért meg kellett küzdenünk, de azt mondhatjuk, hogy a kért pontok többségét sikerült megszereznünk.

A pontegyeztetés estéjére kialakult a végleges sorrend, és ez alapján a nemzetközi zsűri egyetértésével megtörtént a ponthúzás. Az idei versenyen 55 ország 322 hivatalos versenyzője, a vendégországokkal együtt 70 ország 409 versenyzője mérte össze tudását. Ebben az évben is valamennyi diákunk éremmel tért haza.

Az idei magyar csapat tagjainak eredménye: Farkas Izabella *arany*-, Dóra Márton, Szépvölgyi Gergely és Szabó Márton *ezüst*-, Csonka Illés és Papp Marcell *bronzérmet* szereztek.

Évek óta gondot okoz, hogy kevés ország vállalja ennek a versenynek a megszervezését. A versenyszabályzat szerint egy ország akkor lesz hivatalosan tagja a versenynek, ha előzőleg egy alkalommal az ország képviselőjében valaki megfigyelőként vett részt a versenyen. Az elmúlt években viszonylag gyorsan növekedett a részt vevő országok száma, de a létszám bizonytalansága abban is megmutatkozik, hogy különféle politikai vagy gazdasági okok miatt egy-egy ország egy-két évig kimarad a versenyből, majd újra megjelenik. A verseny szervezőinek ezzel is kalkulálniuk kell. Egy adott évben – a versenyszabályzat alapján – a szervező ország meghívhat vendégországokat is a versenyre. A vendégdíjakok kapnak érmet is, de eredményük nem számít a hivatalos versenylista rangsorában. Viszont azzal eddig senki nem számolt, hogy a vendégországgént való részvétel egyben megfigyelőségnek is számít, így a következő évtől az adott ország már rendes tagja a versenynek. Katar – gyakorlatilag a versenybizottság megkerülésével, illetve hozzájárulása nélkül – idén 15 vendégországot hívott meg, ezzel a jövő évi versenyen akár 70



ország is jogosult lenne a részvételre. A jövő évi szervező Németország viszont már lefixálta a helyszíneket, maximum 50 ország részvételi lehetőségét biztosítva, amin változtatni nem lehet. Így a jövő évben a Katar által meghívott 15 ország biztosan nem vehet részt, de az 55 ország közül is ötöt ki kell zárniuk. Erre a nemzetközi bizottság pontrendszerrel alakított ki, amelyben számításba veszik, hogy az adott ország hány éve tagja a versenynek, illetve nagy előnyt jelent, ha már maga az ország szervezett is korábban IJSO-t. Magyarország nagy előnye, hogy minden évben részt vett a versenyen, hátránya viszont, hogy eddig egyszer sem sikerült megrendeznünk az IJSO-t. A rangsorról tavasszal tájékoztat bennünket a versenybizottság, de úgy gondoljuk, nem fogunk kiesni az ötvenes keretből.

Az IJSO 2020-ban tehát Németországban folytatódik, 2021-et viszont ismét egy épphogy csak becsatlakozott, ámde gazdag ország, az Egyesült Arab Emírátságok vállalta. Ők – politikai konfliktus miatt – idén nem vettek részt a versenyen, csak elküldték a verseny szervezésével kapcsolatos terveiket, amely szerint ők már akár 80–90 országot is fogadnának. Ez viszont azt jelentené, hogy a 2022-es szervezőnek ennyi országot kellene vendégül látnia. Az az év viszont még üres: az ősz folyamán a versenybizottság elnöke levélben kereste meg az EMMI-t, hogy felkérje Magyarországot a 2022-es verseny megszervezésére. Erre eddig még semmilyen választ nem kaptunk a Minisztériumból, viszont az elgondolkodtató, hogy közel 100 ország esetén az 500–600 diák laborfoglalkozásának lebonyolítására lehetne-e egyáltalán helyet biztosítani.

Idén végül 322 hivatalos versenyző versenyzett, a vendégországokkal együtt összesen 409-en vettek részt a versenyen.

Ebbe beleszámít a Katar által elindított négy csapat 24 diákja is.

Katar a szokásokkal ellentétben nem publikálta az érmet szerzett diákok neveit, és csak több héttel később került fel a honlapra az országok által szerzett érmek listája. Ebből tudtuk meg, hogy a katar diákok egy arany-, öt ezüst- és tizenkét bronzérmes szerezték. Közülük a hivatalos csapatnak a magyar csapattal azonos az éremleosztása. Arra is fény derült, hogy a 322 hivatalos versenyző alapján számított 32 aranyérembe két kanadai vendégversenyző is bekerült. India és Tajvan szerzett hat aranyérmes, közülük India ért el magasabb összpontszámot.

Magyarország az egy arany-, három ezüst- és két bronzérmesével – Románia után – az Európai Unió második legjobb országaként végzett.

Villányi Attila

.....

HÍREK AZ IPARBÓL

Vegyipari mozaik

Jövőbiztos vállalat. A HR Festet szervezőcsapat a Microsofttal közösen új szakmai díjkategóriát alapított a HR Best-díjak sorában. Az új, Future Proof Organisations, azaz Jövőbiztos szervezetek nevű kategória életre hívásának célja, hogy megtalálják és elismerjék azokat a vállalatokat, amelyek elindultak a digitális transzformáció irányába. Az Egis e területen nyújtott eredményeit az idei HR Fest rendezvény keretében ezüstéremmel jutalmazták.

A vállalat a díjat az O365 elnevezésű, a hatékonyságnövelést és a vállalatban belüli együttműködést a technológián keresztül támogató projektért, az annak keretében zajló változásmenedzsmentért érdemelte ki. A projekt három szakaszból áll: az első a

technológiai háttér biztosításáról, a második a mindset, azaz a gondolkodási sémák, attitűd megváltoztatásáról szolt – ezek részben már lezárultak. A harmadik, jelenleg is futó etap lényege, hogy a munkatársak felismerjék a munkafolyamataikban, hogy miképpen segítheti a technológia, a digitalizáció mindennapjait: munkájuk hatékonyságát, az osztályok, csapatok közti együttműködést – méghozzá cégre, csapatra, sőt, személyre szabottan, élményszerűen.

Az Egis társadalmi felelősségvállalását is elismerték. A Magyar Üzleti Felelősség Díját a CSR Hungary nevű szervezet alapította. Az Egis a „Belső CS megoldások” kategóriában kapott elismerést, amelyhez egy két évre szóló védjegyhasználati jog is kapcsolódik. (Egis)



RICHTER GEDEON

25 éve kezdték meg a kereskedést a tőzsdén a Richter részvényeivel. A társaság részvényeinek árfolyama a bevezetés óta



44-szeresére emelkedett, ami nemcsak a hazai tőzsde, hanem a magyar nemzetgazdaság szempontjából is egyedülálló sikertörténetnek bizonyult. Az elmúlt két és fél évtizedben a cég olyan innovatív mul-

tinacionális vállalattá nőtte ki magát, amely ipartörténetet írva, partnere révén az amerikai piacra is be tudott vezetni egy azóta is rendkívüli sikernek örvendő originalis készítményt. Minde mellett a cég globálisan is meghatározó szereplővé tudott válni a nőgyógyászatban, és a közelmúltban saját fejlesztésű készítményrel is belépett a gyógyszeripar leggyorsabban fejlődő szegmensébe, a biológikumok piacára.

1994. november 9-én kezdődött meg a tőzsdei kereskedés a Richter Gedeon Nyrt. részvényeivel a Budapesti Értéktőzsdén 1330 forintos bevezetési áron, amely a 2013-as 1:10 arányú részvényfelosztást (split) követően, a részvényfelosztás utáni árfolyamon 133 forintnak felel meg. Bevezetése óta a vállalat papírjai a BUX index harmadik legnagyobb súlyú részvényévé váltak, a Richter értéke az aktuális tőzsdei árfolyamon mintegy 1100 milliárd forint. A tőzsdére lépés óta a vállalat részvényeinek árfolyama 44-szeresére, az egy részvényre jutó osztalék pedig 16,7-szeresére (100 Ft) nőtt, a cég eddig összesen 232,5 milliárd forintnyi osztalékot fizetett törzsrészvényei után.

Nemcsak a tőzsdei intézményi és magánbefektetők szempontjából, de nemzetgazdasági szerepét tekintve is sikertörténetnek számít a Richter elmúlt 25 éve. Árbevétele 1994 óta 21-szeresére nőtt, 2018-ban 445,5 milliárd forint ért el. Az adózott eredmény 8,6-szorosára bővült, 2018-ban 36,2 milliárd forint volt. A Richter alkalmazottainak számában is jelentős növekedés volt tapasztalható: 2018-ban 12 667 főt foglalkoztatott a cég az 1994-es 4 és fél ezerhez képest.



Junior Prima Díjasok. 2019-ben tízen nyerték el a Junior Prima Díj Magyar Fejlesztési Bank által támogatott „Magyar Tudomány” kategória elismerését. A primák legfeljebb 33 évesek, és kiemelkedő kutatási eredmény, komoly publikációs tevékenység, sőt a legtöbb esetben már nemzetközi szakmai elismertség áll a hátuk mögött. A díjazott vegyészek: **Bajusz Dávid, Endrődi Balázs, Osváth Zsófia.**

Ritz Ferenc összeállítása



MKE-hírek

LII. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny

2020. április 3–5. Debrecen

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ: <http://www.irinyiverseny.mke.org.hu/>

XVIII. Országos Diákvegyész Napok

2020. április 17–18. Sárospataki Református Kollégium Gimnáziuma
Sárospatak, Rákóczi út 1.

A jelentkezési lap az iskola honlapjáról letölthető:

www.reformatus-sp.sulinet.hu

TOVÁBBI INFORMÁCIÓ KÉRHETŐ: Búzásné Nagy Gabriella,

refi@reformatus-sp.sulinet.hu

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

702 125 forintot

utal át a NAV Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásait, köszönjük, hogy egyetértene a kémia oktatásáért és népszerűsítéséért kifejtett munkákkal. A felajánlott összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, valamint a 2019-ben tizenegyedszer megrendezett Kémiaábrát egyes költségeinek fedezésére használtuk fel, valamint arra a célra, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő, határon túli honfitársunkhoz.

Ezúton is kérjük, hogy a 2019. évi SZJA bevallásakor – értékelve törekvéseinket – éljenek a lehetőséggel, és személyi jövedelemadójuk 1%-át ajánlják fel az erre vonatkozó Rendelkező nyilatkozat kitöltésével.

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

Az MKE adószáma: 19815819-2-41

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

Terveink szerint 2020-ban az így befolyt összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az LII. Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, a XVIII. Országos Diákvegyész Napok, valamint a 2020-ban tizenkettedszer szervezendő Kémiaábrát egyes költségeinek fedezésére használjuk fel.

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

MKE egyéni tagdíj (2020)

Kérjük tisztelt tagtársainkat, hogy a **2020. évi tagdíj** befizetéséről szíveskedjenek gondoskodni annak érdekében, hogy a Magyar Kémikusok Lapját 2020 januárjától is zavartalanul postázhassuk Önöknek. A tagdíj összege az egyes tagdíjkategóriák szerint az alábbi:

• alaptagdíj:	10 000 Ft/fő/év
• nyugdíjas (50%):	5000 Ft/fő/év
• közoktatásban dolgozó kémiatanár (50%)	5000 Ft/fő/év
• ifjúsági tag (25%):	2500 Ft/fő/év
• gyesen lévő (25%)	2500 Ft/fő/év

Tagdíjbefizetési lehetőségek:

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

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

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

Előfizetés a Magyar Kémiai Folyóirat 2020. évi számaira

A Magyar Kémiai Folyóirat 2020. évi díja fizető egyesületi tagjaink számára 1400 Ft. Kérjük, hogy az előfizetési díjat a tagdíjjal együtt szíveskedjenek befizetni. Lehetőség van átutalással rendezni az előfizetést a Titkárság által küldött számla ellenében. Kérjük, jelezzék az erre vonatkozó igényüket!

Köszönetet mondunk mindenkinek, aki 2019-ben kettős előfizetéssel hozzájárult a határon túli magyar kémikusoknak küldött Folyóirat terjesztési költségeihez. Kérjük, aki teheti, 2020-ban is csatlakozzon a kettős előfizetés akcióhoz.

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXXV. No. 2. February

CONTENTS

<i>It's a pleasure to explain unusual phenomena with computational QC. An interview with Professor Péter Szalay</i>	38
TAMÁS KISS	
<i>Definition and application of ethanol equivalent: sustainability performance metrics for biomass conversion to chemicals</i>	41
EDIT CSÉFALVAY, ISTVÁN T. HORVÁTH	
<i>Heat transfer equipment in petroleum industry</i>	48
ANTAL ZÁDORI	
Nobel prizes 2019	
<i>Chemistry</i>	49
GYÖRGY INZELT	
<i>Physiology or Medicine</i>	52
TAMÁS CSONT	
<i>Physics</i>	54
TAMÁS SZALAI	
<i>Hungarian schools: can they always make do?</i>	
<i>A school director's thoughts</i>	56
TIBOR LÁZÁR	
Cloud Poking	
<i>„Oxygenated water”</i>	58
DEZSŐ CSUPOR	
<i>From homo ludens to tennis. The materials chemistry of tennis rackets</i>	59
TIBOR BRAUN	
<i>Chembits</i>	62
GÁBOR LENTE	
<i>Obituaries</i>	64
<i>The Society's Life</i>	66
<i>News of the Month</i>	69

Egy drámaian más ICP-MS

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

nyomelem analízisre

• thermofisher.com/icaprq



iCE 3000 AA család
Innovatív dizájn, automatikus váltás a láng és grafitkernye üzem módok között



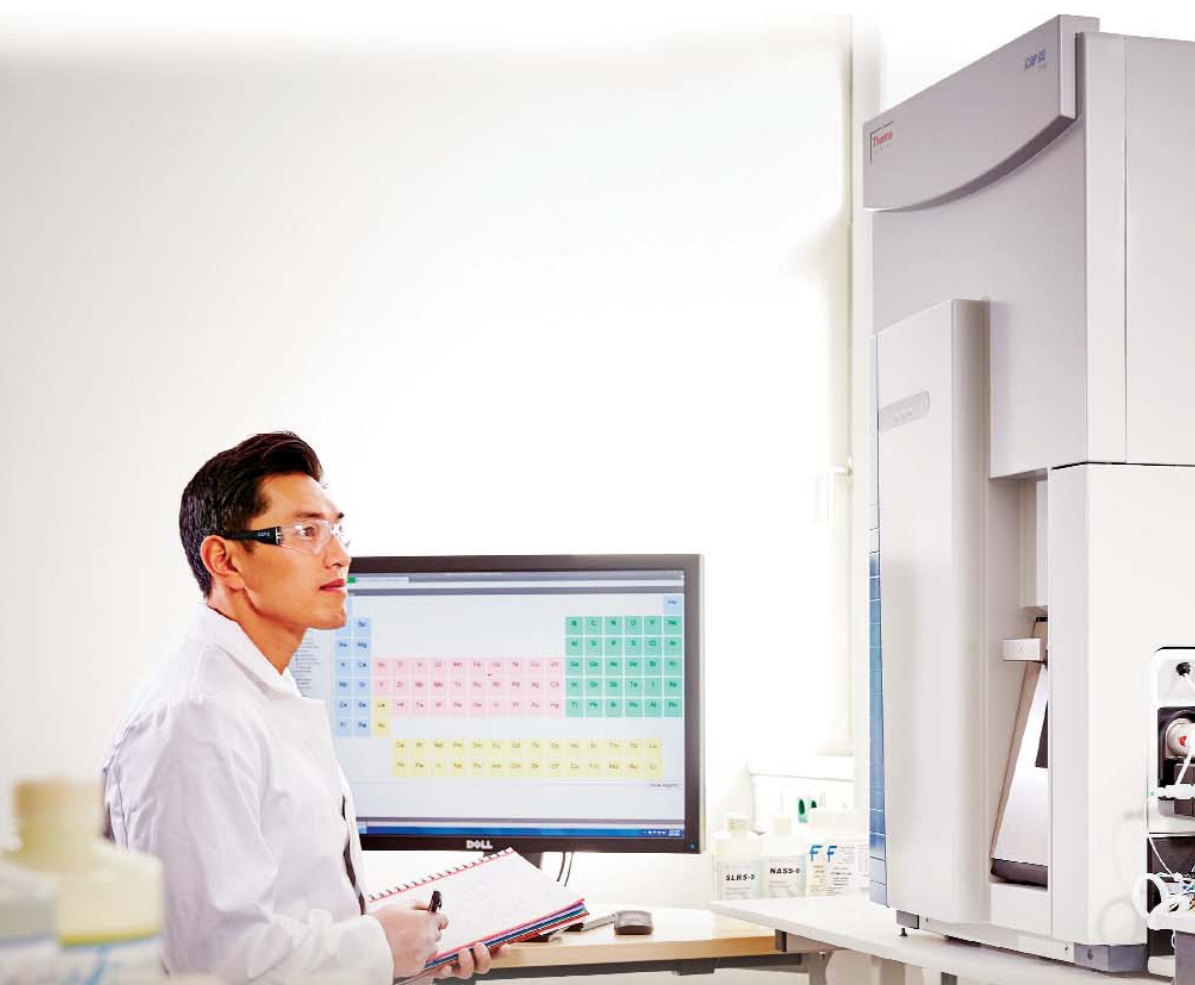
iCAP 7000 Plus ICP-OES család
Az elérhető legnagyobb teljesítményű ICP-OES megbízható rutin multielemes analízisre



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



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



Kizárólagos képviselet:

UNICAM Magyarország Kft.

1144 Budapest, Kőszeg utca 27.

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

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

UNICAM