

A TARTALOMBÓL:

Kalandok a koordinációs
kémiában

Mikrokapszulázott fázis-
váltó anyagok hőtárolásra

Keverőmalmi szemcsealak-
formálás

Termékeny kétkedés

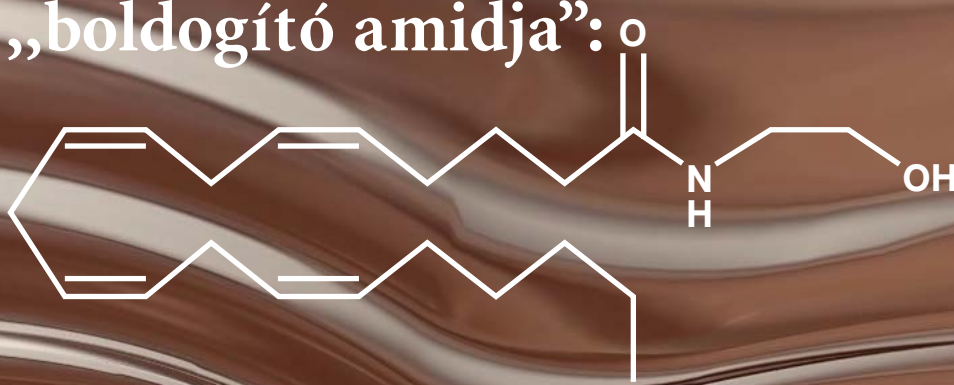
– Boyle



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXIX. ÉVFOLYAM • 2014. DECEMBER • ÁRA: 850 FT

A csokoládé
„boldogító amidja”:



A lap megjelenését
a Nemzeti Kulturális Alap támogatja



Thermo Scientific:

AA, ICP-OES és ICP-MS spektrométerek

ED-XRF készülékek

Kompakt NMR spektrométerek

UV/látható spektrométerek

Automata fotometriás analizátorok

FTIR, Raman és NIR spektrométerek, mikroszkópok

Hordozható Raman és NIR spektrométerek

GC, kvadrupol és ioncsapdás GC/MS

HPLC, UHPLC, nano-LC

Kvadrupol és ioncsapdás LC/MS

Orbitrap hibrid LC/MS

Kromatográfiai oszlopok, kiegészítők és fogyóanyagok

C, H, N, S, O elemanalizátor

Thermo
SCIENTIFIC
DISTRIBUTOR



Olympus:

Mikroszkópok

OLYMPUS
Your Vision, Our Future

SOTAX:

Tablettavizsgáló berendezések

SOTAX
Solutions for Pharmaceutical Testing



Global Analytical Solutions (GAS):

Kulcsrakész ipari kromatográfiai rendszerek

Markes International:

Termikus deszorpció



PS Analytical:

Atomfluoreszcenciás Hg, As, Se, stb. analizátorok

Trace Elemental Instruments:

TN, TS, TX, AOX meghatározók

HunterLab:

Színmérő készülékek



Peak Scientific:

Gázgenerátorok



Szerkesztőség:

Felelős szerkesztő: KISS TAMÁS
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE

Szerkesztők:

ANDROSITS BEÁTA, BANAI ENDRE,
JANÁKY CSABA, LENTE GÁBOR,
NAGY GÁBOR, PAP JÓZSEF SÁNDOR,
ZÉKÁNY ANDRÁS

Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:

SZÉPVÖLGYI JÁNOS,
a szerkesztőbizottság elnöke,
[SZEKERES GÁBOR] örökös főszerkesztő,
ANTUS SÁNDOR, BECK MIHÁLY,
BIACS PÉTER, BUZÁS ILONA,
HANCSÓK JENŐ, JANÁKY CSABA,
JUHÁSZ JENŐNÉ, KALÁSZ HUBA,
KEGLEVICH GYÖRGY, KOVÁCS ATTILA,
KÖRTVÉLYESI ZSOLT,
KÖRTVÉLYESSY GYULA,
LIPTAY GYÖRGY, MIZSEY PÉTER,
MÜLLER TIBOR, NEMES ANDRÁS,
RÁCZ LÁSZLÓ, SZABÓ ILONA,
[SZEBÉNYI IMRE] TÖMPE PÉTER,
ZÉKÁNY ANDRÁS

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

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

Kiadja a Magyar Kémikusok Egyesülete
Felelős kiadó: ANDROSITS BEÁTA
Nyomdai előkészítés: Planta-2000 Bt.
Nyomás és kötés: Mester Nyomda
Felelős vezető: ANDERLE LAMBERT
Tel./fax: 36-1-455-5050

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)



Gondolják-e, hogy a tartalmában és megjelenésében megújított MKL már a 6. évfolyamát teljesíti a 2014. decemberi lapszámmal? A színes nyomda-technikára 2009-től történő átállás szinte „történelem előtti” időtávnak tűnik, és az új rovatszerkezetet megvalósító szerkesztői csapat innovációs teljesítménye mára megszokott magas színvonalú lapszámokat eredményez.

Kalandozni lehet egy évfolyam különböző írásaiban, és Beck Mihály rögtön ajánl is egyet „Kalandok a koordinációs kémiában” címmel. Az aktualitás elvesztése nélkül visszaléphetünk azonban korábbi lapszámok cikkeihez, mert például az Oktatás rovat „Hivatása: kémiatanár” kétrészes írása holnapután is hasznos információkkal szolgál.

Az emberi teljesítőképességet erőteljesen kihasználó és a korábbi évtizedek „szabadidő” részarányát megkurtító mai világban sem szabad lemondanunk a saját mikrokozmoszunkon túli időnkénti kitekintésre. Ezért fontos akciója a lapnak a hazai kémiai kutatóhelyek, iskolák, műhelyek és intézmények rendszeres bemutatása. Ilyen volt a „Magyarország gyógyszeripara 2014” a májusi lapszámban, vagy a BME Szerves Kémia és Technológia Tanszékéről szóló beszámoló októberben. Ráadásul ez a sorozat értékes szolgáltatás lehet a még iskolapadokban, az oktatás különböző szintű intézményeiben szorgoskodó, jövőbeli kémikusgeneráció számára, hogy hol található életcél és helyet majdani munkás életében.

Fontos, hogy alkalmazott kémiai kutatásokról is rendszeresen legyenek tudósítások. Jelen lapszámban két műhely, a Pannon Egyetem MIK Műszaki Kémiai Kutatóintézet és az MTA Természettudományi Kutatóközpont munkatársainak a „Mikrokapszulázott fázisváltó anyagok alkalmazása hőtárolásra” cikke szolgált erre példát.

Igazán kedvcsináló Lente Gábor könyvismertetése Schiller Róbert újabb kiadásban megjelent korábbi könyvéről és Próder Istvánnak a Vegyészeti Múzeumról szóló ismertetésének második része.

Már most jelzem, hogy a következő lapszámokban, azaz a jövő év elején, a 2015-ös MKE-tisztújítási feladatokkal kapcsolatos tájékoztatás is meg fog jelenni, és ne feledkezzünk meg arról, hogy jövőre esedékes a hazai kémikustársadalom egészének találkozására alkalmas, négyévenkénti MKE Nemzeti Konferencia második (2.) eseményének megrendezése.

Ezekkel a gondolatokkal és már a következő évre is átnyúló információval kívánok kellemes évről évről minden tagtársunknak és a lap olvasóinak.

Kovács Attila
az MKE főtítkára

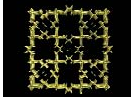
TARTALOM

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY	
Beck Mihály: Kalandok a koordinációs kémiában	366
Gyenis János, Tóth Judit, Feczko Tivadar, Szépvölgyi János: Mikro-kapszulázott fázisváltó anyagok alkalmazása hőtárolásra	368
Hajdu Zsanett: Endogén és exogén kannabinoidok a természetben	373
RÁCZ ÁDÁM: A keverőmalmi szemcsealak-formálás jellemzése szemcsealak-eloszlás alapján	375
KÖNYVISMERTETÉS	
Lente Gábor: Könnyed olvasmány ünnep- és hétköznapiakra a hidrogén ürügyén (Schiller Róbert könyvéről)	380
Schiller Róbert: Termékeny kétkedés – Boyle	381
VEGYIPAR- ÉS KÉMIATÖRTÉNET	
Próder István: Felújított kiállítások az ötvenéves Vegyészeti Múzeumban. Második rész	383
Vegyészkalendárium (Pap József Sándor rovata)	387
VEGYÉSZLELETEK	
Lente Gábor rovata	388
A HÓNAP HÍREI	390



Címlap:

A „boldogító amid”
– az anandamid kis mennyiségben a csokoládéban is előfordul (Emmanuelle di Tomasso, Massimiliano Beltramo, Daniele Piomelli: Brain cannabinoids in chocolate, Nature, 1996, 382, 677–678). A címlap Hajdu Zsanett ötlete alapján és segítségével készült



Beck Mihály

Kalandok a koordinációs kémiában

Minden kutató nagy felfedezésekről álmodik, de csak keveseknek adatik meg az álom beteljesülése. Két lehetőség nyílik a csalódottság elkerülésére. Az egyik a saját eredmények önmagát becsapó túlértékelése, mely természetesen magával hozza mások eredményeinek kellemetlen lebecsülését. A másik lehetőség annak megértése, hogy a jó kutatás valójában ismeretlen területekre vezető *kaland*, mely az új dolgok megismerése mellett lehetővé teszi a kutató számára a megismerési alapelvek és a kutatás pszichológiai törvényszerűségeinek a felfedezését, függetlenül az eredmények valódi értékétől. Szeretném elkerülni azt a benyomást, mintha úgy vélném, hogy a kutatások jelentős voltában való bizalom nem fontos. Éppen ellenkezőleg, nyilvánvaló, hogy a remény teljesülésének egyik kulcseleme az a remény, hogy jelentősen hozzájárulunk a meglévő ismeretek erős építményéhez. Minden kutatás, melyet akár az egészséges kutatói kíváncsiság, akár a jelentős gyakorlati alkalmazás lehetősége sarkall, intellektuális megelégedést nyújthat. A következő példák saját kutatásaimból illusztrálják ezt a megállapítást.

1. A króm(III)-komplexek képződésének katalízise karbonáttal

A Cr(III) jellegzetesen inert ion, azaz a Cr(III)-komplexek képződése a hexaakvakróm(III)-ból és az adott ligandumból igen lassú folyamat. A lépcsőzetes komplexképződés reakciókinetikai tanulmányozását először *Niels Bjerrum* [1] kísérte meg, amikor a króm(III) tiocianátokomplexeinek képződési sebességét vizsgálta. Ezt a vizsgálatot bő harminc évvel később *Jan-nik Bjerrum* és munkatársai [2], valamint *King* és *Postmus* [3] megismételték. Szá-

momra megdöbbenő volt, hogy a neves kutatók eredményei között lényeges eltérés mutatkozott. Még meglepőbb volt, hogy a saját kísérleteim során meghatározott sebességi állandók sokkal nagyobbak voltak, mint a közöltek bármelyike. Különböző hipotézisekkel próbáltam megmagyarázni a különbségeket, például tiocianáto- és izotiocianáto-izomerek, vagy a monomer komplexek dimerizációjának, illetve polimerizációjának feltételezésével. Kénytelen voltam ezeket a feltételezéseket elvetni. Ezután nagyon alaposan összehasonlítottam a különböző kísérletek körülményeinek leírásait. Saját kísérleteimhez a króm(III)-perklorátot króm(III)-kloridból állítottam elő, melynek oldatából króm(III)-karbonátot csaptam ki, és ezt alapos desztillált vizes mosás után hígított perklórsavban oldottam. *Jannik Bjerrum* és munkatársai a króm(III)-perklorát-oldatot króm(III)-hidroxid perklórsavas oldásával, *King* és *Postmus* pedig a krómsav hangyasavas redukciójával, perklórsavas közegben állították elő. Mivel a komplexképződés sebessége a felsorolt három esetben nőtt, arra gondoltam, hogy az oldatokban lévő szén-dioxid növelheti meg a reakció sebességét. Az ezután végzett gondos kísérletek megerősítették ezt a kezdetben valószínűtlennek tűnő feltételezést. Kiderült tehát, hogy a reprodukálhatóság feltétele az oldatok szén-dioxid-tartalmának lehető teljes kiküszöbölése. Ezeket az eredményeket is belefoglaltam az 1959-ben Londonban, a 6. Nemzetközi Koordinációs Kémiai Konferencián (ICCC) tartott előadásba [4]. Biztos vagyok abban, hogy kevesen hitték el a hallgatók közül a meghökkentő eredményeket. Szerencsére, később több laboratóriumban megerősítették, hogy a szén-dioxid katalitikus hatást fejt ki a króm(III) különböző komplexeinek képződésére [5, 6].

A további kutatások alapján lehetővé vált az érdekes jelenség magyarázata. Az oldat pH-jától függően lehetséges az oldatban szén-dioxid vagy hidrogén-karbonát-ion jelenléte kis koncentrációban, azok előzetes tudatos bevitele nélkül. Ezek rendkívül gyorsan reagálnak a hexaakvakróm(III)-ionnal, mert a hidrogén-karbonáto-komplex képződéséhez nincs szükség az eredeti króm–oxigén kötés felszakítására. Bár a képződő ionfajta koncentrációja a savas közegben igen kicsiny, és így képződésük nem okoz mérhető spektrális változást, a további szubsztitúciós reakciók sebessége megnő. A $\text{Cr}(\text{NH}_3)_5(\text{H}_2\text{O})^{3+}$ különböző ligandumokkal való reakcióiban *Earley* és munkatársai [6] azt találták, hogy a komplexek kizárólag a szén-dioxid katalizálta úton képződnek. A dimetil-szulfoxid-molekulák lépcsőzetes képződése esetében a katalizált és a nem katalizált reakciók arányát pontosan meg lehetett határozni [7].

Ennek a tapasztalatnak a tanulsága kétszeres. Egyrészt jelzi, hogy a látszólag kicsiny kísérleti feltételbeli különbségek jelentős változásokat eredményezhetnek a kémiai viselkedésben. Másrészt pedig, hogy a különböző anyagok kevésbé reakcióképes voltában való, sok tapasztalaton alapuló hitünk téves lehet. A tárgyalt esetekben a nyomokban jelen lévő szén-dioxid hatása nyilvánvalóan fel sem merült. Számos fontos esetben pedig, sajnos, nem a saját kutatásaim során, kiderült a reakcióképesség olyan anyagok esetében, mint a nemesgázok és a nitrogén.

2. A króm(VI) redukciója komplexképző anyagok jelenlétében

Érdekes jelenség figyelhető meg a króm(VI) komplexképző anyagok jelenlétében törté-



nő redukciójakor. Nevezetesen, a redukciót követően a króm(III) a megfelelő komplex formájában van jelen, noha ennek a képződése a hexaakvakróm(III)-ion és a ligandum reakciójakor igen lassú. Ámbár ez kevésbé látványos, az is megfigyelhető, hogy a ligandumok megnövelik a reakció sebességét is.

Amikor először figyeltem meg a redukció során a komplexképződést, nagy örömmelre egyszerű, érdekes és vonzó magyarázatot találtam a rejtélyes jelenségre: a kromát redukciójakor csupasz, hidrárburok nélküli króm(III)ionok keletkeznek, melyek gyorsan lépnek reakcióba a jelen lévő ligandumokkal. Jó érzésem azonban nem tartott soká. Olvastam *Pribil, Simon* és *Dolezal* néhány évvel ezelőtt megjelent cikkét [8], melyben a szerzők azonos megfigyelést, és annak magyarázatát adták meg. Azonban még be sem fejeztem a közlemény olvasását, amikor nyilvánvalóvá vált számomra, hogy az ő magyarázatuk nem lehet helyes. Először is: nem egyértelmű a „csupasz” króm(III)ionok képződése, mert a redukció nem szükségképpen jelenti a króm–oxigén kötések felhasadását. Továbbá: ha mégis „csupasz”, króm(III)ionok képződnének a redukció nyomán, akkor azok nyilvánvalóan bármilyen jelen lévő ligandummal gyorsan reagálnának. Mivel a víz koncentrációja bármelyik másik jelen lévő potenciális ligandum koncentrációját sok nagyságrenddel meghaladja, a redukciót követően a króm(III) akvakomplex formájában lesz jelen.

A valós magyarázatra néhány éves kinetikai kutatások [9,10] vezettek. A ligandumok hatása a redukció sebességére megköveteli a ligandum és a króm(VI) közötti kölcsönhatást. A közbülső oxidációs állapotú krómionok és a ligandum kölcsönhatása ugyancsak fontos lehet. A részletes kinetikai vizsgálatok feltárták az érdekes és bonyolult reakció mechanizmusát. Számomra ennek a kalandos kutatásnak az volt a legfontosabb eredménye, hogy rá kellett jönnöm: minden kutatóban – bennem is – van hajlam a saját magyarázatot illető elfogultságra. Ez a tapasztalat megtanított arra, hogy a saját elképzeléseimet illetően legalább olyan aggályoskodó legyek, mint a másokéval szemben.

Néhány évvel később megjelent egy közlemény [11], mely kétségbe vonta eredményeink helyességét. Az etiléndiamin-tetraecetsav (EDTA) jelenlétében történő hidrazinos redukció esetén azt találtuk, hogy a króm(III)-EDTA komplex képződésének sebessége és mértéke az EDTA koncentrációjának függvényében telítési görbe sze-

rint változik. Ebben a közleményben viszont azt írták, hogy az EDTA-koncentrációt növelve a sebesség maximális értéket ér el, majd csökken. Az a legrosszabb érzés egy kutató számára, ha valamely kísérleti eredményének helyes voltát vonják kétségbe. Kiderült azonban, hogy a tényszerű különbségeknek az volt az oka, hogy bírálóink nem jól tervezték meg a kísérleteiket. Esetükben az EDTA koncentrációjának növelésekor az oldat pH-ja is növekedett, tehát az általuk talált reakciósebességi értékek e két tényező együttes hatásának eredőjeként jelentkeznek. Ez a példa is mutatja, hogy milyen fontos a kísérletek tervezésekor és végrehajtásakor, hogy csak egy paraméter változásának a hatását mérjük. (A szó szoros értelmében ez szinte lehetetlen, hiszen például a hőmérséklet változása több más tényező hatását is megváltoztathatja. A kísérletezés művészete rejlik abban, hogy ezek a változások elhanyagolhatóan kicsinyek legyenek.)

3. A tanulmányozott kérdések megújulása és módosulása

Érdekes megfigyelni, hogy egy eredetileg vizsgált probléma a kutatások során mint vezet teljesen új területre. Számomra a cianokomplexekkel kapcsolatos kutatásaim mutatták ezt a vonást. A cianidion igen stabilis komplexeket képez az átmenetifémek ionjaival. Egyes komplexek esetében rendkívüli különbségek találhatók az irodalomban. A legnagyobb különbség valószínűleg a tetracianonikkel(II)-komplex estében található az irodalomban: $\log \beta_4$ értékére 12 és 31! Ez és a különböző fémkomplexek esetében talált nagy szórások tették világgossá a stabilitási állandók kritikai elemzésének szükségességét [13]. Ez a szinte hihetetlen nagy különbség nem a kísérleti hibáknak, hanem a nem megfelelő mérési módszerek alkalmazásának a következménye. A cianokomplexek rendkívül nagy stabilitása megoldást kínált két fontos problémára.

A különböző fémionok analitikájában a jelen lévő különböző komplexképző anyagok általában lényegesen befolyásolhatják az eredményeket. Például a fémionok atomabszorpciós spektrometriai meghatározásakor a mért jel értéke nyilvánvalóan függ a kérdéses fémion közvetlen környezetétől, melyet a jelen lévő komplexképző ligandumok minősége és mennyisége határoz meg. Akkor azonban, ha egy bizonyos ligandum rendkívül stabilis komplexet képez a kérdéses fémionnal, annak hozzáadása révén a közvetlen környezet azo-

nossá tehető, és ezáltal a zavaró hatások kiküszöbölhetőek. Ezen az alapon sikerült lényegében valamennyi lehetséges anion és ligandum zavaró hatásának megszüntetése a Ru [14], a Co [15], a Pd és a Fe [16] esetén. Ez a trükk nyilván számos más esetben is alkalmazható.

Az átmenetifémionok cianokomplexeinek különlegesen nagy stabilitása miatt nagy valószínűséggel állítható, hogy a Föld hidroszférájában az élet megjelenése előtt állapotban ezek a fémionok cianokomplexek alakjában voltak jelen [17], és ezek különböző reakciói fontosak lehetnek a prebiotikus szintézisek szempontjából [18]. Ez a következtetés szükségképpen érvényes, ha a prebiotikus légkör redukáló jellegű volt, és még akkor is lehetséges, ha a prebiotikus légkör nem tartalmazott hidrogén-cianidot. Ugyanis cianokomplexek képződhetnek formaldehid és hidroxilamin reakciója révén is [19]. Az oktaciono-molibdén(IV)-komplex fotolízise formaldehid jelenlétében különböző aminosavak és nukleotidok, főképpen glicin és adenin képződéséhez vezet [18]. Ez és hasonló megfigyelések fontosak lehetnek a kémiai fejlődés korai fázisának tekintetében. ●●●

IRODALOM

- [1] Bjerrum, N., Z. anorg. Chem. (1921) 118, 131–164.
- [2] Poulsen, K. G., Bjerrum, J., Poulsen, I., Acta Chem. Scand. (1954) 8, 921–931.
- [3] Postmus, C., King, E. L., J Phys. Chem. (1955) 59, 1216–1221.
- [4] Beck, M.T., J Inorg. Nucl. Chem. (1960) 15, 250–254.
- [5] Rao, V.K., Sunder, D.S., Sastri, M.N., Z. anal. Chem. (1966) 218, 93–96.
- [6] Earley, J.E., Surd, D.J., Crone, L., Quane, D., Chem. Commun. (1970) 1401–1402.
- [7] Rábai, Gy., Bazza, Gy., Beck, M.T., Acta Chim. Hung. (1979) 102, 223–234.
- [8] Pribil, R., Simon, V., Dolezal, J., Collection (1951) 16, 573–580.
- [9] Beck, M. T., Bárdi, I., Acta Chim. Hung. (1961) 29, 283–289.
- [10] Beck, M. T., Durham, D., J. Inorg. Nucl. Chem. (1970) 32, 1971–1977.
- [11] Ramanujam, V. M. S., Sundaram, S., Venkatasubramanian, N., Inorg. Chim. Acta. (1975) 13, 133–139.
- [12] Beck, M. T., Durham, D., Rábai, Gy., Inorg. Chim. Acta. (1976) 18, L17.
- [13] Beck, M. T., Pure and Appl. Chem. (1977) 49, 127–135.
- [14] El-Defrawy, M. M. M., Posta, J., Beck, M. T., Anal. Chim. Acta (1978) 102, 185–188.
- [15] El-Defrawy, M. M. M., Posta, J., Beck, M. T., Anal. Chim. Acta. (1980) 115,155–161.
- [16] El-Defrawy, M. M. M., PhD-értekezés, Debrecen, 1980.
- [17] Beck, M. T., Ling, J., Naturwissenschaften (1977) 64, 91.
- [18] Beck, M. T., Metal Ions in Biological Systems. Vol. 7, 1–28., 1978.
- [19] Hatanaka, H., Egami, F., J. Biochem. (1977) 82, 499–502.



Gyenis János¹ – Tóth Judit^{1,2} – Feczko Tivadar^{1,2} – Szépvölgyi János^{1,2}¹Pannon Egyetem MIK Műszaki Kémiai Kutatóintézet, Veszprém

gyenis@mukki.richem.hu | toth@mukki.richem.hu | feczko@mukki.richem.hu

²MTA Természettudományi Kutatóközpont, Budapest

szepvolgyi.janos@ttk.mta.hu

Mikrokapszulázott fázisváltó anyagok alkalmazása hőtárolásra

A megújuló energiaforrások közül a nap-sugárzásból származó hő hazánkban is viszonylag nagy mennyiségben áll rendelkezésre: az évente beérkező hőmennyiség négyzetméterenként átlagosan 4600 MJ körül van. Ez azt jelenti, hogy – például 20%-os hasznosítási hatásfok esetén – napenergiából hozzávetőleg 100 m² területen begyűjthető lenne egy családi ház éves hőigénye. Figyelembe kell azonban venni, hogy a begyűjthető hő nem egyenletes eloszlású: leginkább az évszakok és a napszakok függvényében változik, és a pillanatnyi időjárás, a felhős és napfényes időszakok váltakozása is erősen befolyásolja. Más, nem egyenletesen rendelkezésre álló energiaforrás lehet az ipari és háztartási tevékenység során képződő hulladék hő.

Különböző okok miatt ezeket a hőforrásokat ma még nem kellő mértékben használjuk ki. Az egyik legfőbb akadály abban rejlik, hogy a begyűjthető hő általában nem a megfelelő időpontban áll rendelkezésre. Ugyanakkor az ipari, mezőgazdasági és háztartási tevékenység megkívánja, hogy a szükséges hő *a megfelelő időben, kellő mennyiségben és hőmérsékleti szinten* legyen elérhető. Ehhez az aktuálisan rendelkezésre álló hőt gazdaságos módon, ésszerű időtartamig és viszonylag egyszerűen visszanyerhető formában *tárolni* kell.

Ha az energiatárolás kívánt hőmérsékleti tartományában egy anyag halmazállapota is változik, akkor – látens hő tartalmának változása miatt – fajlagosan sokkal több hőt képes tárolni, mintha csupán a hőmérséklete változna meg. A lehetséges halmazállapot-változások közül leginkább a szilárd-folyadék/folyadék-szilárd fázisátme-

net hőtartalom-változása használható ki gazdaságosan.

Az ilyen fázisváltó hőtároló anyagok (elterjedt angol rövidítéssel: PCM – Phase Change Materials) alkalmazásához számos műszaki problémát kell megoldani. Tömbösített formában ezek az anyagok a viszonylag kis fajlagos hőtárolási felület, a nagy rétegvastagság és az általában nem túl jó hővezetési tényező miatt csak nagy hőmérséklet-különbség hatására vagy túlságosan lassan veszik fel és adják le a bennük tárolt hőt. Ilyen formában technológiailag és gépészetileg nehezen kezelhetők, és alkalmazásuk sok esetben nem gazdaságos. Vastagabb rétegek esetében a fázisváltó anyagok keverékei (pl. különböző sók elegyei) használatuk a fázisváltozás nem kongruens, vagyis nem egynemű módon megy végbe: részleges megolvadás vagy megdermedés során az egyes komponensek térben és időben elkülönülhetnek, ami rontja a folyamat hatásfokát, hőmérsékleti hiszterézishez vezet, és veszélyezteti a biztonságos működtetést.

A fázisváltó anyagok egy része korrozív, toxikus, éghető és tűzveszélyes, vagy káros lehet a környezetre. Az ilyen tulajdonságú fázisváltó anyagok közvetlenül nem érintkezhetnek a technológiai környezetükkel, és nem kerülhetnek ki a szabadba. Erre megfelelő megoldást jelent az anyagok kapszulázása. Mikrokapszulázás esetén a hőtároló anyagot néhány mikrométertől néhány száz mikrométerig terjedő méretű kapszulákba zárjuk, melyek biztosítják a hőtároló anyagok könnyebb technológiai kezelhetőségét is.

Mikrokapszulázott fázisváltó anyagok

alkalmazásával – a nagy fajlagos hőtároló felület és kis hővezetési távolság miatt – viszonylag kis hőmérséklet-különbség esetén is gyors és egyenletes hőtárolás érhető el a hőtároló anyag és környezete között. A mikrokapszulák kis térfogata elkerülhetővé teszi a bezárt anyag szegregációját és nem kongruens fázisváltozását. A kapszulafal megakadályozza, hogy az anyag kikerüljön a környezetbe, és korróziós vagy egyéb problémákat okozzon.

Mikrokapszulázott hőtároló anyagok kifejlesztésére és alkalmazására intenzív kutatások folynak világszerte [1–3]. Magyarországon ezen a területen eddig csupán néhány alapkutatás jellegű munka vagy korlátozott hatókörű alkalmazástechnikai vizsgálat folyt, melyek nem terjedtek ki ezen anyagok fejlesztésére és mikrokapszulázására. A Pannon Egyetem MIK Műszaki Kémiai Kutatóintézete és az MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézete által közösen működtetett veszprémi Funkcionális Nanorészecskék Kutatócsoport néhány éve megkezdett ez irányú kutatásai ezért hiánypótló jellegűek, és elősegíthetik a fázisváltó hőtároló anyagok hazai alkalmazásait.

Látens hő tárolására alkalmas anyagok

A látens hő tároló anyagok esetében a hőtartalom-változás elsősorban a fázisváltozás következménye. Ezáltal adott tömegű vagy térfogatú anyagban lényegesen nagyobb mennyiségű hő tárolható a csak érzékelhető hőtartalom-változást elszenvedő anyagokhoz képest. A nagyobb fajlagos hő-



kapacitás kevesebb hőtároló anyagot igényel, ami a berendezések méretét is csökkenti, és kisebb beruházási költséget jelent. A fázisváltó anyagok nagy előnye, hogy hőbetárolásakor és kiürítésekor elvileg nincs szükség a hőtároló közeg hőmérséklet-változására, mivel a fázisváltás az olvadáspontnak megfelelő hőmérsékleten történik. A gyakorlatban alkalmazott anyagok sok esetben nem egy adott hőmérsékleten, hanem bizonyos hőmérséklet-tartományban olvadnak vagy dermednek meg, bár ez gyakran csak néhány fokos hőmérséklet-változást jelent. Ez azt jelenti, hogy látenshőtartalom-változás esetén az energia betárolása nem okoz nagy hőmérséklet-növekedést a hőtároló anyagban, és a hőviszanyerésekor sem történik nagyobb mértékű lehűlés. Ez a felhasználás szempontjából és a hőcsere feltételeit tekintve is előnyösebb, mivel a hőátadás jobb hatásfokkal és kisebb hőcsere felülettel hajtható végre.

A fázisváltó hőtároló anyagok hátránya, hogy ezek általában drágábbak az érzékelhető hőtároló anyagoknál, és a rendszer technikai megvalósítása is bonyolultabb. Ezért ezeket általában csak kisebb tömegű, rövid távú hőtárolókhöz használják.

A látens hőtároló anyagok a szokásos hőmérséklet-szinteket figyelembe véve elsősorban olyan szerves vegyületek közül kerülnek ki, mint a paraffin szénhidrogének, zsírsavak, zsíralkoholok vagy ezek halogénezett származékai. A szeretlen anyagok közül különböző sók, sókeverékek, sóhidrátok, eutektikumok jönnek szóba. Az érzékelhető hőt és látens hőtároló any-

gok összehasonlítását szolgálja az **1. ábra**. A kétfajta hőtárolási mód közötti választást többek között az határozza meg, hogy a hőbetárolása és felhasználása során milyen széles hőmérséklet-változás engedhető meg. Az ábrán látható, hogy a csak érzékelhető hőtárolására használt anyagok (például víz) esetén az egységnyi tömegben tárolható hőmennyiség (kJ/kg) növekedése közel arányos a hőmérséklet-változással. A látens hőtárolására használt anyagok (például paraffin) esetében a fázisváltás tartománya alatt és felett szintén közel lineáris összefüggés áll fenn, de fázisváltásakor ugrásszerű hőtartalom-változás következik be, a fajlagos olvadáshő vagy dermedéshő nagyságától függően.

Abban az esetben, amikor a folyamat során nagy hőmérséklet-változás engedhető meg, a csupán érzékelhető hőtároló anyagokban is jelentős mennyiségű energia tárolható: például 100 °C hőmérséklet-változás esetében a folyadékállapotú vízben közel akkora hőtartalom-változás történik (mintegy 420 kJ/kg), mint a fázisváltást is elszenvedő paraffinban (kb. 430 kJ/kg). Ha azonban a felhasználás korlátai miatt csak 20 °C hőmérséklet-változás engedhető meg (például 40 és 60 °C között), akkor a víz csak 83,5 kJ/kg, míg a paraffin közel 230 kJ/kg hőmennyiség tárolására alkalmas.

A felhasználási céloknak megfelelő hőmérséklet-szinteket tekintve sokféle, látens hőtárolására alkalmas anyag létezik. Légkondicionáló vagy temperáló rendszerekben szobahőmérséklet körüli vagy alatti tartományban (0–25 °C) olvadó fázisváltó

anyagokat használnak. Épületek fűtésére, melegvíz-ellátásra 60–80 °C között, technológiai rendszerek (pl. szárítóberendezések) fűtésére jóval nagyobb, pl. 120 °C körüli hőmérsékleten olvadó anyagokat használnak. Vannak olyan fázisváltó anyagok is, melyek a víz fagyáspontja alatt (sóoldatok), vagy akár több száz Celsius-fokos hőmérsékleten (bizonyos sóoldadékok, fémek, fémötvözetek) alkalmazhatók.

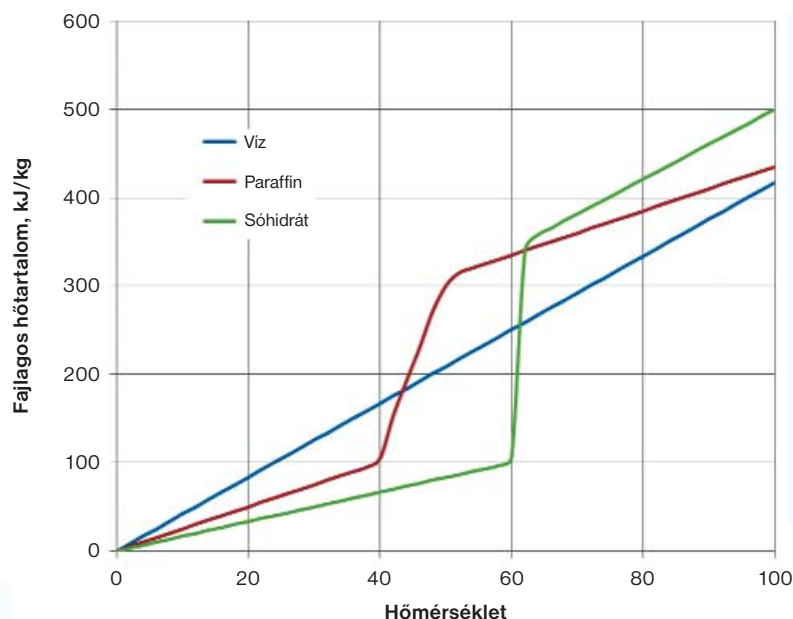
A fázisváltó anyagokat először egybefüggő tömbök formájában (tartályokba töltve) alkalmazták, ami több szempontból sem előnyös. Tömbfázisban – különösen a megdermedés után – a hőtároló anyag rossz hővezetése és kis fajlagos felülete miatt a hőátadási folyamat lassú, így a hőbetárolása és kiürítése hosszú idő alatt vagy nagy hőmérséklet-különbség hatására megy végbe. A hőátadási felület és a hővezetés különböző megoldásokkal növelhető. Javítható a helyzeten, ha a fázisváltó anyagot jó hővezető képességű anyag pórusaiban helyezük el, vagy a hőtároló anyag belsejében fémhálót, rudakat vagy lamellákat helyezünk el, aminek révén csökkenthető a hővezetési távolság és növelhető a hőátadó felület. Az ilyen kialakítás esetében is jelentkezhet a hátrányok egy része: sókeverékek és sóhidrátok esetében a fázisváltás inkongruenssé válhat, a hőtároló anyag szételegyedhet, vagy részben elvesztheti kristályvíz-tartalmát.

Ha azonban a hőtároló anyagot kisebb térfogatokra osztjuk szét, például szemcsézett formájában alkalmazzuk, akkor ezek a nehézségek nagyrészt elkerülhetők. Minden esetben követelmény, hogy a hőtároló anyagot el kell határolni attól a közegetől, ahonnan a hőt fel kell vennie, vagy ahová le kell adnia. Erre jó megoldást kínál a hőtároló anyagok kapszulázása.

Gyakran alkalmazott megoldás, hogy a hőtároló anyagot lapos fémkazettákba vagy műanyag tasakokba, gömbökbe zárják. Ilyen kapszulákat használnak például hőérzékeny anyagok szállításakor (jégakku) vagy légkondicionáló rendszerek tartályaiban, a „hidegenergia” átmeneti tárolására. Ezeket a **2. ábrán** is látható formákat *makrokapszulázott PCM anyagoknak* nevezik.

A fajlagos hőátadó felület tovább növelhető és a hővezetés úthossza csökkenthető az anyagok *mikrokapszulázásával*. Ez még inkább kiküszöböli a hőtároló anyag szételegyedését és nem kongruens fázisváltását. Mikrokapszulákból nemcsak *fix ágyas*, hanem *mozgó töltetek* is kialakíthatók, ami a hőátadás szempontjából még előnyösebb lehet. A mikrokapszulázott fázisváltó anyagok jellemző mérete néhány mikrontól né-

1. ábra. Érzékelhető és látens hőtároló anyagok fajlagos hőtartalmának változása a hőmérséklet-változás során (Heinz és Streicher nyomán [4])





2. ábra. Makrokapszulázott fázisváltó anyagok (PCM Products Ltd. [5])

hány száz mikronig terjed. Átmenetet képeznek a makro- és mikrokapszulák között a néhány milliméteres kapszulák.

Mikrokapszulázott fázisváltó hőtároló anyagok

Mag-héj szerkezetű PCM mikrokapszulák elvi felépítését mutatja a 3. ábra: a hőtároló anyag a kapszula magjában helyezkedik el, amit egy zárt bevonat választ el a környezetétől. A kapszula héja többnyire valamilyen szerves polimer, bár néhány esetben előállítottak már SiO₂ bázisú bevonatot is. Használhatnak többmagvú kapszulákat vagy zárványok sokaságát tartalmazó, mátrixszerkezetű részecskéket is. A mag-héj szerkezet előnye, hogy ezekben a hőtároló anyag tömegaránya – és ennek megfelelően a fajlagos hőtároló képessége – általában nagyobb. A mátrixszerkezet előnye lehet a jobb mechanikai és termikus stabilitás, bár ezek a tulajdonságok a felhasznált anyagoktól és módszerektől, végső soron a bevonat tulajdonságaitól függenek.

PCM mikrokapszulák előállítására szinte bármelyik szerves fázisváltó hőtároló

3. ábra. Mag-héj szerkezetű PCM mikrokapszula szerkezete (PhaseEnergy Ltd. [6])



anyag alkalmas. Szervetlen anyagok, sók vagy sóhidrátok mikrokapszulázására is találni példát [7], de megfelelő mechanikai és termikus stabilitású, hosszú időn át megbízhatóan működő terméket igen nehéz előállítani. Ennek elsődleges oka, hogy vízmolekulák diffúziója a kapszula falán keresztül megváltoztathatja a bezárt sóhidrát összetételét. Víz bediffundálásakor a kapszula belsejében az ozmotikus nyomás nagymértékben megnő, ami a kapszulahéj felrepedését okozza. Az előállítás során a szervetlen kapszulamag és a polimer bevonat esetleges összeférhetetlensége is gondot jelenthet.

Kapszulázó anyag céljára sokféle polimer alkalmas: különböző szintetikus polimerek, mint például a metakrilátok, a fenol-formaldehid, karbamid-formaldehid és polikarbamid gyanták. Természetes eredetű polimerek (zselatin, gumiarábikum) is használtak már bevonásra, de ipari alkalmazásukra nem találtunk példát. A kapszulázó anyaggal szembeni alapkövetelmény a kémiai stabilitás, a mechanikai és termikus stressztűrő képesség, valamint kompatibilitás a bezárandó hőtároló anyaggal és mindazokkal az anyagokkal (hőközvetítő folyadék, szerkezeti anyagok), melyekkel felhasználás közben a mikrokapszuláknak érintkezniük kell.

Alkalmazási célok és lehetőségek

A mikrokapszulázott fázisváltó hőtároló anyagokat alapvetően kétfajta célra alkalmazhatjuk: termikus csillapításra vagy hő átmeneti tárolására. A hőingadozás csillapítása egy adott objektumban a termikus tehetetlenség (azaz a termikus tömeg) növelésével valósul meg, és annak túlmelegedés vagy túlhűlés elleni védelmét szolgálja. Ilyen esetekben a PCM mikrokapszulákat általában befoglalják az adott objektumba vagy annak burkolatába, például épületek szerkezeti elemeibe, gépek, járművek, űrhajók, elektronikai egységek hővédő rendszerébe, sport- és védőruházatokba. Ha például könnyűszerkezetes épületek falába, padlózatába, mennyezetébe

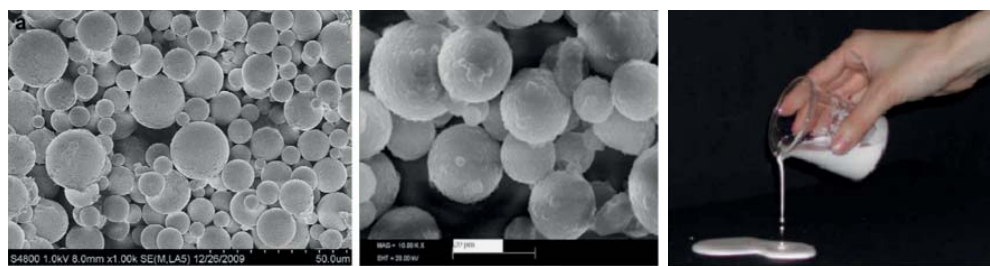
hőtároló mikrokapszulákat integrálunk, akkor a szerkezetek megnövelt hőkapacitása szűk hőmérséklet-sávban stabilizálja a belső hőmérsékletet. Ezzel kivédhető, hogy a külső hőmérséklet ingadozása jelentősebb hatást gyakoroljon a belső tér hőmérsékletére. Cabeza és munkatársai kísérletileg igazolták, hogy mikrokapszulázott hőtároló anyag jelenléte gyakorlatilag nem csökkenti az építőelemek mechanikai szilárdságát [8, 9].

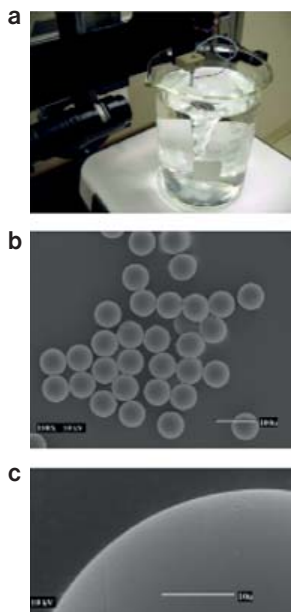
A hőtároló mikrokapszulák alkalmazásának másik területe a termikus energia átmeneti tárolása, ami fontos szerepet kaphat például a naphő hasznosításában. Az építőelemekbe integrált hőtároló anyagokkal ellentétben itt a PCM mikrokapszulákat általában különállóan alkalmazzák, például álló vagy fluid ágyas vagy mozgó töltetek formájában. Megfelelő áramlási viszonyokkal a hőtároló mikrokapszulák és a hőközvetítő fluidum közötti hőtáadás hatékonyabbá tehető. Zagy formájában alkalmazott mikrokapszulák esetén a hőtároló és hőközvetítő közeg azonos lehet, egyidejűleg betöltve a hőtárolás és a hőtvábbítás szerepét.

Hőtároló zagyok esetében a mikrokapszulákat folyadékokban – általában vízben – szuszpendálják. A szuszpenzió stabilitása érdekében a kapszulák mérete nem lehet túl nagy (néhány mikrontól néhány tíz mikronig terjedhet), de bizonyos mennyiségű felületaktív szer használata is szükséges lehet, ami esetleg megengedi a részecskeméret bizonyos mértékű növelését is. A 4. ábrán olyan PCM mikrokapszulák láthatók, melyekből szivattyúzható hőtároló zagy készíthető [10, 11].

Mikrokapszulázott fázisváltó hőtároló anyagokból készült zagyok jól használhatók lakóterek vagy egyéb helyiségek nap-sugárzásból származó hővel történő fűtésére vagy csúcsidőszakon kívüli árammal működtetett légkondicionálására. Egy tanulmányban Zhang és Niu olyan légkondicionáló rendszert vizsgáltak, ahol a „hidegenergia” tárolására és annak a felhasználás helyére történő eljuttatására különálló folyadékköröket használtak [12]. Hasonló

4. ábra. PCM zagyokban alkalmazható mikrokapszulák [10, 11]





5. ábra. Büchi B-390 kapszulázó berendezés (balra) a megszilárdítást végző oldattal (jobbra fent) és a képződött mikrokapszulák (jobbra középen és lent)

megoldással tárolható például egy napkollektorban felmelegített hőközlő folyadék hőtartalma is.

Mikrokapszulázott fázisváltó hőtároló anyagok fejlesztésére és hasznosítására egyre intenzívebb alkalmazástechnikai kutatások folynak világszerte. Ezek főként a PCM zagyok hőtechnikai tulajdonságai, elsősorban a hőátadási tényezők és az áramlási körülmények közötti összefüggések megismerésére irányulnak.

Diaconu és munkatársai [13] mikrokapszulázott PCM zaggyal (Rubitherm RT6) töltött tartályban vizsgálták a hőátadási viszonyokat természetes konvekciós áramlás esetén. Megállapították, hogy a hőtároló anyag fázisváltozása közben a hőátadási tényező a hőmérsékleti viszonyoktól függően akár ötszörösére is növekedhet. Wang és munkatársai [14] megállapították, hogy lamináris áramlás esetén a PCM zaggyal mért hőátadási tényezők a fázisváltozás tartományában jelentősen magasabbak voltak az egyfázisú folyadékarámlásnál mért értékeknél.

Mikrokapszulázott PCM anyagok előállítása

PCM mikrokapszulák előállítására sokféle módszer áll rendelkezésre az alkalmazott anyagi rendszerek, a kapszulák kívánt mérettartománya, alkalmazásuk körülményei és a velük szemben támasztott technológiai követelményektől függően [15,16]. Ezek alapvetően két kategóriába, a fizikai és a kémiai módszerek csoportjába sorolhatók.

A tisztán *fizikai módszerek* esetében a

kapszulamagokat és bevonatukat a felhasznált anyagok kémiai minőségének megváltoztatása nélkül alakítják ki. Kapszulamagok előállíthatók például *porlasztva szárítással* vagy *porlasztva dermesztéssel*, ahol a fázisváltó anyag oldatából vagy olvadékból apró folyadékcseppeket hozunk létre, majd azokat valamilyen módszerrel (például az oldószer elpárologtatásával, vagy a cseppek lehűtésével) megszilárdítjuk.

Hatékony eljárás a csepegtetéses (prilling) módszer, aminek speciális megvalósítása a Büchi cég B-390 jelű kapszulázó gépe (5. ábra), ahol a folyadéksugár egy nagy frekvenciával (pl. 1000 Hz) rezegtetett fúvókán keresztül jut ki a szabadba, és közel azonos méretű cseppekre szakad szét, melyeket például ionos gélképzéssel megszilárdítunk, majd bevonunk. Koncentrikus elrendezésű kettős fúvóka is alkalmazható, ahol a belső fúvókán a mikrokapszula magját képező folyadékot vezetjük ki, míg a külső, gyűrű alakú fúvókán keresztül a bevonat anyaga lép ki. Az így kapott koncentrikus felépítésű cseppeket

megszilárdítva mag-héj szerkezetű kapszulákat kapunk.

A fizikai módszerekkel előállított kapszulamagok külön lépésben is bevonhatók, amihez kémiai módszereket is lehet használni. A *kémiai módszerek* alkalmazása során a magokat szilárd részecskék vagy cseppek formájában visszük be a bevonatot létrehozó rendszerbe, ahol a bevonat anyagát például *fázisszeperációval* választjuk le azok felületére, majd *polimerizációval* vagy *keresztkötések* létrehozásával megszilárdítjuk. A kémiai módszerek közül az *in situ polimerizációt* vagy a *határfelületi polimerizációt* tartják a legjobbnak a bevonat kitűnő tulajdonságai és az elérhető kisebb kapszulaméret miatt.

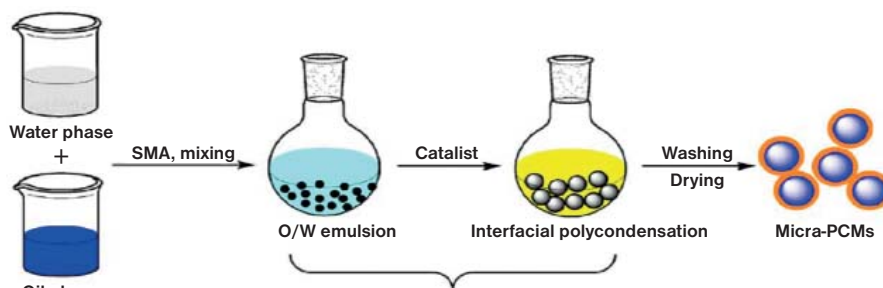
A mikrokapszulázási módszereket az alkalmazott fázisrendszerek szerint is csoportosíthatjuk:

Folyadékfázisú kapszulázási módszerek

Idetartoznak az *emulziós technikák*, a *szuszpenziós polimerizációs* és *koacervációs* módszerek. Utóbbi esetben például a bevonandó hőtároló anyag kis részecskéit por vagy apró kristályok formájában egy arra alkalmas folyadékban szuszpenzióba visszük, és a folyadékban oldott vagy kolloid állapotban lévő kapszulázó polimert megfelelő módon (pl. kicsapással vagy fázisszeperáció révén) leválasztjuk a szuszpendált részecskék felületére.

Zhang és Wang határfelületi polikondenzációt alkalmaztak oktadekántartalmú mikrokapszulák előállítására [17]. A módszer vázlata a 6. ábrán látható, ahol először olaj a vízben (O/W) típusú emulziót hoztak létre, majd a cseppek határfelületén hozták létre a polimer bevonatot. Hawlander[18], valamint Bayés-García [3] és munkatársaik paraffin szénhidrogéneket mikrokapszuláztak komplex koacervációval. A gumiarábikum, illetve zselatinbevonat erősítésére formaldehid és glutaraldehid alkalmazásával kémiai keresztkötéseket hoztak létre.

6. ábra. PCM mikrokapszulák előállítására alkalmas emulziós-polikondenzációs módszer sémája [17]





Gáz-folyadék fázisrendszerben végbemenő előállítási módszerek

Idesorolhatók a *porlasztásos-elpárolgatásos módszerek* (porlasztva szárítás) vagy a *porlasztva dermedés*. Ezek lényege, hogy a hőtároló anyagot tartalmazó diszperziót vagy szuszpenziót finom cseppekké bontva porlasztják be egy meleg levegős szárítókamrába. A bevonó anyag az oldószer elpárolgatása során válik rá a hőtároló anyag részecskéinek felületére. A bevonat tulajdonságai utólagos kezeléssel (kereszt-kötések létrehozásával, polimerizációval) javíthatók.

Fluidizációs-porlasztásos bevonás

A módszer lényege, hogy a szilárd halmazállapotú hőtároló anyag szemcséit gázárammal vagy egyéb módon intenzív mozgásban tartjuk, és a bevonó anyag oldatát vagy olvadékát finom cseppek formájában a rétegbe porlasztjuk. Az oldószer elpárolgása vagy az olvadék megdermedése révén a részecskék felületén szilárd bevonat keletkezik. A módszerrel viszonylag nagyobb méretű kapszulák állíthatók elő.

A mikrokapszulázott fázisváltó anyagok vizsgálati módszerei

A mikrokapszulázott fázisváltó anyagok jellemzőinek és funkcionális tulajdonságainak vizsgálatára különféle kémiai és fizikai módszereket használnak. Ezek között a tulajdonságok között a legfontosabbak: a mag és a bevonat anyaga, összetétele, tömegaránya, a kémiai és termikus stabilitás, morfológiai jellemzők, valamint a termikus tulajdonságok (olvadáspont, dermedéspont, fajlagos hőkapacitás). Fontos követelmény a bevonat tömörsége: a kapszulahéj nem lehet permeábilis, azaz vízpárát vagy folyadékot átengedő. Vizsgáló módszerek: hagyományos vagy műszeres kémiai analízis, elektronmikroszkópia (SEM, TEM), valamint DSC és TG módszerek a termikus jellemzők és stabilitás mérésére. Az alkalmazástechnikai vizsgálatokat általában laboratóriumi vagy félüzemi lépékű hőcserélő rendszerekben végzik.

Kereskedelemben kapható mikrokapszulázott PCM anyagok

A mikrokapszulázott fázisváltó anyagok nagy hányadát épületszerkezeti elemekbe integrálva vagy textíliákba ágyazva hozzák forgalomba, termikus csillapítás vagy termikus védelem céljából. Energetikai felhasználású, vagyis hőtárolásra vagy hőközvetítésre szánt mikrokapszulák ipari előállítására és felhasználására ma még korlátozott, részben kísérleti stádiumban lévő termék. Fontosabb gyártók: Rubitherm (Németország), BASF (Németország), Microtec Laboratories Inc. (USA), EPS Ltd. (UK).

Hazai kutatások PCM anyagok mikrokapszulázására

A Pannon Egyetem MIK Műszaki Kémiai Kutatóintézete és az MTA TTK Anyag- és Környezetkémiai Intézete közös működtetésű kutatócsoportjában mikrokapszulázott hőtároló anyagok előállítására alkalmas módszerek fejlesztése folyik két TÁMOP projekt keretében. Az egyik vizsgált emulziós – oldószer-elpárolgatásos technikával n-hexadékan hőtároló anyag kapszulázását sikerült megoldani etil-celulóz és polimetil-metakrilát keverékével. Itt az alkalmazott anyagi rendszertől és körülményektől függően többmagvú vagy mag-héj szerkezetű mikrokapszulák keletkeznek. Vizsgálják az ionos gélképzéssel kombinált csepegtetési módszer alkalmazhatóságát mag-héj szerkezetű kapszulák előállítására. Utóbbi esetben egy viszonylag magas olvadáspontú ipari paraffin a fázisváltó anyag, a bevonat pedig speciális térhálóítással javított kalcium-alginát-réteg.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A szerzők köszönetet mondanak a TÁMOP-4.2.2.A-11/1/KONV-2012-0072 azonosítójú, az „Energia ellátó és hasznosító rendszerek korszerűsítésének és hatékonyabb üzemeltetésének tervezése és optimalizálása megújuló energiaforrások és infokommunikációs technológiák felhasználásával” című, valamint a TÁMOP-4.1.1. C-12/1/KONV-2012-0017 azonosítójú, a „Zöld Energia – Felsőoktatási ágazati együttműködés a zöld gazdaság fejlesztésére az energetika területén” című projektek támogatásáért.

IRODALOM

- [1] Bal L. M., Satya S., Naik S. N., *Renew Sust Energ Rev* (2010) 14, 2298–2314.
- [2] Cabeza L. F., Castell A., Barreneche C., de Gracia A., Fernandez A.I., *Renew Sust Energ Rev* (2011) 15, 1675–1695.
- [3] Bayes-García L., Ventola L., Cordobilla R., Benages R., Calvet T., Cuevas-Diarte M. A., *Sol Energ Mat Sol C* (2010) 94, 1235–1240.
- [4] https://talon.stockton.edu/eyos/energy_studies/content/docs/FINAL_PAPERS/8B-4.pdf (2014. június)
- [5] <http://www.pcmproducts.net/home.htm> (2014. június)
- [6] http://www.phase-energy.com/PCM_Technology.htm, (2014. június)
- [7] <http://www.salcbv.com/index.asp?CategorieID=1&Taal=EN>, (2014. június)
- [8] Cabeza L.F., Castellon C., Nogues M., Medrano M., Leppers R., Zubillaga O., *Energy Build* (2007) 39, 113–119.
- [9] Schossig P., Henning H.-M., Gschwander S., Haussmann T., *Sol Energ Mat Sol C* (2005) 89, 297–306.
- [10] Li W., Song G., Tang G., Chu X., Ma S., Liu C., *Energy* (2011) 36, 785–791.
- [11] Wang X., Niu J., van Paassen A. H. C., *Energy Build* (2008) 40, 1691–1698.
- [12] Zhang S., Niu J., *Sol Energ Mat Sol C* (2010) 94, 1038–1048.
- [13] Diaconu B. M., Varga Sz., Oliveira A. C., *Applied Energy* (2010) 87, 620–628.
- [14] Wang X., Niu J., Li Y., Wang X., Chen B., Zeng R., Song Q., Zhang Y., *Int J Heat Mass Tran* (2007) 50, 2480–2491.
- [15] Salunkhe P. B., Shembekar P. S., *Renew Sust Energ Rev* (2012) 16, 5603–5616.
- [16] Jin Z., Wang Y., Liu J., Yang Z., *Polymer* (2008) 49, 2903–2910.
- [17] Zhang H., Wang X., *Sol Energ Mat Sol C* (2009) 93, 1366–1376.
- [18] Hawlader M. N. A., Uddin M. S., Khin M. M., *Appl Energy* (2003) 74, 195–202.

ÖSSZEFOGLALÁS

Gyenis János, Tóth Judit, Feczkó Tivadar, Szépvölgyi János: **Mikrokapszulázott fázisváltó anyagok alkalmazása hőtárolásra**

A megújuló energiaforrások, így a napsugárzásból származó hőenergia hasznosítását nagymértékben nehezíti, hogy az aktuálisan begyűjtendő hőteljesítmény és a pillanatnyi hőigény között sok esetben időbeli eltérés áll fenn. Ezek összehangolásához a hő rövid távú, átmeneti tárolására van szükség. A mikrokapszulázott fázisváltó hőtároló anyagok jó lehetőséget kínálnak ennek gazdaságos és hatékony megvalósítására. A szerzők áttekintést adnak a látens hő tárolásra alkalmas mikrokapszulák fontosabb jellegzetességeiről, az előállítási módszerekről és felhasználási lehetőségekről.

Előfizetés a Magyar Kémiai Folyóirat 2015. évi számaira

A Magyar Kémiai Folyóirat 2015. 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!

Köszönjük mindazoknak, akik 2014-ben kettős előfizetéssel hozzájárultak a határon túli magyar kémikusoknak küldött Folyóirat terjesztési költségeihez. Kérjük, aki teheti, 2015-ben is csatlakozzon a kettős előfizetés akcióhoz.

MKE Titkárság



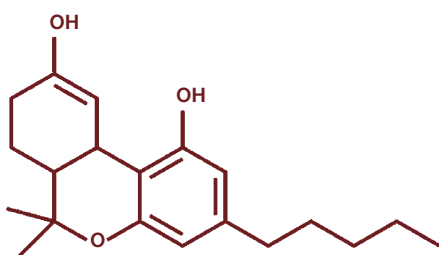
Hajdu Zsanett

SZTE GYTK Farmakognóziái Intézet | zsanett.hajdu@pharmacognosy.hu

Endogén és exogén kannabinoidok a természetben

Több esetben előfordult már, hogy növényekben talált vegyületeket később kimutattak az emberi szervezetből is. Ilyen például a Na-K ATPáz működését gátló szívglikozid ouabain esete, amelyet először a *Strophanthus gratus* növény magjából izoláltak, majd kimutatták az emberi vérből is. És ilyenek a kannabinoidok, amelyek a *Cannabis sativa*, a kender euforizáló hatású tartalomanyagaiként váltak ismertté (fitokannabinoidok), majd hasonló hatású vegyületeket találtak a gerinces állatok és az ember idegrendszerében (endokannabinoidok).

Eddig mintegy 85 kannabinoidot írtak le a kenderből. Ezek többnyire 21 szénatomot tartalmazó, terpén eredetű fenolos anyagok. Közülük a legismertebbek az 1964-ben leírt Δ^9 -tetrahidrokannabinol (THC), amely a kender legfőbb pszichoaktív hatóanyaga, valamint az enyhén pszichoaktív kannabinol és az egyáltalán nem pszichoaktív kannabidiol (1. ábra).



1. ábra. A Δ^9 -THC szerkezete

Az endokannabinoidok az idegrendszer kannabinoidreceptorainak ligandjai, az idegsejtek preszinaptikus membránjain mind a serkentő, mind a gátló neurotranszmitterek felszabadulását szabályozzák. A receptoroknak két altípusa ismert: a CB_1 receptor típus az agyban, illetve kisebb mértékben a perifériás idegrendszerben expresszálódik, a CB_2 altípus főként a periférián fordul elő, immunhatások közvetítője. A CB_1 receptorok a felelősek a kender euforizáló hatásaiért, míg gyulladáscsökkentő és fájdalomcsillapító hatása a CB_2 receptorokon keresztül valósul meg.

tő és fájdalomcsillapító hatása a CB_2 receptorokon keresztül valósul meg.

Endogén kannabinoidok

Miután 1988-ban felfedezték a THC kötődési helyétől szolgáló CB_1 receptort, a kutatók endogén ligandok keresésébe kezdtek. 1992-ben találták meg az arachidonil-etanolamint, amelyet anandamid névre kereszteltek a szanszkrit *ánanda* (boldogság) szó és a vegyület szerkezetére utaló amid szavakat összekapcsolva. Az anandamid a THC-nál kisebb affinitással, csak parciális agonistaként kapcsolódik a két kannabinoidreceptorhoz, ezért feltételezték más kannabinoidligandok előfordulását az agyban.

Hamarosan, 1995-ben másik endokannabinoidra bukkantak, a 2-arachidonilglicerolra (2-AG), amely a THC-hoz hasonlóan a CB receptorok agonistája, és jóval magasabb koncentrációban fordul elő az agyban, mint az anandamid. E két endogén kannabinoid felfedezése után vált világossá, hogy a kannabinoidreceptorok fiziológiás jelentőséggel is bírnak, nem csak a kender vegyületeinek euforizáló hatását közvetítik.

Bár az endokannabinoidok eltérő affinitással kapcsolódnak a CB_1 és CB_2 receptorokhoz, ma már olyan vegyületet is ismerünk, amely a receptor altípusokon elmentéses hatást fejt ki. Az arachidonsav-származék virodamin volt az első leírt CB_1 receptorantagonista az endogén kannabinoidok között, amely meglepetésszerűen a CB_2 receptoron agonistaként hat.

Kannabinomimetikumok nyomában

A kender kannabinoid anyagainak és az endogén ligandoknak a felfedezését követően számos kutató elkezdte a növények birodalmába, újabb kannabinoidre-

ceptorokra ható anyagok felfedezése reményében. Ennek egyik eredménye, hogy 1996-ban kimutatták az anandamidot kis mennyiségben a csokoládéból és a kakaóporból, valamint mellette találtak két másik vegyületet, az *N*-oleoiletanolamidot (OEA) és *N*-linoleoiletanolamidot (LEA). Szerkezetileg mindhárom vegyület alkilamid.

Számos alkilamidot izoláltak növényekből, csak a fészekvirágzatúak növénycsaládba tartozó fajokból mintegy hetvenet, amelyek közül néhány vegyület hatását vizsgálták az endogén kannabinoidrendszeren. A kasvirág, ismertebb nevén *Echinacea* fajokat a népgyógyászat fertőzőes betegségek kezelésére használta. Alkilamidjai a CB_1 receptorhoz nem kapcsolódnak, viszont bizonyították CB_2 -n keresztül kifejtett gyulladáscsökkentő és immunmoduláló hatásukat, ami magyarázatot adhat az *Echinacea* készítmények felhasználására megfázásos betegségekben.

Nagyszámú alkilamidot izoláltak *Acemella*, *Heliopsis*, *Piper* és *Spilanthes* fajokból, amelyek gyulladáscsökkentő aktivitását igazolták, ez feltételezhetően a kannabinoid szignalizáció befolyásolásán keresztül valósul meg. Az elmúlt tíz évben számos CB_2 receptorligandot találtak a növényekben, ám potens CB_1 receptoraktivitást mindmáig csak a kannabisz vegyületeinél mutattak ki.

Rájöttek, hogy a kannabinoidrendszer működésébe beavatkozni más módon is lehet. Az endogén kannabinoidokat bontó enzimek és az endokannabinoidok visszavételére ható sejtszintű mechanizmusok befolyásolása is hatékony terápiás célpont lehet. Az állatvilágban endogén vegyületként előforduló OEA és LEA esetén kimutatták, hogy az anandamid lebontásának gátlásáért felelősek. Néhány növényi vegyületről (pl. *Echinacea* alkilamidok) pedig bebizonyosodott, hogy gátolják az anandamid-visszavételt az agyban, ami hozzájárulhat terápiás hatásukhoz (2. ábra).



HTTP://WWW.SMALLOWTALGARDENSEEDS.COM/PERENNIALS/ECHINACEA.HTML

2. ábra. Echinacea purpurea és egy belőle izolált alkilamid, a dodeka-2E,4E,8Z,10Z-tetraénsav-izobutilamid szerkezete

Az eddig bemutatott példák a növényvilágban nem általánosan előforduló anyagokról szólnak, de az endokannabinoid rendszer működését széles körben előforduló vegyületek is befolyásolhatják. Például a kannabisz mellett számos más növényfajban fő illóolaj-komponensként előforduló terpenoid, a β -kariofillén egy CB_2 receptoragonista. Az orálisan adagolt illóolaj-komponens *in vivo* gyulladá- és fájdalomcsillapító hatását kimutatták egérben, és tekintve, hogy ez a vegyület élelmiszer-adalékanyagként forgalomban van, jó esélye lehet, hogy előbb-utóbb CB_2 receptorhatásokat célzó klinikai vizsgálatok tárgyává válik. Egy másik növényből, a Dél-Amerikában hallucinogénként fogyasztott *Salvia divinorum*-ból (látnokzsálya) izolált

diterpén szalvinorin A-ról azt feltételezik újabban, hogy hatását részben a kannabinoidreceptorokon keresztül fejti ki. Bizonyos flavonoidok, például a genisztein és a kemferol *in vivo* gátolják az endokannabinoidok lebontásáért felelős zsírsavamid-hidroláz enzim működését.

Szerkezet-hatás összefüggések

Mivel viszonylag egyszerű vegyületek, számos szintetikus alkilamidot előállítottak, főként a szerkezet-aktivitás összefüggéseinek szisztematikus vizsgálata céljából. Az amidfunkció minősége, az alkilánc hossza és a telítetlen kötések konfigurációja befolyásolják a receptor-ligand kapcsolódást. A vizsgálatok eredményei szerint a 2E kettős

kötések, több mint tíz szénatomos zsírsavlánc, valamint izobutil- vagy metilbutil-csoport az amidfunkcióban szükségesnek látszanak a biológiai aktivitáshoz, míg a 4E kettős kötés a zsírsavlánc hosszától függően fokozza az alkilamidok CB_2 receptoraffinitását. A jelenleg is intenzíven folyó kutatások célja a felderített szerkezet-hatás összefüggések alapján olyan, specifikusan ható vegyületek szintetizálása vagy kinyerése természetes alapanyagokból, amelyek terápiás célokra használhatók.

IRODALOM

E. di Tomaso, M. Beltramo, D. Piomelli, Nature (1996) 382(6593), 677–8.
 I. Katona, B. Sperlág, A. Sík, A. Kófalvi, E. S. Vizi, T. E. Freund, J. Neurosci. (1999) 19, 4544–4558.
 J. Boonen, A. Bronselaer, J. Nielandt, L. Verysse, G. De Tré, B. de Spiegeleer, J. Ethnopharmacol. (2012) 142(3), 563–590.
 J. Gertsch, R. G. Pertwee, V. di Marzo, Br. J. Pharmacol. (2010) 160(3), 523–529.
 J. Gertsch, S. Raduner, K. H. Altmann, J. Recept Sign Transd. (2006) 26, 709–730.

ÖSSZEFOGLALÁS

Hajdu Zsanett: Endogén és exogén kannabinoidok a természetben

Az endokannabinoidok az idegrendszer egyes és kettes típusú kannabinoidreceptorainak ligandjai, legismertebbek közülük az anandamid és a 2-arachidonolglicerol. A kender fitokannabinoidjai, például a THC szintén ezekhez a receptorokhoz kapcsolódnak, egyrészt euforizáló, másrészt gyulladáscsökkentő és fájdalomcsillapító hatást kiváltva. Az utóbbi két hatást és idegrendszertirendellenességek terápiáját célzó kutatások során számos további növényfajból kimutattak az endogén kannabinoidrendszer működését befolyásoló vegyületeket, kannabinomimetikumokat. Közülük az endogén kannabinoidok szerkezetére is jellemző alkilamidok ma intenzív kutatások célpontjai.

MKE egyéni tagdíj (2015)

Kérjük tisztelt tagtársainkat, hogy a **2015. évi tagdíj** befizetéséről szíveskedjenek gondoskodni annak érdekében, hogy a Magyar Kémikusok Lapját 2015 januárjától is zavartalanul postázhassuk Önöknek. A tagdíj összege az egyes tagdíj-kategóriák szerint az alábbi:

• alaptagdíj	8000 Ft/fő/év
• nyugdíjas (50%)	4000 Ft/fő/év
• közoktatásban dolgozó kémiatanár (50%)	4000 Ft/fő/év
• ifjúsági tag (25%)	2000 Ft/fő/év
• gyeseen lévő (25%)	2000 Ft/fő/év

Tagdíj-befizetési lehetőségek:

- banki átutalással (az MKE CIB banki számlájára: 10700024-24764207-51100005),
- az **MKE Titkárságtól** igényelt csekken,
- 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.

MKE Titkárság



Rácz Ádám

Miskolci Egyetem, Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet | ejtracz@uni-miskolc.hu

A keverőmalmi szemcsealakformálás jellemzése szemcsealak-eloszlás alapján

Bevezetés

Az őrlés általános célja a szemcseméret csökkentése vagy a fajlagos felület növelése, ugyanakkor őrléssel nemcsak ezek a paraméterek változtathatók, hanem az anyag egyéb diszperzitás-tulajdonsága is, például a szemcsealak.

Az optimális szemcsealak a technológia vagy eljárás céljától függ. Szemcsékben végbemenő termikus és kémiai reakciók esetén például gömb alak a hasznos, hogy biztosítsa a reakció egyenletes lefutását a szemcse felületétől a középpontja irányába. Olyan reaktorokban, amelyekben hőtadó közeg van vagy hőtadás történik a szemcséknek, a gömb alak szintén előnyösebb; ennek oka a nagy szabad pórustérfogat és a szemcsés anyag kisebb folyási ellenállása. Ezzel ellentétben a szemcsefelépítő eljárások során (brikettálás, pelletálás) a pórustérfogatnak minél kevesebbnek kell lennie azért, hogy a megfelelő aggregátumszilárdság elérhető legyen. Ilyen alkalmazások esetén a gömb szemcsétől való minél nagyobb eltérés a célravezető. Adott eljárások esetén a szemcsealakon kívül a szemcse felületének érdekessége is fontos paraméter. Sima szemcsefelület például kedvező silókból történő ürítés esetén [1].

Ismeretes továbbá, hogy a szemcse alak és külső morfológia több szempontból is fontos szerepet játszik a porotechnológiában: hatása ismeretes a szuszpenziók szűrése, porok folyása, porok tablettázása és brikettálása, mosóporok granulálása, gyógyászati hatóanyagok és segédanyagok keverése esetén. A szemcsealak és morfológia a végfelhasználási tulajdonságokra is hatással van. Továbbá a szemcsealak indirekt, de nagyon fontos módon hat a szemcseméret-elemzésre: a gömb az egyetlen alak, melynek mérete leírható egyetlen pa-

raméterrel, az átmérőjével. Amint a szemcse eltér a gömbtől, több méret szükséges a leíráshoz. Az egyszerűség kedvéért úgynevezett alaktényezőt alkalmazunk ebben az esetben [2].

Habár a szemcsealak és a külső morfológia fontossága ismeretes a porotechnológiával foglalkozók számára, mégis kevesen használják rutinszerűen a képelemzési módszereket az alak számszerűsítésére. Ennek okai a következők: a kép túl nagy adathalmaz, a számszerűsítő eljárás relatív lassúsága a szemcseméret-elemző berendezésekhez képest, a sokféle képelemzési és minta-előkészítési eljárás, amelyeket a probléma szerint szükséges megválasztani [3].

Mint láthattuk, a szemcsealak fontos szerepet tölt be a szemcsés anyagalmazokat alkalmazó eljárásoknál. A szemcsealak az aprítás és őrlés során változtatható, ugyanakkor a legtöbb esetben a halmaz szemcseméretének változásával, csökkenésével jár együtt. Jelen tanulmányban egy olyan szemcsealak-formálási technológia bemutatására kerül sor, mely esetében a szemcsealak változása nem jár együtt jelentős szemcseméret-csökkenéssel, a néhány 100 µm-es szemcseméret-tartományban. Az eljárás alapja – melyet egy korábbi tanulmányban közöltünk [4] – az, hogy keverőmalmi száraz őrlés során abban az esetben, ha az alkalmazott őrlőtestek ütközésekor azok mozgási energiája nem elegendő a szemcse töréséhez, a felület koptatása megy végbe, mely a szemcse alakjának változásához, gömbszerűsödéshez vezet.

A keverőmalom a dobmalomok csoportjába tartozó nagy energiasűrűségű őrlőberendezés. Őrléstechnikai szempontból a keverőmalom fontos mérőszám, hiszen míg korábban az őrlőtestek mozgásba hozásához a malomtest forgó (golyósmalom) vagy rezgő (rezgőmalom) mozgását alkalmaz-

ták, addig ebben az esetben az őrlőtérben elhelyezett rotor forgása hozza mozgásba az őrlőtest-töltetet. A rotor kerületi sebességének széles tartományban való változtatásával – szemben a golyósmalommal, ahol az igénybevételi intenzitás csak szűk tartományban változtatható – az igénybevételi intenzitás is széles tartományban beállítható, ami új távlatokat nyitott meg az őrléstechnika területén.

Jelen tanulmány célja a keverőmalmi alakformálás bemutatása és a szemcsés anyagalmaz szemcsealak-eloszlásának és sűrűségfüggvény-változásának vizsgálata az alakformálás során, összefüggésben az egyes alakformálási feladatokkal.

A szemcsealak vizsgálata és számszerűsítése

Az alakformálás nyomon követésének érdekében a szemcsealakot mutatókkal írjuk le, és ezeket mérnünk kell.

A szemcsealak meghatározására általában kétdimenziós képelemző eljárásokat alkalmaznak. A vetületi felület vagy a szemcse kontúrvonalának rögzítését követően adott méretek meghatározásával, mint például a terület, kerület majd különböző jellemző értékek képzésével a szemcsealak számszerűsíthető [5].

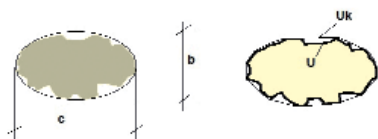
A szemcsealak képelemzéssel történő jellemzésének fő lépései a következők: megjelenítés (képkalkotás), képkézelés és az alak számszerűsítése. A képkalkotás optikai mikroszkóp, pásztázó elektronmikroszkóp (SEM) stb. segítségével történhet. Szükséges feltétel, hogy a keletkezett analog képet digitalizáljuk a későbbi képkézelés céljából.

A képkézelés során az egyes szemcsék háttértől való megkülönböztetése és egymástól történő szétválasztása történik [3].



Egy referencia alakhoz, például egy konvex sokszöghöz való hasonlítás a szemcsealak pontosabb értékelését eredményezi [6, 7].

A képelemzés harmadik lépéseként a szemcsealakot számszerűsítjük. Ennek során mérhetjük a szemcsealak paramétereit, ilyen például a vetületének területe, kerülete, körülíró konvex sokszög kerülete, körülíró ellipszis kis és nagy tengelye, Feret-minimum, Feret-maximum, egyenértékű átmérő. Ezen paramétereiből a szakirodalmak alapján számos tényező képezhető a szemcsealak és szemcsealak-formálás leírására, melyekből a következőkben bemutatok néhányat.



1. ábra. Szemcsealak meghatározása vetületi felület alapján [5]

A **1. ábrán** feltüntetett méretek alapján a következő mérőszámok képezhetőek a szemcsealak karakterizálásához [5]:

- a szemcsét körülíró ellipszis legkisebb és legnagyobb átmérőjének hányadosa (r):

$$r = \frac{b}{c}, \quad (1)$$

- a konvexitás (k), a szemcsfelület érdességének mérőszáma, melyet a szemcsevetület-kerület (U) és a körülíró konvex sokszögkerület (U_k) hányadosának négyzeteként írhatunk fel:

$$k = \left(\frac{U_k}{U}\right)^2. \quad (2)$$

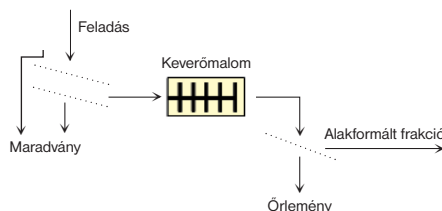
Belarui és szerzőtársai [8] a gipsz nedves keverőmalmi őrlése során végbemenő törest, koptatást és forgácsolást (chipping) vizsgálták. Ennek érdekében a szemcseméret mellett a szemcsealak változását is vizsgálták pásztázó elektronmikroszkóp (továbbiakban SEM) segítségével. Különböző őrlési beállítások mellett (szuszpenzió koncentrációja, őrlőtest tömege és átmérője, a gipsz típusa – radiális vagy mozaik) végezték a gipsz őrlését. A céljuk az volt, hogy a töret diszperzitásállapotának teljesebb leírásával következtetéseket vonjanak le a malomban a különböző beállítások hatására kialakuló igénybevételekre és aprózódási típusokra. A mikroszkópi vizsgálatok során a szemcsék alakjának leírására a szemcse egyenértékű átmérőjét (D_{eq}), a Feret-átmérők arányát (F_{min}/F_{max}) és a gömbszerűségét (C) használták:

$$C = \frac{K^2}{4\pi T}, \quad (3)$$

ahol K a szemcsevetület kerülete és T a szemcsevetület területe. A Feret-átmérők aránya a szemcsék nyúltságát mutatja. A gömbszerűséget (C) a szemcse felületi érdessége és nyúltsága egyaránt befolyásolja.

Alakformált szemcsehalmaz előállítás

Keverőmalmi alakformálás esetén alapvetően három különböző feladatot, illetve célt fogalmazhatunk meg, ezek a gömbszerűsítés, a lekerekítés és a felületi érdesség csökkentése. Egy szemcse koptatással, dörzsöléssel történő keverőmalmi alakformálása során az első lépésben a felületi érdessége csökken a kiálló élek, kiszögellések letörésével, mely lassan átfordul lekerekítésbe. Ahogy a szemcsét egyre inkább koptatjuk, úgy kapunk egyre simább felületű, lekerekített, tojásdad alakú szemcséket. A folyamat továbbhaladásával a szemcsealak gömbszerűvé válik, miközben egyre simább felületet kapunk. A gömbszerű szemcsealak elérését ugyanakkor a kiindulási szemcsealak nagymértékben befolyásolja. Gömbszerű szemcsék akkor állíthatók elő, ha a kiindulási szemcsék Feret-átmérőinek aránya minél inkább közelít az 1-hez. Ellenkező esetben a tojásdad forma lesz jellemző a szemcsehalmazra az alakformálást követően.



2. ábra. A keverőmalmi alakformálás technológiája

A keverőmalmi alakformálás technológiájának elvi vázlatát a **2. ábrán** láthatjuk. A keverőmalmi alakformálás szűken osztályozott frakciókon végezhető el. Ennek érdekében magát az alakformálást megelőzi egy kétlépcsős osztályozási folyamat, melynek segítségével a szükséges szemcsefrakció előállítható. Az eddigi laboratóriumi kísérletek 106–160; 160–200; 200–250 μm -es frakciókon folytak, azonban az alkalmazható szemcseméret alsó és felső határa is szélesíthető, tehát akár 50 μm -hez vagy akár 1 mm-hez közeli szemnagyságú frakciók esetén is kivitelezhető az alakformálás jelen módja.

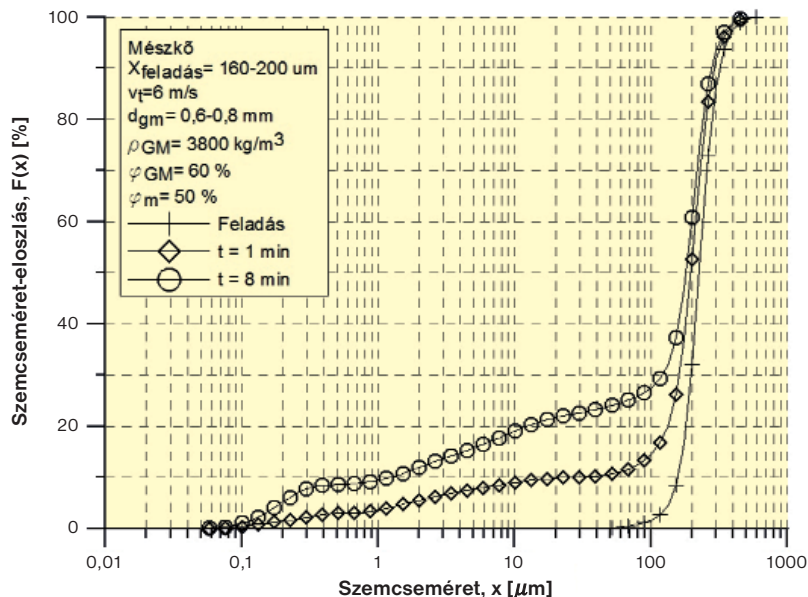
Maga az alakformálás száraz, szakaszos üzemű keverőmalomban történik. Az alakformálási paraméterek megválasztásánál alapfeltétel, hogy az őrlőtestek igénybevételi intenzitása ne haladja meg a szemcsetöréshez szükséges értéket. Az igénybevételi intenzitás nagyságát az őrlőtest átmérője és sűrűsége, valamint a rotor kerületi sebességének megválasztásával állíthatjuk be. A laboratóriumi kísérletekhez a Nyersanyagelőkészítési és Környezeti Eljárástechnikai Intézet egyedi tervezésű és egyéni építésű berendezését alkalmaztam. A keverőmalom kerámiabéléssel és keverőtárcsákkal van ellátva, melyek nagy kopásállóságúak. A malom rotorján 4 db 35 mm sugarú keverőtárcsa van. A malom köpenyhűtéssel van ellátva, melyre átfolyó vizet kövte a malom hűtése megoldható. A malom hasznos térfogata 530 cm^3 , melyet 50–80% őrlőtest-töltöttség mellett 80–120 g anyag őrlésére használhatunk. A malom hajtómotorjának üzemeltetése egy frekvenciaváltón keresztül történik, mellyel szabályozhatjuk a rotor fordulatszámát, kerületi sebességét. A malom motorjának teljesítményszükségletét egy Carlo Gavazzi 70 típusú energiaméter segítségével mérhetjük.

Az alakformálást követően újabb osztályozási lépcső szükséges, hiszen a felületről lekopott, gyakran nagy finomságú őrléményt el kell választanunk a szemcseméret-csökkenést nem szenvedett, de alakformált frakciótól. Egy 160–200 μm -es mészke szemcsefrakción elvégzett alakformálás eredményét láthatjuk a szemcseméret-eloszlás szempontjából (**3. ábra**). A keverőmalmi alakformálás-őrlés termékének szemcseméret-eloszlását Horiba LA950 lézersugaras szemcsenagyságelemzőben határoztam meg nedves közegben. Látható, hogy a keverőmalom-termékében a feladáshoz képest megjelenik egy 100 μm -nél finomabb frakció, mely a felület koptatásának eredménye. A szemcseméret-eloszlás görbéje ugyanakkor nem tolódik el az y tengely irányába, mint egy klasszikus, szemcseméret-csökkentés központú őrlés esetén. Jelen esetben a 100 μm -nél finomabb frakciót tekinthetjük őrléménynek, míg a >100 μm -es frakció tekinthető az alakformált frakciónak. A tartózkodási idővel a finom őrléményfrakció mennyisége növekedik a termékben, amíg a feladásban a 100 μm alatti rész tömeghányada elenyésző, addig 1 perces alakformálást követően 12%, majd 8 percet követően 28%-ra nő.

Míndez azt jelenti, hogy ezt a mennyiséget az alakformálást követően le kell vá-



$$FA_E = \frac{4A_v}{F_{min} F_{max} \pi} \quad (6)$$



3. ábra. A keverőmalom termékének szemcseméret-eloszlása

lasztani, hogy egy közel monodiszperz és alakformált termékfrakciót állítsunk elő. Ez alapján az alakformált frakció kihozatala 72 és 88% között változik, a malomban való tartózkodási idő függvényében.

Szemcsealak-eloszlás változása az alakformálás során

A szemcsék alakját egy Zeiss Imager M2M típusú optikai mikroszkóp segítségével vizsgáltam. A szemcsék alakjának leírása érdekében a Feret-minimum, a Feret-maximum, a vetület területének, kerületének, a körülíró konvex sokszög kerületének mérése szükséges, melyet az AxiovisionRel. 4.8. program képelemző kiegészítésének segítségével tehettem meg.

A mért paraméterek felhasználásával az egyes alakformálási feladatok jellemzésére célszerűen az alábbi paramétereket alkalmazhatjuk [4]:

A felületi érdesség (k) [5]:

$$k = \left(\frac{U_k}{U} \right)^2 \quad (4)$$

A felületi érdesség a szemcsekontúr kerülete és a körülíró konvex sokszög kerülete hányadosának négyzete. Megmutatja, hogy a szemcsefelület mennyire érdes, a felületi érdességcsökkentés mérőszáma. Értéke ideális esetben 1.

A gömbszerűség hibaterülete:

$$FA_C = \frac{4A_v}{F_{max}^2 \pi} \quad (5)$$

A gömbszerűség hibaterülete a szemcse vetületének területe és a Feret-maximum

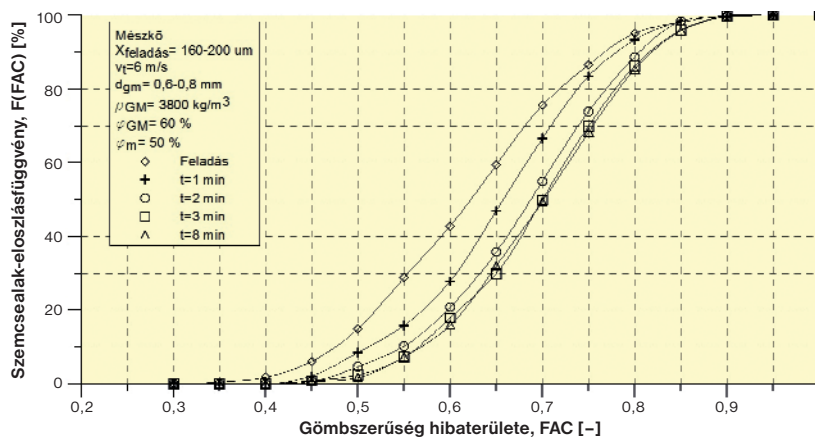
átmérővel meghatározott kör területének hányadosa. Leírja a szemcse gömbszerűségét, a gömbsítés, gömbszerűsítés mérőszáma. Értéke ideális esetben 1.

Az elliptikusság hibaterülete:

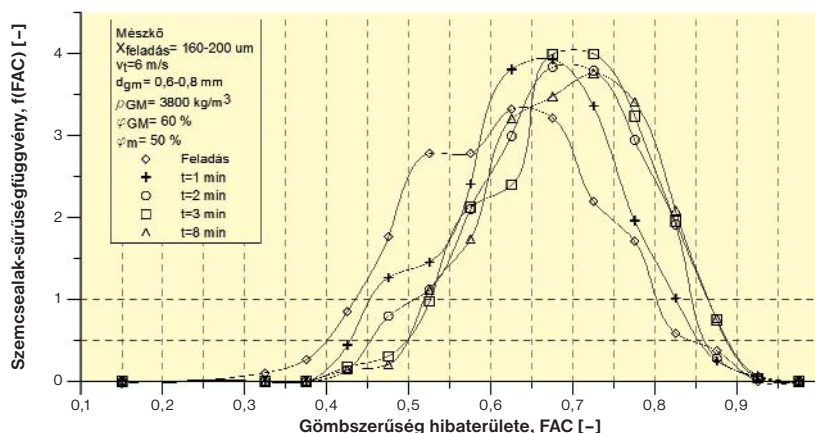
$$\Delta n_i = \frac{n_i}{\sum n} \quad (7)$$

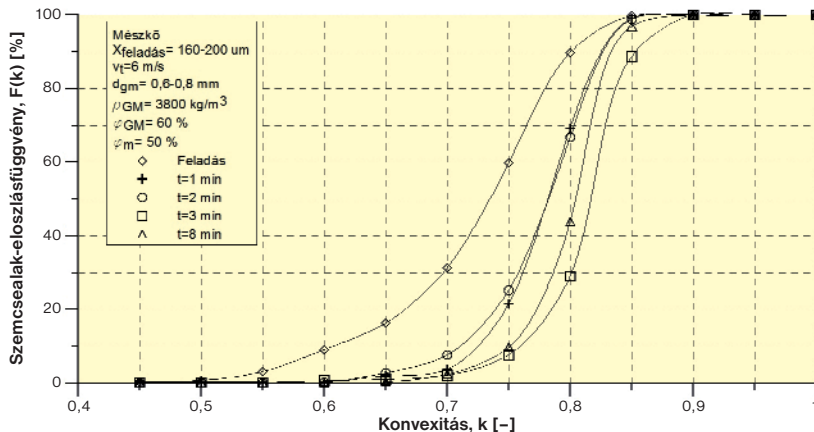
$$F(k; FAE; FAC)_i = \sum \Delta n_i \quad (8)$$

4. ábra. A gömbszerűség hibaterülete szerinti szemcsealak-eloszlás

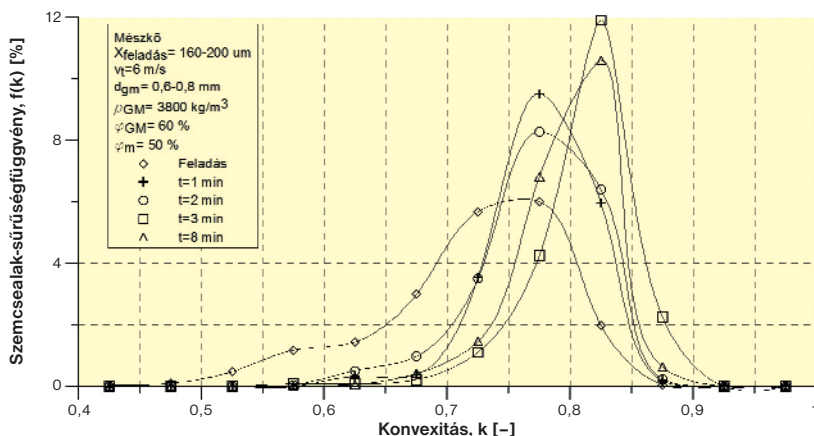


5. ábra. A gömbszerűség hibaterülete szerinti szemcsealak-sűrűségfüggvény

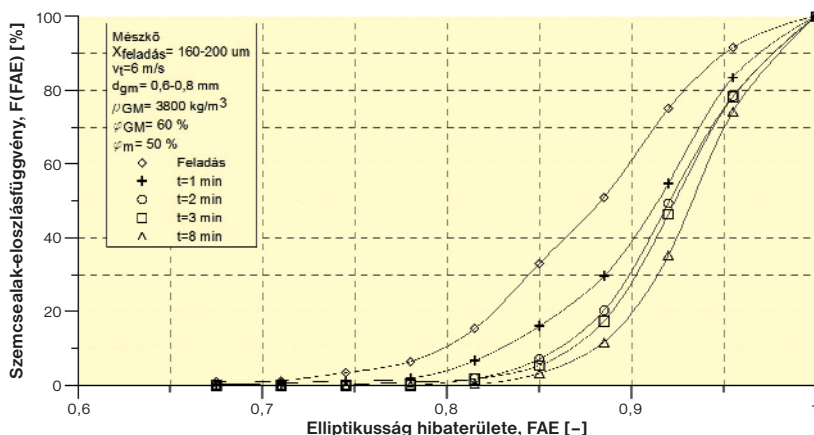




6. ábra. A konvexitás szerinti szemcsealak-eloszlás



7. ábra. A konvexitás szerinti szemcsealak-sűrűségfüggvény



8. ábra. Az elliptikusság hibaterülete szerinti szemcsealak-eloszlás

$$F(k; FAE; FAC)_i = \frac{\Delta n_i}{\Delta(k; FAE; FAC)}, \quad (9)$$

ahol Σn a mikroszkópban vizsgálat összes szemcse darabszáma [db], Δn a szemcsehányad, n_i az adott alakformálási tényező tartományába eső szemcsék száma [db].

Az előzőekben bemutatott keverőmalmi beállítások mellett nyert alakformált frakció szemcseszám szerinti alakeloszlásait és

sűrűségfüggvényeit láthatjuk a 4-9. ábrákon. A 4. és 5. ábrákon a gömbszerűség hibaterülete szerinti eloszlás- és sűrűségfüggvény látható.

Megfigyelhető, hogy a gömbszerűség hibaterülete szerinti alakeloszlás-függvény az alakformálási idő függvényében jobbra tolódik, és a tartománya folyamatosan szűkül, tehát egyre gömbszerűbb szemcsék alkotják a halmazt. Ugyanakkor a jobbrato-

lódás mértéke a tartózkodási idővel csökken. A sűrűségfüggvény módusza a tartózkodási idővel egyre nagyobb értéket mutat, a leggyakoribb szemcse gömbszerűsége a feladás esetén 0,64, 1 perces tartózkodási időt követően 0,67, 2 és 3 perc esetén 0,7, míg 8 percet követően 0,72 értéket mutat.

A 6. és 7. ábrákon a konvexitás szerinti eloszlás- és sűrűségfüggvény látható. Megfigyelhető, hogy a konvexitás szerinti alakeloszlás-függvény az alakformálási idő függvényében 3 perces tartózkodási időig jobbra tolódik, és a tartománya folyamatosan szűkül, tehát egyre simább felületű szemcsék alkotják a halmazt, de aztán a 8 perces tartózkodási időt követően az alakeloszlás balra tolódott, tehát a szemcsehalmaz felületi érdessége romlott.

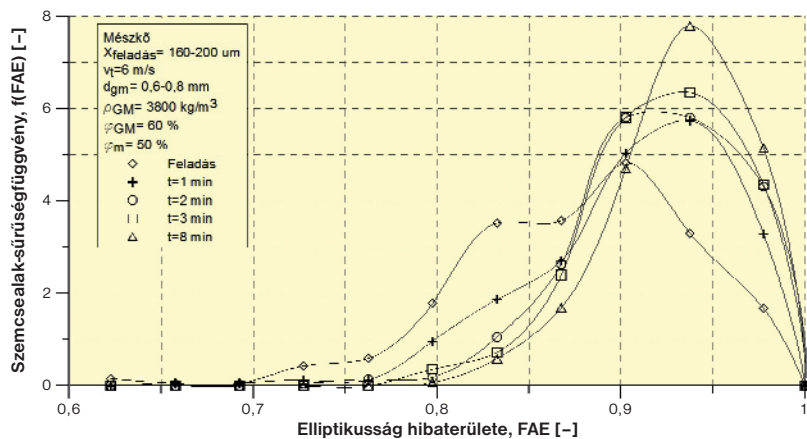
A sűrűségfüggvény módusza a tartózkodási idővel egyre nagyobb értéket mutat, a leggyakoribb szemcse felületi érdessége a feladás esetén 0,76, 1 és 2 perces tartózkodási időt követően 0,77, míg 3 és 8 perc esetén 0,83 értéket mutat.

A 8. és 9. ábrákon az elliptikusság hibaterülete szerinti eloszlás- és sűrűségfüggvény látható. Megfigyelhető, hogy az elliptikusság hibaterülete szerinti alakeloszlás-függvény az alakformálási idő függvényében egyre jobbra tolódik, és a tartománya folyamatosan szűkül, tehát egyre lekerekítettebb szemcsék alkotják a halmazt.

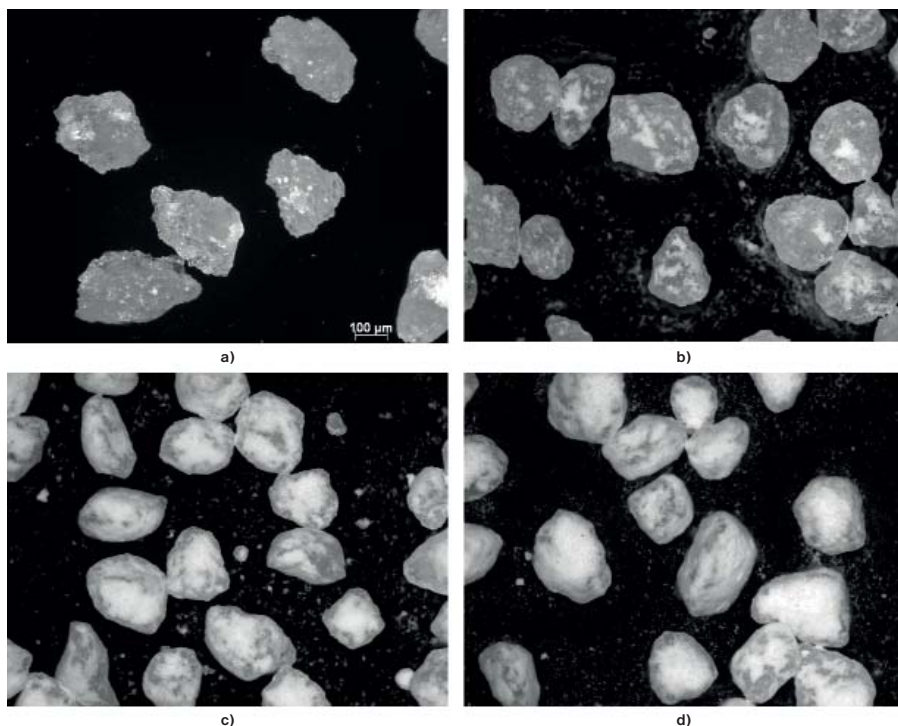
A sűrűségfüggvény módusza a tartózkodási idővel egyre nagyobb értéket mutat (9. ábra), a leggyakoribb szemcse lekerekítettsége a feladás esetén 0,9, a tartózkodási idővel tovább azonban nem változik, értéke 0,94.

Az alakformálás hatásosságának bizonyítására adott az előzőekben bemutatott órési paraméterek mellett, különböző tartózkodási idők esetén készített mikroszkópi felvételeket láthatjuk a 10. ábrán. Az a felvétel feladáskor, a b 1 perc, a c 3 perc, míg a d 8 perc tartózkodási időt követően készült a keverőmalom alakformált termékéből. A felvételek 110-szeres nagyítás mellett készültek. Látható, hogy a feladás szemcséi szabálytalan alakúak és érdes felülettel rendelkeznek (10.a ábra), de az 1 perces alakformálást követően a felületi érdesség jelentősen csökkent, majd az alakformálási idő növekedésével egyre lekerekítettebb, majd gömbszerű szemcséket kaptunk, miközben a szemcsék felületének simasága tovább javult.

A keverőmalomban történő alakformálás megfelelő osztályozási lépcsőkkel való kiegészítését követően olyan technológiát kapunk, mely alkalmas rideg ásványos any-



9. ábra. Az elliptikusság hibaterülete szerinti szemcsealak-sűrűségfüggvény



10. ábra. A keverőmalmi alapformáláson átesett szemcsék mikroszkópi felvételei különböző tartózkodási idők esetén (a – feladás, b – 1 min, c – 3 min, d – 8 min)

gokból monodiszperz és gömbszerű szemcsék előállítására a néhány 100 µm-es szemcseméret-tartományban. A bemutatott mérési eredmények alapján megállapítható, hogy a szemcseszám szerinti alakeloszlás- és sűrűségfüggvények vizsgálatával az egyes alakformálási feladatokhoz szükséges tartózkodási idő technológiai paraméterként megválasztható.

KÖSZÖNETNYILVÁNTÁS

Ezúton szeretném köszönetemet nyilvánítani doktori képzésem témavezetőinek, Prof. Dr. Csöke Barnabásnak és Dr. Muci Gábornak áldozatos munkájukért, mellyel a PhD-fokozat megszerzését támogatták. Köszönettel tartozom továbbá Dr. Fajtli József intézetigazgató úrnak kutatási munkám háttérének biztosításáért. A kutatás a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című

kiemelt projekt által nyújtott személyi támogatással valósult meg. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg. A bemutatott kutatás a Miskolci Egyetem Fenntartható Természeti Erőforrás Gazdálkodás Kiválósági Központjában valósult meg.

IRODALOM

[1] Kvapil, R, 1964. Probleme des Gravitationsflusses von Schüttgütern, Aufbereitungs Technik 5 Nr. 3, 139–144.
 [2] Tanguy, D, Marchal, P, Chem. Eng. Res. Design (1996) 74, 715–722.
 [3] Pons, M N, Vivier, H, Belaroui, K, Bernard-Michel, B, Cordier, F, Oulhana, D, Dodds, J A, Particle morphology: from visualization to measurement Powder Technology (1999) 103, 44–57.
 [4] Rácz, Á, Reduction of surface roughness and rounding of limestone particles in stirred media mill, Chemical Engineering and Technology (2014) 37, 5, 865–872.
 [5] Kuyumcu, H Z, Petersson, E, Rolf, L, Studies on the influence of comminution mechanisms on the particle shape of comminuted products, Aufbereitungs Technik (2005) 46, 11, 4–13.
 [6] Vivier, H, Pons, M N, Bernard-Michel, B, Rolland, T, Voignier L, Vucak M, Microsc. Microanal. Microstruct. (1996) 7, 467.
 [7] Pons, M N, Vivier, H, Dodds, J, Part. Part. Syst. Character. (1997) 14, 272.
 [8] Belaroui, K, Pons, M N, Vivier, H, Meijer, M, Wet grinding of gibbsite in a bead-mill, Powder Technology (1999) 105, 396–405.

ÖSSZEFOGLALÁS

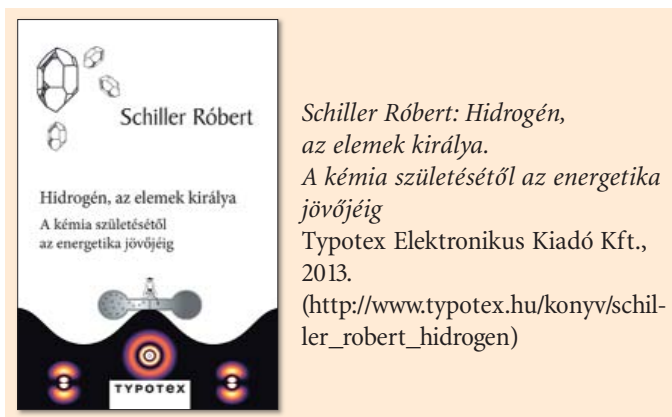
Rácz Ádám: A keverőmalmi szemcsealak-formálás jellemzése szemcsealak-eloszlás alapján

A szemcsealak fontos szerepet tölt be a szemcsés anyagalmazokat alkalmazó eljárásoknál. A szemcsealak az aprítás és őrlés során változtatható, ugyanakkor a legtöbb esetben a halmaz szemcseméretének csökkenésével jár együtt. Jelen tanulmányban olyan szemcsealak-formálási technológia bemutatására került sor, melyben a szemcsealak változása nem jár együtt jelentős szemcseméret-csökkenéssel. A technológia központjában alacsony igénybevételi intenzitású keverőmalmi őrlés áll, melyet kiegészítve osztályozási lépcsőkkel olyan technológiát kapunk, mely alkalmas rideg ásványos anyagokból monodiszperz és gömbszerű szemcsék előállítására a néhány 100 µm-es szemcseméret-tartományban. Az empirikus darabszám szerinti szemcsealak-eloszlás és sűrűségfüggvény alkalmas a keverőmalmi optimális tartózkodási idő megválasztására az egyes alakformálási feladatokhoz.





Könnyed olvasmány ünnep- és hétköznapokra a hidrogén ürügyén



*Schiller Róbert: Hidrogén,
az elemek királya.
A kémia születésétől az energetika
jövőjéig*
Typotex Elektronikus Kiadó Kft.,
2013.
(http://www.typotex.hu/konyv/schiller_robert_hidrogen)

Középkorok másodikként kevésként kiadott könyve – Verne Gyula *Rejtelmes sziget* című regénye verhetetlen volt ebben a kategóriában – a *Rendszertelen bevezetés a fizikai kémiába a hidrogén ürügyén*, szokványosnak aligha nevezhető címet viselte. Mind a mai napig élénken emlékeztetemben az egyik ábra, amelynek itt csak a feliratát idézem fel: „Az entrópia antropomorf és mindig nő.”

A könyv szerzőjének, Schiller Róbertnek a neve akkoriban alig-alig mondott nekem valamit, mégis megjegyeztem. Annyira, hogy egy szűk évtizeddel később, amikor először találkoztam vele személyesen egy akadémiai munkabizottsági ülésen, rögtön tudtam, hogy a neves íróról van szó (bár kétem, hogy ő maga bármikor is magára venné ezt a jellemzést). Megtudtam, hogy a tudományos előadásokhoz való hozzászólásai legalább annyira szellemesek és lényegre törőek, mint az írói stílusa. Volt szerencsém tankönyveiből tanulni (pl. *Statisztikus mechanika vegyészeknek*), és lenyűgözve hallgattam előadását arról, hogy Nessesz sokat emlegetett vére az irodalmi leírások alapján akár kálium-permanganát és kénsav elegyeként is elképzelhető. S persze megtudtam azt is, hogy a Magyar Tudományos Akadémia Energiatudományi Kutatóközpontjában dolgozik kutató professor emeritusként. Rendszeres szerző a *Természet Világa* folyóiratban, 2012-ben megkapta a Tudományos Újságírók Klubja által adományozott az év (ismeretterjesztő) tudósa díjat, s ugyanekkor egy magyar csillagász által felfedezett kisbolygót is róla neveztek el.

Az idén tavasszal nagy örömmel hallottam arról, hogy középkorok másodikként kevésként kiadott könyve – Verne Gyula *Rejtelmes sziget* című regénye verhetetlen volt ebben a kategóriában – a *Rendszertelen bevezetés a fizikai kémiába a hidrogén ürügyén*, szokványosnak aligha nevezhető címet viselte. Mind a mai napig élénken emlékeztetemben az egyik ábra, amelynek itt csak a feliratát idézem fel: „Az entrópia antropomorf és mindig nő.”

A *Természet Világa* 2014. szeptemberi számában megjelent írás nyomán.

A könyv öt fejezetből áll. Az első (A természettudomány felé) mindenekelőtt a kémia önálló tudománnyá válásának történetét meséli el Paracelsus, Robert Boyle és a kémia francia atyja, Antoine Laurent Lavoisier életének és munkájának felelevenítésével. A flogiszonelméletéről, amelyet napjainkban leginkább nevetségessége miatt említenek kémianárokok, megtudhatjuk, hogy valójában mind megalkotni, mind megcáfolni nagyon jelentős intellektuális erőfeszítés volt. A történeti szál a könyv további részeiben is erős marad, ami aligha véletlen: a pedagógia és a pszichológia is jól ismeri azt a jelenséget, hogy az egyes emberek tanulási módja nagyon hasonló ahhoz, ahogy maga a tudomány fejlődött a történelmi korok alatt. A második, a könyv felét kitevő fejezet (Kémia és fizika között) középpontjában már a fizikai kémia áll. Komoly dolgokról esik szó: ideális gázokról, kinetikus gázelméletéről, a termodinamika főtételeiről, a hidrogénatom és a hidrogénmolekula szerkezetéről és a kvantummechanika alapjairól is. A stílus mégis könnyed és olvasmányos marad, az érvek megértéséhez csupán egy kis egészséges kíváncsiság szükséges, nem pedig bármiféle jelentős előzetes ismeret. A szerző folyamatosan emlékezteti olvasóját arra, hogy a valóság tudományos modelljei nem keverendők össze magával a valósággal, s egy jelenség több, különböző mélységű és pontosságú tudományos értelmezése nagyon is jól megfér egymás mellett.

A harmadik fejezet (Merre és milyen gyorsan) a kémiai egyensúly és a reakciókinetika fogalmait vezeti be, s itt a műtrágyagyártás gyakorlati jelentősége miatt az ammónia szintézise válik központi kérdéssé. Ennek kapcsán szó esik láncreakciókról és felületeken lezajló kémiai reakciókról is. A negyedik fejezet (Űrvegytan) a kozmoszról szerzett kémiai ismereteket ürügyként felhasználva bemutatja a spektroszkópiai módszereket, illetve a feketetest-sugárzás jelenségét, s megtudhatjuk azt is, hogy az alagúthatásnak köszönhetően nagyon alacsony, az abszolút nulla fohoz közeli hőmérsékleten is lejátszódhatnak kémiai reakciók.

Ami miatt égetően időszerű volt újra kiadni a könyvet, az az ötödik fejezet (Hidrogén és energia), amelyet a szerző az eredeti, 1987-es verzióhoz képest jelentősen kiegészített. Az 1980-as években a hidrogéngazdaság szót még nemigen ismerte senki, azóta viszont a hétköznapokban is annyira elterjedt vált, hogy Oláh György Nobel-díjas kémikus ennek a mintájára, de egyfajta ellentétjeként alkotta meg a metanológazdaság kifejezést. A hidrogéngazdaság a hidrogén energiahordozóként való, széles körű felhasználását jelenti. Az még nem világos, hogy a világnak pontosan mikorra kell leszoknia a benzin és földgáz jelenlegi ütemű felhasználásáról, de illúzió lenne azt gondolni, hogy az addig hátralevő időt évszázadokban lehetne mérni. Már manapság is léteznek hidrogénnel üzemelő autók, akár robbanómotoros, akár tü-



zelőanyag-elemes elektromos kivitelben, és sok nagy autógyártó jelentős erőfeszítéseket tesz ezek továbbfejlesztésére. A világ legokosabb emberei is izgalmas és fontos kérdésnek tartják, hogyan lehetne hidrogént felhasználni az energiagondok megoldására, a világ vezető üzletemberei pedig hosszú távon hasznot sejtene az ilyen munkába manapság tett befektetések eredményeként. Ezen világ gondolkodásának tudományos háttérébe enged betekintést az ötödik fejezet, s szakszerű, de olvasmányos, helyenként humoros stílus azért is nagyon lényeges, mert sajnos manapság a média szerkesztői inkább a tudományos sarlatánokat tartják hírértékűnek.

Schiller Róbert könyvét ajánlom mindenkinek, akit érdekel a minket körülvevő világ működése. Megismerhetjük belőle a természet néhány olyan törvényét, amelyek valóban törvények és emberi fogalmak szerint nagyon demokratikusak is: felismerni

lehet őket, megsérteni nem, függetlenül attól, hogy valakinek mekkora tekintélye, háza, autója, jövedelme van, s attól is, hogy milyen eredményt ér el politikai választásokon.

Középiskolás emlékeim entrópiáról szóló ábráját sajnos nem találtam meg az újabb kiadásban. De minden mást igen, amitől az eredeti mű jó volt. Nagyon remélem, az új kiadás a nálam jóval fiatalabb generációknak is megtanítja majd, hogy a fizikai kémia nemcsak hasznos és érdekes, hanem nagyon is emberi, s időnként akár még szórakoztató is lehet. De a könyvnek van üzenete a már tanári vagy oktatói korosztályba tartozók számára is: a szerzőtől megtanulhatjuk, hogyan érdemes és kell úgy kémiát tanítani, hogy ne csak a száraz tudást, hanem a tudomány iránti lelkesedést és elkötelezettséget is továbbadhassuk a következő nemzedéknek.

Lente Gábor

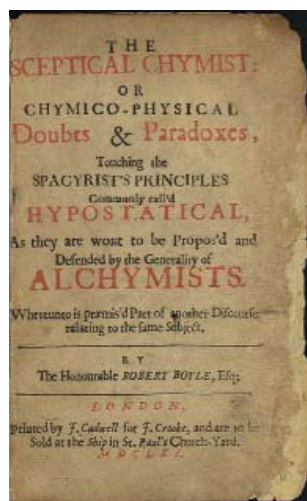
Alább részletet olvashatnak a könyvből.

Schiller Róbert Termékeny kétkedés – Boyle

A hidrogén keletkezését *Turquet de Mayerne* írta le, tudományunk szerint elsőként, a 17. század első felében. Nyolc uncia vasreszelékhez apránként nyolc uncia vitriolt adott, majd kissé később ugyanennyi meleg vizet. Nagy sistergés, buborékolás és villódzás közepette egy bűzös, kénés gáz szállt fel – szennyezett volt a hidrogén – amely, ha gyertyát vittek a közelébe, lángra lobbant. „Amint az velem is, nem épp csekély veszedelmekre, megessett” – panasolja Turquet.

Ebből a leírásból még kitetszik az esetlegesség, a szinte játékos kísérletezés során tett megfigyelés. Nem sokkal Turquet után, de bizonyára tőle függetlenül, *Robert Boyle* is elvégezte ezt a kísérletet. Ha mást nem, csak ezt a leírást ismernék a munkái közül, ebből is tudnunk kellene, hogy vele a kémiának egy új korszaka kezdődött el, a céltudatos, a jelenségeket saját jogukon vizsgáló kutatásé. Ő a keletkezett gázt nem engedte el a levegőbe, hanem víz fölött felfogta, megbecsülte a hőtágulását, és úgy találta, hogy az a levegőéhez hasonló. Végül – és talán ez a legfontosabb – ésszerűen módosított körülmények között megismételte a kísérletet. Ez már a modern kémikus eljárása.

A kísérlet egyébként csak apró morzsa Boyle terjedelmes életművében. Visszavonult, hangsúlyozottan szerény életét (előkelő családjában ő volt az egyetlen, akinek semmilyen címe-rangja nem volt) a kísérletezés és az eredmények leírása, tollbamondása töltötte ki. A szöveggel nem bánt éppen takarékosan: a rossz nyelvű utókor szerint összes műveit csak a nyomdása olvasta végig. Nevéhez ma, a sokat idézett gáztörvény mellett legfontosabbnak tartott művét, a *Sceptical Chemist* címűt szokták társítani. A könyve címe szerint is kételkedő vegyész erős ellenszenvvel ír az alkímisták meg *Paracelsus* és követői rejtélyeskedő nyelvéről, még inkább laza fogalomalkotásukról: „Írásaik, akárcsak kemoncéik, füstöt és lángot vegyesen vetnek.”



A könyv címében a szkeptikus szó határozott filozófiai álláspontot fejez ki. Az antikvitásban a görög *Pürrho*n nevéhez fűződött a szkeptikus iskola megalapítása, ő azonban semmi írott szöveget nem hagyott maga után. A felfogás egyik legteljesebb ókori kifejtése *Sextus Empiricus*tól származik, aki a Kr. u. I. század végén vagy a II. század elején működött. Műve elején már világgossá teszi a szerző az iskola célját. „A szkeptikus filozófia az a képesség, hogy a jelenségeket és a gondolatokat bármely módon szembeállítsuk egymással; ebből kiindulva az ellentétes tények és érvek egyensúlya miatt először az ítéletek felfüggesztéséhez jutunk el, majd pedig a zavartalan lelkiállapothoz.” A szkeptikusok szerint akkor jutunk ide, ha megtartóztatjuk magunkat mindenféle ítélekezéstől. Ezt helyesen is tesszük, mert érzékelésünk, személyes tapasztalataink eleve megbízhatatlanok, megállapításainkat pedig gondolkodásunk hagyományai és előítéleteink befolyásolják. Tehát bizonytalan, ingatag talajra épül minden ítélet.

Így aztán Boyle, a kísérletező és a jelenségeket gondosan feljegyző kémikus bölcsen kételkedik a pusztá megfigyelés erejében: „...én csaknem úgy tekintem a kémikus általános gyakorlatát és műveleteit, mint az ábécé betűit. Ezeknek ismerete nélkül nehezen lehet valaki filozófussá, de ez a tudás közel sem elegendő, hogy valakit azzá tegyen.” Különösen a három őselv, a higany, a kén és a só jelentése tetszik bizonytalannak. „Valóban attól tartok, annak, hogy a vegyészek oly zavarosan írnak az ő három őselvükről, az a legfőbb oka, hogy nekik maguknak sincsenek tiszta és határozott fogalmaik róluk.” Ennek a mai kor véget kell, hogy vessen. „Úgy veszem észre, hogy újabban a kémiával, érdeme szerint, tanult emberek kezdenek foglalkozni, olyanok, akik eddig megvetették ezt a mesterséget.”

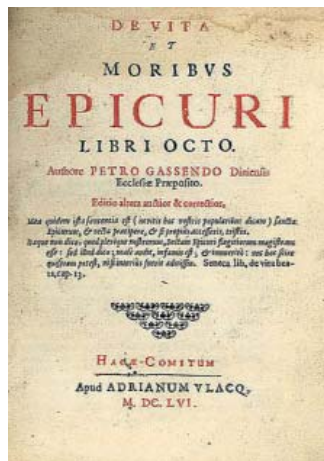
Boyle elemdefiníciója valóban világos, és nagyon közel áll a mai elem fogalmához: „Én elemem azt értem, amit a legvilágosabb beszédű kémikusok a maguk őselvén értenek: bizonyos egyszerű vagy teljességgel elegyítetlen testeket, amelyek nem állnak más testekből vagy egymásból, amelyek alkotórészei valamennyi tökéletesen elegyített testnek, amelyek közvetlenül ezekből vannak összetéve, és amelyek végezetül ezeké bonthatók szét.”

A „tökéletesen elegyített test” természetesen vegyületet jelent, szemben a tökéletlenül elegyített (mechanikus) keverékekkel. Az előbbi elemdefiníció egyébként voltaképpen nagyon régi, az an-



tik sztoikusok megfogalmazásához esik közel – szavaiban legálábbis. Ismerve azonban azt a terjedelmes tapasztalati anyagot, amellyel Boyle rendelkezett, ez a meghatározás, amely a sztoikusoknál jószerint csak a szó körülírását, szótári értelmezését jelenthette, az ő gondolkozásában már számtalan megfigyelés, tudatosan kiváltott kémiai átalakulás rendező elvűl szolgálhatott. Sajnos a további szöveg nem eléggé határozott, így nem tudjuk meg belőle, hogy milyen anyagokat tekintett ő elemnek.

Az atomelméletet, amelyet *Gassendinek Epikuros*ról szóló



könyvből ismert meg, Boyle elfogadta, sőt – mint alaphipotézist – azt sem vitatta, hogy a részecskék állandó mozgása azok benső tulajdonsága. Felfogása szerint a nagyon apró elsődleges részecskék testecskékké állnak össze, és ezek aztán úgy viselkednek, mint a kémiai elemek. Néha korpuszkulát, részecskét ír atom helyett. Bizonyára annak a jelöl, hogy amint azt világozó tette, nem kíván állást foglalni az anyag korlátlan oszthatóságának a kérdésében. Ebben tudatlannak vallja magát. Az atom vagy korpuszkula fogalma a mechanikai filozófia megalkotásához volt nélkülözhetetlen. Oszthatatlanságukban kételkedhetett. Amiben láthatóan biztos volt, az a létezésük. Tehát a szó szigorú értelmében nem volt atomista. Nem az oszthatatlan atomokra, hanem a mechanika törvényeire akarta alapozni a maga természetmagyarázatát. Az antik elgondolás különbséget tett a természet és a gépezetek működése között. Boyle véleménye szerint az anyagokban a korpuszkulák úgy működnek, mint a gépek: hasonlóan az emelőkhöz, mérlegkeghez, ingaórákhoz. Azonban nem gondolta úgy, hogy egy mechanikai, korpuszkuláris filozófia teljes világmagyarázatot kínálna. Bizonyára vallásos hite sem engedte a materializmus közelébe.

Mint *Newron* idősebb kortársa, igen természetes, hogy mechanikai magyarázatokat keresett tapasztalataira. Furcsa azonban, hogy ugyanakkor gyanakodva szemlélte a matematika térhódítását; elvont tudománynak tekintette a matematikát, amely nem áll közvetlen kapcsolatban a természet jelenségeivel. Nem ismerte, vagy épp elutasította *Galilei* mindmáig sűrűn idézett mondanását a természet könyvéről, amely a matematika nyelvén van írva?

Akárhogy is, észleleteit igyekezett számszerűvé tenni, kvantifikálni. A víz fagyásával járó térfogat-növekedést még csak kvalitatíve észlelte: kísérleteiben a jég vastag falú fémedényeket repesztett szét. Az anyagok sűrűségét azonban már látható gondal, három vagy négy számjegynyi pontossággal határozta meg, hidrosztatikus mérleggel, vagy a mai piknométer nevű edényhez hasonló „fajsúlypalack” segítségével.

A levegő, a gázok tulajdonságai erősen foglalkoztatták; Paracelsus elképzelése a semmi módon össze nem gyűjthető, kezelhetetlen gázokról már régen a múlté volt. *Torricelli* és *Pascal* munkáit a légnyomásról és a vákuumról jól ismerhette, hasonlóképpen *Guericke* légszivattyúját és a vele kapcsolatos kísérleteket is. Ő maga is épített szivattyút, és kimutatta, hogy a folyadékok kisebb hőmérsékleten indulnak forrásnak, ha a levegőt megritkítják fölöttük. Ezt a tapasztalatát fel is használta egy vákuumdesztillációs berendezés építésében.

Legfontosabb kísérletét, amely a nevét a mai fizikus és vegyész napi szóhasználatában is fenntartja, igen egyszerű eszkö-



Guericke magdeburgi kísérlete korabeli metszeten

zökkel hajtotta végre. Egyik végén légmentesen lezárt U alakú csőbe higanyt töltött, és megmérte a lezárt csőszárban rekedt gáz térfogatát és nyomását (vagyis a higany szintkülönbségét az U cső két szárában). A légkörinél nagyobb és kisebb nyomásokon egy sereg mérést végezve, végül kimondja, hogy eredményei jól egyeznek „azzal a hipotézissel, amely felteszi, hogy a nyomások és térfogatok egymással fordítottan arányosak.”

A megfogalmazás példás: utal a kísérleti hiba tényére, ami miatt nem várható, hogy bármely mérés eredményei tökéletesen egyezzenek egy matematikai összefüggéssel, ez utóbbit pedig hipotézisnek tekinti addig, amíg a mérések nem igazolják az érvényességét. Ez már a modern természettudomány gondolkodásmódja. Hibátlan a kísérlet is, az iskolai fizikaórán ma is így demonstráljuk a *Boyle–Mariotte-törvényt*. (*Mariotte* néhány évvel utóbb újra felfedezte az összefüggést.) Kevés kísérlet ér meg több mint háromszáz évet!

Mai képletnyelvünkön, *p*-vel jelölve a nyomást, *V*-vel a térfogatot, a törvényt így szoktuk írni:

$$pV = \text{konstans},$$

tudva persze azt, hogy a jobb oldalon álló konstans függ a hőmérséklettől. Ezt egyébként Boyle is észrevette saját hőtágulási kísérletei alapján, meg a *Galilei-féle termoszkóp* ismeretében.

Nem szeretnénk erről a nagyon tanult, rendkívüli szorgalmú, fegyelmezetten gondolkodó tudósról korát megtagadó képet rajzolni. Az aranycsinálás álmában, mint korábban mindenki, ő is hitt. Ránk maradt egy részletes, színes kísérleti leírás arról, hogyan jutott egy ismeretlen eredetű, jelentéktelen külsejű, kis mennyiségű por egy kémikus birtokába, hogyan hevítette az ezt a port nemtelen fémekkel, majd hogyan talált hatalmas robbanás, villámlás és füstfellegek után tiszta aranyat a hevítőtégely alján. A kéziratban a szerző nem tüntette föl a nevét, de sok jel mutat arra, hogy Boyle írta a szöveget. A szigorú tudós egy laboratóriumi jegyzőkönyv formájában álmodozott.

Boyle már életében rendkívül nagy tekintélyre tett szert. Talán a legszebb dicséretet *Oldenburg*, a Royal Society első titkára írta róla *Spinozának*, egy tudományos vitájuk kapcsán: „*A mi Boyleunk nem tartozik azok közé, akik oly erősen ragaszkodnak saját nézeteikhez, hogy ezeket a nézeteket nem is akarnák egybevetni a jelenségekkel.*” Az antik szkepszis így nemesedett a modern természettudós erkölcsévé.



Próder István

Várpalota

Felújított kiállítások az ötvenéves Vegyészeti Múzeumban (Második rész)

A várpalotai Vegyészeti Múzeum új kiállításait bemutató első cikkünkben [1] a kémiatörténeti terem, a „Nagyterem” falai mentén elhelyezett tablók anyagát és a hozzájuk kapcsolódó tárgyakat ismertettük.

A terem középső részét a robbanószeripar, a mindennapok kémiája, a gumi- és műanyagipar, a magyar festékipar, a gázgyártás, a magyar kőolaj-finomítók, petrolium, a mezőgazdasági kémia és a szódavíz mint hungarikum történetéből vett írások és válogatott tárgyak foglalják el. Ebben a részben ezek bemutatását kezdjük el.

Robbanószeripar

A hadi vegyipar kialakulásának néhány mozzanata

A feketelőpor faszén, kén és kálium-nitrát finom porának a keveréke. A kínaiak már ismerték, és pirotechnikai célokra, rakéták, petárdák, tűzijáték töltésére használták. A feketelőpor híre valószínűleg a keleti kereskedelem révén jutott Európába. 1320-ban Schwarz Bertold szerzetes alkalmazta először a lőport fegyverekben. Az első bányászati célú robbantást 1627. február 8-án Magyarországon hajtották végre a Selmezbánya melletti Felső-Biber tárón, Weindl Gáspár tiroli bányász irányításával. A 19. század első feléből a magyar robbanószeriparnak csak két, rövid konjunktúrális időszak emlékeztető. Az első a napóleoni háborúk idején, a második az 1848–49-es forradalom és szabadságharc rövid másfél éve, amely alatt nemzeti hadiipar és hadi vegyipar jött létre.

Alfred Nobel magyarországi üzeme

A Pozsonyban épített Dynamit Nobel gyár (a hamburgi székhelyű Alfred Nobel & Co.

társaság részeként) működése első évtizedeiben kora legmodernebb üzemének számított, építése 1873-ban kezdődött. A monarchia legjobban felszerelt robbanóanyaggyáraként 1875-ben kezdte el a termelést. Főleg dinamitot, lőgyapotot, kénsavat, salétromsavat és cellulóz-nitrátot gyártottak. A vállalat saját nitrálóval és lőporüzemmel rendelkezett, maguk fejlesztették az elektromos áramot is.

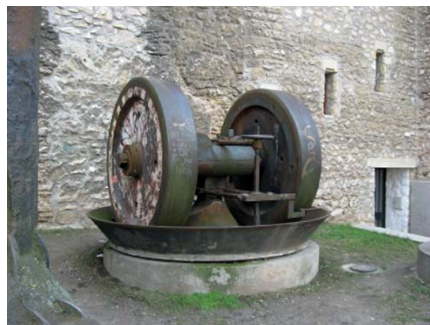
Ipari Robbanóanyaggyár, Peremarton

Az első világháború alatt 12 gyárunk foglalkozott robbanóanyagok gyártásával. Az 1916 szeptemberében létrehozott „Hindenburg-program” a Monarchiában gyártott robbanóanyagok mennyiségének megduplázását irányozta elő.

A trianoni békekötés után mindez összeomlott, nem maradt robbanóanyaggyára az országnak. A Magyaróvárra tervezett és csak részben felépített gyárban műselyemgyártás kezdődött. A volt Moson megyei Zúrány (Zurndorf) község Ausztriához került, az itt létesített dinamitgyár épületeit lebontották.

Az országnak azonban nagy szüksége volt szénre és a szénbányáknak ipari robbanóanyagokra.

Kollergang (lőporzúzó)



A zúrány gyár berendezéseit még 1919 decemberében a Weiss Manfred-gyár csepeli üzemébe szállították. Ez az üzem „Magyar Robbanóanyaggyár” néven ammónium-nitrát-alapú robbanóanyagot kezdett gyártani. Az igényeket azonban nem tudta kielégíteni, ezért 1921-ben „Ipari Robbanóanyaggyár” alapítását határozták el. A gyár telephelyét a Veszprém megyei Peremarton község határában jelölték ki, és már 1923 áprilisában megindították a biztonsági robbanóanyag üzemét. A gyár lőporzúzó „Kollergang” berendezése ma a Vegyészeti Múzeumban látható.

Péti Nitrogénművek

A Péti Nitrogénműveknél ipari célra használható, robbanó ammónium-nitrátot gyártottak. A Péti üzemben, a Hobbler-féle semlegesítő kolonnákban a salétromsav és az ammónia ammónium-nitráttá egyesült. A semlegesítés és a finombeállítás után az oldat bepárlókba került. A betöményített olvadék nagyobbik részéből mészporos keverés után a Péti műtrágyát állították elő.

A robbanó ammónium-nitrát előállításához az olvadék kisebbik részét használták fel. Az olvadékokat ebben az esetben kristályosító teknőbe bocsátották, amelyben az előző termelésből származó, megfelelő kristályformájú anyag volt, illetve ilyenekkel oltották be. Az ammónium-nitrátnak öt kristályosodási formája van és a robbanó ammónium-nitrát-gyártásra csak az alfa-rombos rendszerű kristályforma alkalmas. A kellő kristályosodási hőfok biztosításához a kristályosító teknőket hűtő- és fűtőberendezésekkel látták el. A kristályos anyag mozgását forgó tengelyeken levő lapátok biztosították.



Robbanó ammónium-nitrát teknője

Mindennapok kémiája, mosás, tisztítás

A tisztítószer, kozmetikumok történetéhez fából készült mosógép, mángorló és egy veszprémi vegytisztító kisvállalkozó eszközei szolgálnak illusztrációként.

Az ókori civilizációktól kezdve a középkoron át napjainkig az ember jó közérzetéhez, kényelméhez nélkülözhetetlenek a tisztítószer. A tisztítószerrel, különféle kozmetikumokkal évezredek óta az egészség megővését, a szépség kiemelését igyekeztek elérni.

Több írott emlék szerint a szappan készítését a gallok és a germánok találták fel.

Mindennapok kémiája



Kozmetikai ipar

1831-ben Hutter József pesti szappanos mester gyárat alapított a régi Váci úton, a mai Bajcsy-Zsilinszky út 30. számú ház helyén. Az ő gyárával kezdődött meg a hazai koz-



A Hutter-szappan reklámja

metikai ipar kialakulása. Több mint egy évszázadon át számosan csatlakoztak a tisztítószer, kozmetikumok gyártásához.

A nevesebb gyárak összevonásával jött létre a Caola Kozmetikai és Háztartás Vegyipari Vállalat, amelynek elődei: Hutter és Lever Rt., Elida Szappangyár, Albus Szappan és Olajgyár, Budapesti Illatszert és Pípereszappangyár, Schicht Szappangyár, Kompozíció Illóolajgyár, Odol Művek Rt., Albertfalvai Vegyigyár, Flóra Első Magyar Gyertya és Szappangyár Rt., Cipő és Parkettaszappangyár, Baeder Illatszertgyár Rt., Venus Kozmetikai Gyár, Molnár és Moser, Hangya Ipar Rt., Schmoll és Kallós Rt., Dr. Noseda, Schimmel és Társa Rt.

Mosószerüzem

A szolnoki Tiszamenti Vegyiműveknél 1969-ben épült meg az ország legkorszerűbb technológiával működő mosószerüzeme a hazai szintetikus mosószer iránti igények kielégítésére. A speciális technológiai berendezéseket a jugoszláv Jedinstvo cégtől, míg a csomagoló automata gépsort az olasz Acma vállalatától vásárolták meg. A mosószergyártás legfontosabb alapanyagának előállítására – a mosószerüzemhez kapcsolva – egy mosóaktív anyag gyártását szolgáló szulfonáló üzemet létesítettek 1972-ben, amelynek főbb berendezéseit a Shell cég szállította le. Az oleumos szulfonálással gyártott dodecil-benzolszulfonsav a vállalat saját igényeinek kielégítése mellett a hazai mosószer előállító üzemek rendelkezését is teljesíteni tudta, sőt esetenként exportértékesítésre is volt lehetőség. A dodecilbenzolt a vállalat külföldről szerezte be.

Az 1969-től gyártott TOMI mosóporokhoz a hetvenes évek végén az automata mosógépekhez szükséges mosóporok gyártá-

sát vezették be. A privatizációs folyamat során 1992-ben a mosószerüzemet a Henkel Austria vásárolta meg.

A gumi- és műanyagipar történetéből

Az első gumigyárak hazánkban

Magyarországon az 1840-es években már létezett gumigyár: Kölle Károly (azelőtt: Kölle és Jung) első magyar ruganymézaggyára, amelyet az iparegylet „arany érdempénzzel” tüntetett ki. A gyár saját ismeretője szerint: „készít tűzfecskendőkhez ’s több a’ félékhez vízelenes tömlőket... , továbbá tetszésszerinti vastagságú szíjakat gőzgépekhez, u.m. gőz-köszörű-malmokhoz, papír-fa-lapvágó gépekhez stb. E rugany-szíjak nem engednek annyira és tovább is tartanak, mint a bőrből készülték”.



Kölle Károly reklámja

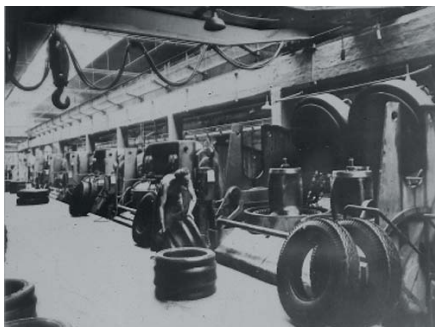
A kerékpárgumik, majd különösen a gépkocsi-gumiabroncsok gyártása mindenütt a gumiipar fellendüléséhez vezetett.

Gumiiparunk első jelentős üzemét Schottola Ernő alapította 1882-ben. Az akkoriiban külterületnek számító külső Kerepesi úton vásárolt telken épült fel a gyár, amely kezdetben főként kátrányfedéllemezeket készített.

Az erősödő gyár tulajdonjogának megszerzéséért 1890-ben verseny indult német-osztrák és osztrák-amerikai cégek között, amelyet az Oesterreichische-Amerikanische Gummifabrik A.G. nyert meg.

A gyár 1891 óta Magyar Ruggyantaáru-gyár Rt. néven működött tovább.

Kezdetben kerékpárköpenyeket, játékszereket, majd tömör abroncsokat készítettek. A 19–20. század fordulóján megindult a levegős gumiabroncsok gyártása.



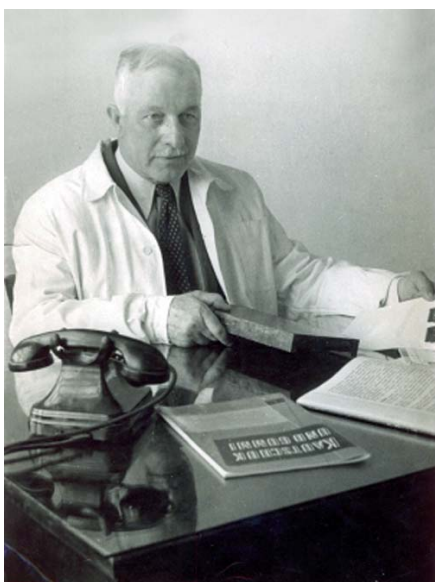
Magyar Ruggyantaárugyár

A 20. század második felében kereskedelmi vállalatokkal, vidéki üzemekkel való bővülések, átszervezések után 1973-tól „Taurus Gumiipari Vállalat” néven szerepelt, 1996-tól a Michelin Csoporthoz tartozik.

Szigetelő idomtestek

Balló Rudolf (1884–1969) 1922-ben, Isola Művek Rt. néven, családi vállalatot alapít

Balló Rudolf



tott a hazai elektromos ipar szigetelő idomdarab-ellátásnak biztosítására. Az Isola Művekben először gyártottak és dolgoztak fel Magyarországon műanyagot. Balló Rudolf munkásságát a magas tudományos színvonal mellett eredményes ipari gyakorlat jellemezte, az 1920–1930-ban benyújtott szabadalmi mindezt jól tükrözik.

Villamoszigetelő és Műanyaggyár

Az 1883-ban alapított társaság, illetve annak jogelődjei jelentős szerepet játszottak a magyar műanyag-feldolgozó- és villamos iparban. A számos fejlődési fázison átesett vállalat a gép- és villamos ipar, illetve az építő- és járműipar műanyagalkatrész-ellátására szakosodott és széles termékkálán, igen szerteágazó technológiai tevékenységet folytat.

Graboplast

1905-ben alakult meg Győrött a mai Graboplast Zrt. elődje, a Graab Miksa és Fiai Rt. bőrvászon, viaszosvászon és linóleumpadló gyártásra. A vállalat termékei között később nagy súlyt képviseltek a műbőrök. A győri gyárban előállított PVC-filmképző műbőrrel számos európai gépkocsigyártó cég kárpitozta a kocsik üléseit.

Pannonplast Műanyagipari Rt.

Elődvállalata a Magyar Gomb- és Műanyaggyár Rt. néven alakult. Jogelődei voltak még: a Hungária Gumigyár Rt., a Hungária Guttapercha és a Gumigyár Rt., a II. világháború után a Nagytétényi Gumigyár, végül 1958-tól a Hungária Műanyagfeldolgozó Vállalat.

Magyar festékipar

Festékipari vállalataink elődei a 19. század utolsó harmadában apró, széttagolt, gyakran családi vállalkozások voltak. Részletes ismertetésük: Simongáti R. és Simongáti

Gy. „A magyar lakk- és festékipar...” cikkben olvasható [2].

A vállalkozások közül az első ismert magyar lakkgyár az 1865-ben alapított Litschauer és Götz Gyár volt. 1867-ben alapították a Hessel-féle porfestékgyárat, amelyet 1887-ben jogutódként Kurzweil Sándor vett át. 1868-ban alapította lakk- és kencegyárat Maklár Gyula. Müller Ede első sorban tinták és hasonló termékek gyártását kezdte meg 1867-ben.

Horváth Sándor festék- és lakkgyára 1871-től működött. A nagyobb gyárak közül a Krayer-gyárat 1880-ban festékkereskedésként alapította Krayer Emil, amelyet később Krayer Emil és Társa néven jegyeztett be. A cég több telephelyen működött, míg 1913-ban megvásárolták a Dunasor II. alatti telket.

1903-ban kezdett termelni a többféle porfestéket is gyártó Dr. Keleti és Murányi Vegyészeti Gyár Újpesten, a Váci úton. 1907-ben alapította a francia Lorilleux cég nyomdafestékgyárat Budafokon, majd 1930-ban a Clark és Hartog vállalkozással együtt hozták létre az L. C. H. Lakkgyár Rt.-t Albertfalván.

1922-ben az Ellinger Béla–Wagner Vince Egyesült Lakkgyárak Rt. üzemet épített Soroksáron, 1938-ban Izsák József a céget a festékipari termékek mellett háztartásvegyipari cikkekkel is bővítette.

1948-ban, az államosításkor a kis cégeket öt nagyobb vállalatba olvasztották be, majd többszöri átszervezés után, 1959-ben, egyetlen iparági nagyvállalatot hoztak létre Lakk- és Festékipari Vállalat (LFV) néven. Az LFV 1968-tól a Budalakk Festék- és Műgyantagyár néven működött tovább.

1961-ben modern festékipari nagyberuházásként, megépült a Tiszai (vidéki) Vegyi Kombinát festékgyára. Kapacitása elvben 10 ezer t/év volt, melynek kihasználásához az LFV-nek 6000 t festék gyártásá-

A Krayer Festékgyár reklámja



Keleti és Murányi gyára





Tatai acetilénos közvilágítás

nak átadásával kellett hozzájárulnia. 1990-ben létrejött az AKZO–TVK Rt.

A Tiszamenti Vegyiműveknél 1968 júliusában porfestéküzem kezdte meg a termelést. Az új üzem a Budalakk porfesték- és szerves pigmentek gyártási profilját vette át. Az 1989-es társadalmi rendszerváltás után megindult privatizációs folyamat keretében 1996-ban a pigmentüzemet a Holland Colours/Appeldom számára értékesítették.

Gázgyártás, közvilágítás, alacsony hőfokú szénlepárlás (Schlattner-féle kemence), kátrányolajok hidrogénezése

Gázgyárak

A vasgyártáshoz szükséges koks előállításánál olyan gázok keletkeznek, amelyeket kezdetben nem tudtak hasznosítani, sőt tartani kellett a robbanásuktól.

Angliában William Murdoch 1792-ben ezeket a gázokat megfelelő adagolószervezetek segítségével világításra kezdte használni, és az 1810-es évektől kezdve a nagyobb angol városokban mindenütt megkezdtek a gázvilágítás bevezetését. A gázt az egyes házakba bevezethették, és világításra, fűtésre, főzésre használhatták. A gázgyártásnál keletkező további melléktermékek: gázvíz, ammónia, kőszénkátrány a műtrágyagyártás, a szerves vegyipar, festék- és színezékipar, sőt a gyógyszergyártás alapanyagai lettek.

1855-ben helyezték üzembe az első magyarországi gázgyárat Pozsonyban. Ugyan-

ebben az évben kezdték meg az első pesti gázgyár építését a Lóvásár téren (II. János Pál pápa tér), amely 1856. december 24-én lépett üzembe. Az első gázlámpák a Kerepesi (mai Rákóczi) úton és a Belvárosban gyűltak ki. A világításra szolgáló gázt akkoriban légszesznek neveztek. Az első gázgyár emlékét őrzi ma is a Józsefvárosban lévő Légszesz utca.

Ezt követően sorra létesültek gázgyáraink a nagyvárosokban, így 1857. november 1-jén indult a temesvári gázgyár. Fél évszázad fejlesztései után 1913. október 18-án lépett üzembe az európai színvonalat képviselő Óbudai Gázgyár. A kőszénalapú városi gáz gyártásához különleges retortákat, kemencéket használtak, amelyeket vízszintes vagy függőleges sorokban rendeztek és kívülről generátorgázzal fűtöttek.

Az 1960-as évek második felétől az ipari felhasználók a szénalapú földgázbázisra álltak át, és 1988-ban a budapesti gázhálózat is teljes mértékben földgázalapú lett.

A világ első acetilénos közvilágítása

1897. szeptember 6-án Tatatóvárosban, a világon először, acetilén közvilágítást építettek ki. Ferenc József szeptember 10. és 15. között találkozott a városban egy hadgyakorlat alkalmából II. Vilmos német császárral. A díszes világítást a találkozó tiszteletére hozták létre. A berendezést, amely 500 lámpát szolgált ki, a budapesti Acetiléngáz Rt. készítette Berdenich Győző mérnök tervei szerint. Az egyetlen megmaradt falikar egy archív tatai felvételen látható. Ez a tárgy került a múzeum gyűjteményébe, majd mostani kiállításába. (A Vegyészeti Múzeum kutatásai alapján úgy tudjuk, hogy a tatatóvárosi világítás megkezdése előtt egy próbát is végeztek, amelynek helyszíne Veszprém volt.)

Alacsony hőfokú szénlepárlás

Az első világháború után a kőolajhiány és a gazdasági nehézségek miatt hazánkban is megindultak a kutatások olyan eljárások kidolgozására, amelyek megoldást jelentettek az aprószen gazdaságos felhasználására, illetve a barnakőszeneinkből kiinduló motorhajtóanyag- és vegyipari alapanyagok gyártására irányultak.

Az említett kérdésekkel számosan foglalkoztak. Schlattner Jenő (1896–1975) gépészmérnök aprózódott barnakőszene kishőfokú lepárlására alkalmas berendezést szerkesztett. A tervezőjéről „Schlattner-kemencének” nevezett berendezésnek ma már csak egy nagyméretű makettje létezik, amely a múzeum kiállításában látható.



A Schlattner-kemence makettje

Motorhajtóanyag-gyártás

Németországban 1913-ban Bergius eljárást dolgozott ki szénke hidrogénezésére.

Magyarországon Varga Józsefnek a Budapesti Műszaki Egyetem professzorának az 1920-as években végzett kutatásai alapján 1935. október 21-én az Iparügyi Minisztérium és a Péti Nitrogén Műtrágyagyár Rt. megalapították a műbénzint gyártó Hydrobenzin Rt.-t. A vállalat létesítését Varga József szabadalma alapján, barnaszenek lepárlási termékeinek katalitikus hidrogénezésére épített kísérleti üzem eredményei



Kísérleti hidrogénező reaktor

tették lehetővé. Varga professzor 1928-ban felfedezte, hogy a barnakőszene nagynyomású hidrogénezésekor keletkező kénhidrogén nem csökkenti, hanem növeli az alkalmazott katalizátor aktivitását. Ezt az effektust „Varga-effektus” néven tartja számon a szakirodalom. A kiállítás a nagynyomású katalitikus hidrogénezés kísérleti készülékeiből mutat be válogatást. ●●●

IRODALOM

- [1] Próder István, Felújított kiállítások az ötvenéves Vegyészeti Múzeumban (Első rész), Magy. Kémikusok Lapja (2014) 69, 279–283.
- [2] Simongáti R., Simongáti Gy., A magyar lakk- és festékgyártás rövid története, Magy. Kémikusok Lapja (2008) 63, 67–70.



Vegyészkalendárium

Pap József Sándor rovata

THOMAS GRAHAM (1804. DECEMBER 21.) – A GÁZOK SZÖKÉSE

TÖRVÉNYES! Ígéretes egyházfinak indul, legalábbis tehető atyja a skót presbiteriánus egyház szolgálatába szánja. Angol előkészítő magániskolába, majd 1814-től középiskolába jár Glasgow-ban, ahol görög és latin klasszikus műveltségre tesz szert. 1819-ben az



akkor 14 éves fiút felveszik az egyetemre. A kémia és a kísérletezés iránti rajongás tudományos életpályára ösztökéli. Döntésével szembe megy apjával, egyedül anyja és nővére törődése tompítja állandó konfliktusukat.

Thomas Thomson, a Glasgow-i Egyetem tanára nagy hatással van Grahamre, aki végül 22 évesen szerzi meg diplomáját. Két esztendő az Edinburgh-i Egyetemen, Thomas Hope alkalmazásá-

ban tölt. Első cikkei között találjuk az 1826-os *Annals of Philosophy*-ban közölt „On the Absorption of Gases by Liquids” (Gázok abszorpciója folyadékokban) és az „Alcohol derived from the Fermentation of Bread” (Kenyér fermentációjából származó alkohol) címűeket. Kiforrott tudományos stílusa már ekkor mellező minden, a korra jellemző terjengősséget. Kísérletei egyszerűek, de lényegre törőek. Ebben az időben közli első gázdiffúziós kísérleteit is, egy 1829-es közleményben pedig lefekteti a Graham-törvény alapjait. Teljes egészében a *Philosophical Magazine*-ban, 1833-ban fogalmazza meg az alapelvet, ezért kapja meg a Royal Society Keith-díját. (Érdekesség, hogy a diffúziót gázelegyek szétválasztására is javasolja. Több mint száz évvel később az ²³⁵U és ²³⁸U szétválasztására ezt a módszert alkalmazzák Oak Ridge-ben, az atombomba fejlesztésekor.)

Edinburghból visszatér Glasgow-ba és privát labort alakít ki. Matematikát és kémiát tanít, azonban a megélhetéshez ez kevésnek bizonyul. Anyja még épp megéri, hogy fiát 1830-ban az Anderson's College (a Royal College of Science and Technology elődje) kémiaprofesszorává nevezik ki. Hét évet tölt itt, végre képességeihez méltó körülmények között. Vizsgálatai a foszfor oxidjaira és a belőlük különböző mennyiségű vízzel képződő oxosavakra irányulnak. Megfigyelésével, mely szerint az ortofoszorsav protonjai egyenként lecserélhetők alkáliionokkal, a többbázisú savak létezését bizonyítja. 1834-ben a Royal Society tagja lesz, ezzel számos kötelezettség is jár: az oktatás-kutatása mellett a kormány megbízásából szakértői és vegyipari vállalatoknak tanácsadói munkákat végez.

Edward Turner utódjaként a University College, London kémia katedráját öröklő 1837-től egészen 1855-ig. Előadói stílusa miatt a hallgatók nagyon megkedvelik (kicsit tévovázó, de mindig logikusan építkező előadásokat tartott), kutatásaiban, a gázok diffúziója után most a folyadékokban zajló diffúziós folyamatok kapnak hangsúlyt. Színezett cukoroldatokban megfigyeli, hogy

az üvegpohár aljáról a szín lassan felfelé terjed. Később más típusú anyagokat, például zselatint, tojásfehérjét és keményítőt is vizsgál. Diffúziós tulajdonságaik eltérése alapján két csoportra bontja szét őket: „krisztalloidokra” és kolloidokra. Feltételezi, hogy ezek az anyagok, hasonlóan a különböző sűrűségű gázokhoz, valamilyen módon szétválaszthatók a diffúziós különbségek segítségével. 1854-ben megalkotja a mai dialíziskészülékek őseit: egy vízzel teli szarvasmarha-húgyhólyagot desztillált vízzel töltött pohárba márt, és megfigyeli az egyes oldott anyagok távozását. Ő az első, aki pergamenmembrán segítségével a kolloidokat szétválasztja a krisztalloidoktól. Felismeri azt is, hogy a veseelégtelenség során a toxinok nem képesek kiürülni a vese membránjain keresztül (a dialízis szó is tőle származik). Jóllehet a kolloidkémia tudományága csak később születik meg, Graham úttörő munkássága miatt mégis tőle származtatható.

Ekkorra már Anglia egyik legtekintélyesebb kémikusa, nem csoda, hogy a Chemical Society of London (ma Royal Society of Chemistry) 1841-ben az ő elnökségével alakul meg, s egészen 1844-ig viseli ezt a tisztséget.

Részben érdemei elismeréseként, 1855-től haláláig a királyi pénzverde igazgatója (Master of the Royal Mint – halálával a több száz éves tisztség is megszűnik). Még ez a jórészt hivatali beosztás sem halványítja el kutatói érdeklődését. Ha már fémekkel és ötvözetekkel kell foglalkoznia, megvizsgálja, hogy egyes fémek, például a vas, a nikkel, de legfőképpen a palládium, hogyan képesek saját térfogatuk sokszorosát elnyelni hidrogénből. Graham úgy gondolja, hogy a hidrogén a fém-palládiummal ötvözetet képez, s mivel ehhez jelentős erőhatásoknak kell fellépniük, arra következtet, hogy maga a hidrogén is folyékonyá, fémessé válik. Ezt a formát hidrogéniumnak nevezi el (a folyékony, fémes hidrogént, amely elektromos vezető, ma sokan kutatják, valószínűnek tartva, hogy óriásbolygók belsejében, például a Jupiterben és a Szaturnuszban nagy mennyiségben előfordul).

Pályája során elnyeri a Copley-érmét (1862) és a Párizsi Tudományos Akadémia Jecker-díját (1862) is. Maradandó műve az *Elements of Chemistry* című monográfiája, amelyet több nyelvre lefordítanak. Gyengülő egészsége végül 1869. szeptember 26-án tesz pontot e szinte páratlan tudományos életút végére.

(Források: A. W. Williamson, *Nature* 1869, 1, 20–22; „Graham, Thomas.” *Complete Dictionary of Scientific Biography*. 2008. *Encyclopedia.com*. <http://www.encyclopedia.com/doc/1G2-283090-1707.html>; R. A. Smith: *The Life and Works of Thomas Graham*, John Smith & Sons, Glasgow, 1884.)

Első fizetéséhez, amely 6 fontot tett ki, irodalmi munkákkal jutott még az edinburgh-i évek alatt. Ekkoriban terjedelmes levelekben számolt be élményeiről, sőt, munkájáról, anyjának és nővéreinek. Irántuk érzett háláját és kötődését példázta, hogy az akkoriban szép summát képviselő teljes első keresetét nekik szánt ajándékokra költötte, pedig akkor még szegénységben élt – úgy látszik, a skótok sem mindig skótok.



TÚL A KÉMIAÁN

Mégsem süllyedő Kiribati

A Kiribati Köztársaságot a Csendes-óceánban összesen 811 km²-nyi területű, majdnem teljesen sík korallsziget, atoll alkotja, ezért a világtengerek vízszintjének várható emelkedése ott létkérdésnek számít. Az ország területének csökkenése már el is indult, például az 1980-as években még pálmafáknak és homokos tengerpartnak otthont adó Bikeman-atollt mára folyamatosan legalább néhány tíz centiméter víz borítja. A kormány már el is kez-



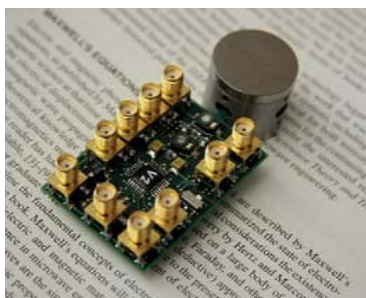
dett területeket vásárolni a Fidzsi-szigeteken a lakosság áttelepítéséhez. A legújabb kutatások szerint azonban mégsem ennyire tragikus a helyzet, mert van esély arra, hogy a korallszigetek a tengerszinttel együtt növekednek majd. Egy egészséges korall akár évi 10–15 millimétert is nőhet, ami gyorsabb, mint a tengerszint reálisan várható emelkedése. Helyszíni vizsgálatok szerint nagy viharok idején a hullámzás a máshonnan hozott törmelékkel úgy rakja le, hogy az szintén hozzájárulhat a korallszirtek fennmaradásához. Történelmi vonatkozású tanulmányok szerint a Marshall-szigetek egyik tagja, a 0,6 km² területű Jabat-atoll 4–5 ezer éve pontosan olyan időszakban keletkezett, amikor egyébként a tengerszint elég gyorsan emelkedett. Így hát nem biztos, hogy egy újabb nemzet követi majd a legendabeli Atlantisz példáját.

Geophys. Res. Lett. 41, 2013GL059000. (2014)

Mini-NMR

A Harvard Egyetem kutatói újabb jelentős lépést tettek a miniatürizált NMR-készülékek készítése területén. A mágnes zsugorítását már korábban mások megoldották speciális, igen erősen és állandóan mágneses tulajdonságú ritkaföldfém-ötvözetek segítségével. Ettől azonban az elektronikai rész még a régi maradt, ami méreteiben vetekedett a hatalmas szupravezető mágnesekével. A legújabb fejlesztések során azonban a rádiófrekvenciás jeladót és jelfogót is sikerült egy mindössze 4 mm² területű integrált áramköri elemre elhelyezni, így a teljes készülék legnagyobb része a számítógép lett.

Proc. Natl. Acad. Sci USA 111, 11955. (2014)



CENTENÁRIUM

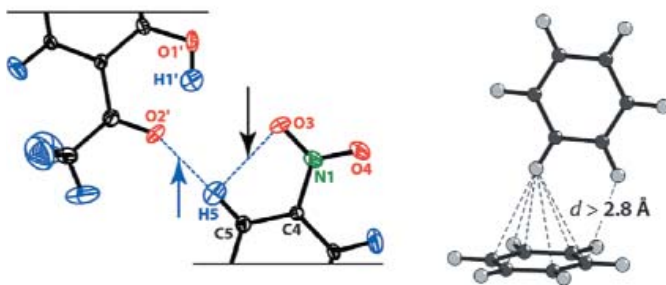
James Kendall, Clifford D. Carpenter: The Addition Compounds of Organic Substances with Sulfuric Acid *Journal of the American Chemical Society*, Volume 36, pp. 2498–2517 (1914. december 1.)

James Pickering Kendall (1889–1978) angol kémikus volt. A Columbia Egyetemen kapott professzori kinevezést, majd a New York Universityt, és később Edinburghban is dolgozott. Az I. világháború idején az Egyesült Államok haditengerészeténél vegyifegyver-szakértőként alkalmazták. 1927-ben a Royal Society tagjává választották, 1949 és 1954 között a társaság elnöke volt. Nevét operaszereplőként is megörökítették: a skót Julian Wagstaff zeneszerző róla mintázta „Breathe Freely” című operájának egyik alakját.

Kovalens és/vagy hidrogénkötés szilárd anyagokban

Német tudósok a közelmúltban molekularácsos kristályokban tanulmányozták a hidrogénkötések szerepét. Ehhez új, *ab initio* alapokon nyugvó, a kristályban lévő periodicitást is figyelembe vevő COHP (crystal orbital Hamilton population) kvantumkémiai számolási módszert dolgoztak ki, amely minden korábbinál jobban megfelel a kötésmódok jellemzésére. A tanulások szerint a legerősebb hidrogénkötések már a szokásos kovalens kötésekre hasonlítanak, ugyanakkor a távolság nem feltétlenül jellemzi a kötés erősségét és sajátosságait: egy kristályszerkezetben például meglepően rövid O–H távolságot is nemkötő kölcsönhatásként kellett értelmezni.

Chem. Commun. 50, 11547. (2014)



APRÓSÁG

Az Amerikai Egyesült Államok Gyógyszer- és Élelmiszer-ellenőrző Hatósága (US Food and Drug Administration) inhalációs inzulinkészítmény forgalomba hozását hagyta jóvá a cukorbetegség kezelésére.



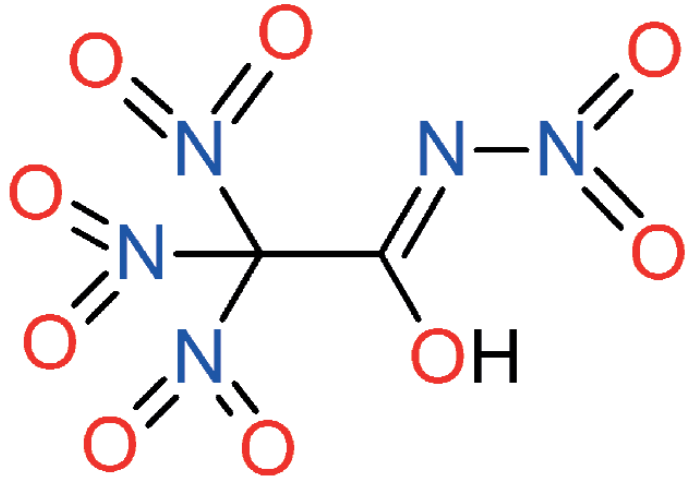
Ha észrevétele vagy ötlete van ehhez a rovathoz, írjon e-mailt Lente Gábor rovatszerkesztőnek: lenteg.mkl@science.unideb.hu.



A HÓNAP MOLEKULÁJA

A TNAA-nak rövidített tetranitro-acetimidsav ($C_2H_5N_5O_9$) az ammónium-perklorát helyét veheti át rakéta-üzemanyagok oxidálószerként. Előállítására viszonylag egyszerű és környezetbarát: az 1,1-diamino-2,2-dinitroetánt (FOX-7 kódjelű anyagot) reagáltatják tömény salétromsavval szobahőmérsékleten. A TNAA rázkódással szemben stabilabb, mint más hasonló anyagok.

J. Am. Chem. Soc. 136, 11934. (2014)



Nehézfémek az e-cigaretta füstjében

Az elektronikus cigaretták (e-cigaretták) a dohánytermékek újabb versenytársai: a cigarettázás érzését próbálják meg utánozni nikotintartalmú folyadékokból képzett aeroszolok segítségével. A füstben lévő káros anyagok mennyisége így tet-



szés szerint csökkenthető – legalább is elvileg. Az egyik lényeges előny az égési folyamatok és a bennük keletkező veszélyes termékek elkerülése, noha kedvező egészségi hatásokról per-

szes azért itt sem lehet beszélni. A gyakorlat viszont, mint annyiszor, összetettebbnek bizonyult a várakozásoknál. A hagyományos és e-cigaretták kibocsátását összehasonlító analitikai tanulmányban azt sikerült kimutatni, hogy noha a káros szerves anyagok mennyisége valóban jelentősen csökkent a dohányfüsthöz képest, a nikkell és ezüst mennyisége ugrásszerűen megnőtt. Ennek forrása valószínűleg nem az aeroszol képzéséhez használt folyadék, hanem az eszköz fémváza.

Environ. Sci.: Processes Impacts 16, 2259. (2014)

Élesztő-ópium

Úgy tűnik, a morfin-származékok túl fontosak lettek ahhoz, hogy „elkészítésüket” a mákra bizzuk. A közelmúltban a sütőélesztő (*Saccharomyces cerevisiae*) genetikai módosításával sikerült elérni, hogy bennük a mák (*Papaver Somniferum*) génjei is aktivizálódjanak. Az így létrehozott gombaféleség képes a tebant kodeinné, morfinná, hidromorfonná, hidrokodonná és oxikodonná is alakítani. A kutatások egyfajta melléktermékeként sikerült a természetben lezajló folyamatok egy új, neopin- és neomorfinképződéshez vezető útját is felfedezni. A génmódosított élesztő optimalizált fermentációs eljárásban akár 130 mg/l koncentrációban is képes volt opioidszármazékok előállítására.



Nat. Chem. Biol. 10, 837. (2014)

Múmiabalsam-kémia

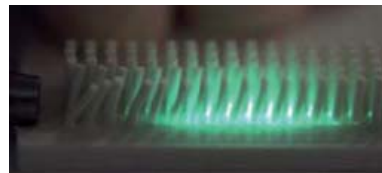
A múmiakultúrát az egyiptomi fáraókhoz szokás kötni, de valójában a Nílus völgyében élő népet már jóval korábban is érdekelte az eljárás. A közelmúltban publikált eredmények szerint halott testeket már 6200 évvel ezelőtt is bebalzsamoztak, a temetéshez használt szövetek GC-MS (tömegspektrometriával kapcsolt gázkromatográfia) módszerrel végzett analízisével ugyanis fenyőgyantából származó diterpenoidok olyan összetett elegyét mutatták ki, amelyet csak szándékosan lehet előállítani. Ezen anyagok szövetkonzerváló hatását a jelek szerint már akkoriban is ismerték.



PLoS ONE 9, e103608. (2014)

Villámlás szélenergiből

Noha a villámok és az erős szél gyakran együtt járnak, még sincsenek közvetlen ok-okozati kapcsolatban. Dél-Koreában élő tudósoknak valószínűleg nem tetszett ez a gondolatmenet, ezért olyan anyagot állítottak elő, amely nitrogénátfúvás hatására fényt bocsát ki. A jelenség a mechanolumineszcencia egyik példája, hasonlóan a kockacukrok sötétben való összetöréséhez, amikor kék felvillanások láthatók. Az új anyagot rézzel dópolt cink-szulfid és polidimetil-sziloxán kompozit megfelelő kombinálásával állították elő. A kísérletek eredményeként 40 m/s erősségű légáramlásban (egy enyhébb hurrikánnak megfelelő szélesebségnél) 100 cd/m², vagyis egy átlagos számítógépes képernyőnek megfelelő fényességet sikerült elérni. Az ötlet új utat nyithat a szélenergia felhasználásában is.



Energy Environ. Sci. 7, 3338. (2014)



Science on Stage Színpadon a természettudomány

Természettudomány-tanítási fesztivál

MTA Atomki, Debrecen, 2014. október 11.

A természettudományok iskolai tanítása nemcsak Magyarországon, hanem az egész világon probléma. Világszerte sokan aggódnak a műszaki-tudományos szakemberek utánpótlásáért. A problémát felismerő európai fizikusok kezdeményezték 2000-ben a legjobb fizikatanárok találkozóját, a Physics on Stage fesztivált, ahol egymás módszereit ismerhették meg a résztvevők. 2005-től már a természettudomány többi területének tanárai is meghívtak a Science on Stage fesztivál eseményeire. A Science on Stage egyben olyan nemzetközi konferencia, amelyen a részt vevő tanárok megoszthatják módszereiket, kísérleteiket, tapasztalataikat.

2009-ben megalakult a Science on Stage Europe civil szervezet, amelynek tagjai az európai országok Science on Stage nemzeti bizottságai. Fő feladata a további Science on Stage fesztiválok szervezése, valamint a természettudományokkal foglalkozó tanárok együttműködésének segítése. Az egyes országok nemzeti fesztiválján dől el, hogy kik képviselik az országot a soron következő nemzetközi találkozón.

2014. október 11-én Debrecenben nagy sikerrel rendezték meg a Színpadon a természettudomány fesztivált. A rendezvénynek az MTA Atomki adott otthont, a házigazda szerepét Fülöp Zsolt igazgató vállalta el. Összesen 40 projektet mutattak be: 3 a matematika, 22 a fizika, 6 a kémia, 2 a biológia és 7 az informatika területéről érkezett. A projekteket a rendezvény ideje alatt a nagyközönség is megtekinthette. A szakterületek zsűrii választották ki a 9 legjobb projektet: ezek 2015-ben Londonban képviselik majd Magyarországot.

A kémiai projekteket elbíráló zsűri tagjai: Kövér Katalin (Debreceni Egyetem), Fodor Erika (Kutató Tanárok Országos Szövetsége), Sarkadi Livia (MKE elnök, Corvinus Egyetem), Lente Gábor (Debreceni Egyetem).

A Szervezőbizottság munkájában részt vevő szervezetek: MTA Atommagkutató Intézet, Debrecen, Eötvös Loránd Fizikai Társulat, Bolyai János Matematikai Társulat, Magyar Kémikusok Egyesülete, Magyar Biológianárok Országos Egyesülete, Kutató Tanárok Országos Szövetsége, Informatika-Számítástechnika Tanárok Egyesülete.

Kémia pályázatok

<p>Vele vagy nélküle? A nehézipar előnyei és hátrányai. A gánti bauxitbányászati múzeum az oroslányi bányászati múzeummal karöltve egy 7–8. évfolyamos tanulók ismereteire építő, egész napos interaktív múzeumpedagógiai foglalkozásnak ad otthont. Ebben szerepel szerves kémiai ismeretek, kísérletek gyakorlati alkalmazásának bemutatása. Cél a fenntartható fejlődést megértő gyermekek nevelése, így remélve a társadalmi attitűd változását.</p>	<p>Gajdosné Szabó Márta, Kempelen Farkas Gimnázium, Budapest</p>
<p>Művészet, zene, kémia. A projekt olyan kísérleti bemutató, melynek kísérleteit valamilyen képzőművészeti vagy zenei alkotás „ihlette”. A cél a kémiát a többi művészet társaságában megjeleníteni. A projekt széles korosztályt szeretne megszólítani úgy, hogy eközben a kémia és az emberiség kultúrájának néhány – a szerzők által fontosnak gondolt – elemét összekapcsolva jeleníti meg.</p>	<p>Oldal Vince, Eszterházy Károly Tanárképző Főiskola, Eger</p>
<p>Alginsav a molekuláris gasztronómiában és a kémia más területein. A projekt a molekuláris gasztronómiából ismert szferifikáció többféle alkalmazási lehetőségét mutatja be. Érdekes, a hétköznapiakhoz is kapcsolódó folyamattal ismerkedhetnek meg az érdeklődők, ugyanakkor a szerzők ötletei révén egy újszerű kísérletezési módot is láthatnak, ami jól illeszkedik a green chemistry világába.</p>	<p>Murányi Zoltán, Eszterházy Károly Tanárképző Főiskola, Eger</p>
<p>Időutazás kémiai „tárlatvezetéssel”. Az anyag fejlődéstörténetének „felidézése” kémiai reakciók segítségével, képi (ppt) és zenei aláfestéssel.</p>	<p>Róka András, ELTE TTK Kémiai Intézet, Budapest</p>
<p>Kémhatásvizsgálatok a háztartásban saját készítésű pH-skála segítségével. A projekt alkalmas arra, hogy az oldatok hígításának és pH-jának a kapcsolatát tanulói kísérlettervezéssel (Inquiry Based Science Education módszer alkalmazásával) vezesse be a 9. osztályban. A diákok oldathígítással elkészítik a saját pH-színskálájukat lila-káposztalé segítségével, és ezt felhasználják a háztartási anyagok kémhatásának vizsgálatára. Ezt a csoportok poszteren és előadásokon mutatják be egymásnak. A projekt tantárgyi tartalma a pH fogalmának tanítása és a „Sav-bázis reakciók” témakör összegzése, didaktikai célja a tanulók kompetenciáinak fejlesztése (különös tekintettel a természettudományos, a digitális, az anyanyelvi és szociális kompetenciákra).</p>	<p>Szakács Erzsébet, Szentendrei Református Gimnázium, Szentendre</p>
<p>Bepillantás a természet boszorkánykonyhájába. Boszorkánykodjunk együtt, és tapasztaljuk meg a természet csodáit! A szerző célja a kedvcsinálás egy olyan tudományterülethez, amely nélkül a modern civilizáció (táplálkozás, gyógyítás, ipari termékek stb.) elképzelhetetlen, és amely indokolatlanul rossz hírnévnek örvend. A tanítás során problémás témakörnek bizonyul a redoxi reakciók értelmezése: oxigén/hidrogénátadás, elektronátmenet, oxidációszám-változás. E témakör tanításának nehézségét az okozza, hogy a kémia elméleti rendszerére jellemző a jelenségek többszörös modellekkel történő értelmezése. Ezek – ellentétben például a fizika alapvető elméleti modelljeivel – egymás mellett élő, egymást kiegészítő modellek, mindegyiknek megvannak a maga alkalmazási területei és alkalmazhatóságának korlátjai is. Így a bemutatandó kísérletek ezt a vezérfonalat követik.</p>	<p>Bogdán Csilla, SEK International School, Budapest</p>



A következő projekt a biológiai csoportban indult, de nyugodtan bekerülhetett volna a kémiai csoportba is:

„Tarka párák” – szivárványos kísérletek kicsiknek és nagyoknak. A szerzők alapfeltevése, hogy tanárként és diákként is közös nyelvünk lehet a mese, s a testi és szellemi nevelésen túl a diákok lelki fejlődésére is figyelni kell. A mesén keresztül a diákok a felfedezett tanítás elemeire támaszkodva érthetik meg az őket körülvevő világ szabályszerűségeit. A történet főhősének a szivárványt kell elvinnie a világszomorú királykisasszonynak. A színeket minden helyszínen egy próbatétel (kísérlet) után kapja meg egyenként. A színeket a középiskolai biológia- és kémiaoktatás ismert kísérletei közül válogatták össze. A diákok két ponton tudnak a mese aktív részeseivé válni. A szerzők a természettudományok mellett az idegen nyelvek, a matematika, az irodalom és a történelem tantárgyak ismeretanyagát is felhasználják.

Tóth Szilvia,
Koncz Gábor,
Tóth-Gál Zsuzsanna,
Napsugár Bessenyei
György Gimnázium
és Kollégium,
Kisvárd



Csoportkép a győztesekkel



Gajdosné Szabó Márta
és a zsűri



Róka András bemutatója

akikből sugárzott a tudás élményszerű átadásának szándéka. Jó volt köztük lenni. Látni a látogató gyerekek, fiatalok és felnőttek érdeklődését.

David Featonby, a nemzetközi Science on Stage Europe vezető-ségi tagja meghívottként figyelte a debreceni szervezést – elismeréssel nyilatkozott az eseményről. A 2017. évi Science on Stage megrendezési jogára Magyarország is pályázik. Reméljük, 2017-ben Debrecen a nemzetközi találkozóznak is házigazdája lehet majd.

Gratulálók minden pályázó tanárnak. Minden részt vevő tanár elismerést és köszönetet érdemel, nem csak a kiemelt díjazottak. A szakmai zsűrik által kiválasztott kilenc győztesnek pedig jó felkészülést kívánok Londonra.

Androsits Beáta

A Magyar Tudományos Akadémia különdíját (könyvjutalom) nyert kémia pályázók: **Murányi Zoltán**, Eszterházy Károly Tanárképző Főiskola, Eger; **Szakács Erzsébet**, Szentendrei Református Gimnázium, Szentendre.

Debrecenben, az Atomkiban igazi fesztiválhangulat volt. Izgalmas, emlékezetes kísérletek és lelkes, ötletekben gazdag tanárok,

Fődíjat nyert pályázatok

Olcso eszközök a fizika kísérletes oktatásához	Csatári László	Szent József Gimnázium, Szakközépiskola és Kollégium	Debrecen
Fizikai Helyszínelők – fizikai kutatások mobiltelefonnal és tablettel	Egri Sándor	Debreceni Egyetem	Debrecen
Vele vagy nélküle? A nehézipar előnyei és hátrányai	Gajdosné Szabó Márta	Kempelen Farkas Gimnázium	Budapest
Transzformációk egy témára	Jendrék Miklós	Boronkay György Műszaki Szakközépiskola, Gimnázium és Kollégium	Vác
Több, mint matematika	Márki-Zay János	Vásárhelyi Cseresnyés Kollégium, nyugdíjas	Hódmező-vásárhely
LED-ek a fizikaórán	Piláth Károly	Trefort Ágoston Gyakorlóiskola	Budapest
Időutazás kémiai „tárlatvezetéssel”	Róka András	ELTE TTK Kémiai Intézet	Budapest
„Tarka párák” – szivárványos kísérletek kicsiknek és nagyoknak	Tóth Szilvia	Bessenyei György Gimnázium és Kollégium	Kisvárd
Rezegj rá (a világ meg is mérhető)	Vizi Tibor	Brassai Sámuel Gimnázium és Műszaki Szakközépiskola	Debrecen



Rangos elismerés kémiantároknak

Október 16-án az MTA Vörösmarty-termében újabb négy kémiantár vehette át kiemelkedő szakmai munkásságáért a „Magyar Kémia Oktatásért-díjat”. A nívós elismerést a Richter Gedeon Alapítvány kuratóriuma immár 16. éve ítéli oda olyan általános és középiskolai kémiantároknak, akik évtizedeken át tartó áldozatos munkájukkal jelentősen járulnak hozzá a magas színvonalú szakmai képzéshez, a tehetséges diákok felkarolásához, valamint kiemelt figyelmet fordítanak a kémia elismertetéséhez. A díjakat *Dr. Pellioniszné Dr. Paróczai Margit*, a Richter Gedeon Nyrt. emberierőforrás-igazgatója adta át a kitüntetetteknek.

Juhász Attila 1991-től a miskolci Herman Ottó Gimnázium tanára. Kiemelt feladatnak tekinti a tehetségek gondozását, versenyeztetését. Ugyanakkor aktív a pedagógusi szakmai közügyekben is, multiplikátorként, lektorként, vizsgálőnként is működik. Mindemellett jut ideje és energiája oktatási segédanyagok (példátnál, e-learning tananyag) készítésére is.

Kárpátiné Prokai Gabriella, a Hevesi Általános és Alapfokú Művészeti Iskola tanára közel négy évtizedes pályafutása során kiemelkedő szakmai tudással, tiszta szívvel és önzetlennel rendkívül sokat tett a kémia megszerettetéséért, a tanulók tehetségének fejlesztéséért. Tanítványai sikeresen szerepelnek az országos tanulmányi versenyeken, de erejéből arra is telik, hogy szervezze a Curie Kémiaverseny területi fordulóját.

Kovácsné Malatinszky Márta 1996 óta a Debreceni Egyetem Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma vezetőtanára. Pedagógusként határozott értékrendet közvetít, tanítványaival szemben igényes, ugyanakkor humánus. Diákjai kiemelkedően sikeresek a nagy hazai tanulmányi versenyeken. Különösen eredményes az orvosi egyetemre készülők felkészítésében, tanítványainak felvételi aránya 95%-os.

Kutasi Zsuzsanna pályája elején vegyész-mérnöként az iparban dolgozott, majd 1994-től a váci Boronkay György Műszaki Szakközépiskola és Gimnázium tanára. Lelkiismeretes munkája kiemelkedő hazai versenyeredményeket hozott, sőt legutóbb egy diákja a Mengyelejev Nemzetközi Diákolimpián is sikerrel szerepelt. Nagy szerepe van abban, hogy az iskolában vegyész-környezetvédelem, vízgazdálkodás szak indulhatott igényes laboratóriummal.

A díjátadás kedves színfoltja volt, hogy az ünnepeket volt diákjaik is köszöntötték felidézve a személyes kapcsolatokat, élményeket hajdani tanárukkal. E kis köszöntők őszinteségükkel oly-

A „Magyar Kémia Oktatásért-díj” 2014. évi kitüntetettjei:
Kovácsné Malatinszky Márta, Juhász Attila, Kutasi Zsuzsanna, Kárpátiné Prokai Gabriella



kor többet mondanak, mint a száraz, írásos tények. Az egyik diák derűsen megjegyezte, hogy kémiantára egyben osztályfőnöke is volt, és így társai akár „halmozottan hátrányos helyzetűnek” tekinthették, amit ő viszont örömmel és büszkén vállalt.

A díjátadó ünnepség színvonalát minden évben zenei és prózai műsor is emeli. Az idén *Razvaljajeva Anasztázia* hárfaművész és *Környei Miklós* gitárművész duója időutazásában gyönyörködhetünk Bachtól Rachmaninovon át Bartókiig. *Kubik Anna* művésznő – aki saját szavai szerint is már szinte otthon érzi magát a kémikusok körében – Rousseau néhány pedagógiai gondolatát idézte az „Emil avagy a nevelés” című munkából. Meglepő volt hallani, hogy a két és fél évszázaddal ezelőtti pedagógiai alapelvek mennyire azonosak a most divatos „inquiry-based learning” irányzattal, ha akkoriban nem is így nevezték a tapasztalat-szerzésen alapuló tanulási módszert.

A díjazottaknak gratulálva reméljük, hogy a jövőben is sok sikeres és áldozatos munkát végző kémiantár kolléga kerülhet a „Magyar Kémia Oktatásért-díj” kitüntetettjeinek rangos sorába.

Riedel Miklós

HÍREK AZ IPARBÓL

„Egy megvalósult álom – a műbenzin 1934” konferencia a Vegyészeti Múzeumban

Nyolcvan évvel ezelőtt, 1934. december 8-án kezdte meg működését egy kísérleti hidrogénező üzem a Péti Nitrogén Műtrágyagyár területén. Az üzem napi 10 tonna kátrányolaj gőzfázisú hidrogénezésével motorhajtóanyagokat állított elő Varga József (1891–1956) professzor, akadémikus, iparügyi, kereskedelem- és közlekedésügyi miniszter kutatásai és szabadalmi alapján.



A trianoni békeszerződéssel országunk kőolajforrásait is elvesztette. Az ipar, a lakosság és a honvédelem motorhajtóanyag-igényei közben folyamatosan nőttek. Mivel az országnak kőolaja nem volt, a szénlepárlás termékeit kellett hasznosítani. Németországban hasonló helyzetben születtek F. Bergius és az I. G. Farbenindustrie szabadalmi.

1935. október 21-én részvénytársaság alakult a műbenzingyártás továbbfejlesztésére Magyar Hydrobenzin Rt. néven.

A műbenzingyártás megkezdésének emlékére október 30-án a Vegyészeti Múzeum, a múzeumot támogató alapítvány és a velük együttműködő Capital Invested & Marketing Kft. konferenciát szervezett Várpalotán és Pétfürdőn. A rendezvény fő támogatói a pétfürdői Huntsman Corporation és a Nitrogénművek Zrt. voltak.

A rendezvény főcíme, „Egy megvalósult álom”, ma időszerű igazán, hiszen Varga József kutatásainak eredményei nyolcvan évvel ezelőtt műszaki és gazdasági okokból nem terjedhettek el széles körben, viszont a folyóiratcikkekben leírt és szabadalmaztatott felfedezéseit – a Varga-effektust, a hidrokraak eljárás alapjait – minden mai hidrogénező nagyüzem jelenleg is használja.



A konferencia résztvevőit házigazdaként Vargáné Nyári Katalin, a Vegyészeti Múzeum vezetője köszöntötte, majd levezető elnökként ő mutatta be az előadókat. A délelőtti program során négy előadás hangzott el.



Vargáné Nyári Katalin,
a Vegyészeti Múzeum vezetője

Próder István, a múzeumot támogató alapítvány ügyvezető igazgatója Varga József Pétfürdővel kapcsolatos tevékenységéről beszélt, ismertette az itt megvalósult fejlesztéseket megalapozó találmányokat. Emellett kitért Varga professzor életrajzának fontos részleteire is: egyetemi tanári működésére a Műegyetemen és a Veszprémi Vegyipari Egyetemen, valamint a Nagynyomású Kísérleti Intézet alapítására.

Varga József az 1929. június 8-án bejelentett, 107.420 számú magyar szabadalomban megfogalmazta, hogy a korábbi felfogással szemben a szén- és széntermékek, kátrányok és kőolajmaradékok hidrogénezésekor felszabaduló kén-hidrogén megfelelő mennyiségben, alkalmas katalizátor jelenlétében, nagy nyomáson, főlegesen levő hidrogén jelenlétében nem csökkenti a katalizátor hatékonyságát, sőt a katalitikus hatást fokozhatja. Kén-hidrogént szolgáltató anyagok lehetnek az adott körülmények között könnyen bomló kénvegyületek (alkáli-, földalkáli-szulfidok), a ként organikus lekövető tartalmazó anyagok és maga a kén is. *Ez a felfedezése Varga-effektus néven vonult be a kémiai technológia szakirodalmába.*

1937-ben a bükkszéki és lispei olajelőfordulások felfedezésével a műbenzinyártás gazdaságtalanná vált, a Hydrobenzin üzem kísérleteit leállították, készülékeit a Péti Kőolajipari Vállalat használatába adták.

Varga József főművének az 1951-ben felfedezett nagylengyeli, 4% kén-, 15% aszfalten- és 50% vákuummaradék-tartalmú ásványolaj gazdaságos feldolgozására kidolgozott, róla elnevezett „hidrokrakk eljárást” tartotta. A hazánkban iparilag is alkalmazott finomítási módszerek erre a kőolajra nem voltak alkalmasak, ezért új módszert kellett kidolgozni.

Az új módszer, a „Varga-féle hidrokrakk eljárás” azon alapul, hogy a nagy mennyiségű aszfalten, ként és vákuummaradékot tartalmazó olajok nagymértékben lebonthatók 70 bar középnyomáson is, ha a nyersanyagot közép- vagy könnyűolajjal és néhány százalék katalizátorral együtt vezetik át a reaktoron. További előny, hogy a kisebb nyomás következtében a hidrokrakkoláshoz kisebb hőmérséklet is elegendő (440 °C). Németországban a fenti nyersolajból jó kitermeléssel kénmentes motorhajtóanyag csak 700 bar körüli nyomáson volt előállítható, így a Varga-eljárás bevezetése sokkal olcsóbbak, az üzemeltetési költségek kisebbek voltak.

Hancsók Jenő egyetemi tanár, a Pannon Egyetem MOL Ásványolaj- és Széntechnológiai Intézeti Tanszék vezetője „A Varga-effektus nyomdokain. Bio-hajtóanyagok természetes trigliceridekből és zsírsavakból” címmel tartott előadást. Tanszéküket egykor Varga József akadémikus irányította. Az előadás a tanszék eredményeinek tükrében az ő munkássága sugallatainak jelenkori hatásait mutatta be. Az előadó utalt a Varga-szabadalmakban megfogalmazott legfontosabb reakciókörülményekre, hangsúlyozva az elméleti hidrogénmennyiség kétszeresének alkalmazását. Kiemelte az alapanyagbázist, a szabadalmak szinte mindent lefedtek, ami az akkori ismeretanyag szerint fellelhető

volt. A lignocellulóz-tartalmú anyagok és a lignintartalmú anyagok ma fontos kutatási területet képeznek, és felhasználási perspektívát jelentenek a jövőt illetően.

A Varga-effektust, vagy annak továbbfejlesztett változatát használják például a heteroatom-eltávolításnál, ahol 10 000 mg/kg nagyságrendű értékről 10 mg/kg érték alá csökkentik a termékek kén-tartalmát. A hidrokrakkolásnál pedig a rendelkezésre álló nagyon értéktelen vagy kevésbé értékes nyersanyagokból nagyon értékes, nagy hozzáadott értékű termékek sokaságát állítják elő.

Hancsók Jenő példásort mutatott be arra, hogy a sok fejlesztés közül hogyan lehet a mai világban a Varga-effektust felhasználva korszerű motorhajtóanyag-komponenseket, bioparaffinokat előállítani természetes trigliceridekből és zsírsavakból.

Ismert, hogy a dízel gázolajok legnagyobb mennyiségben használt biokomponensei a biodízelek (zsírsav-metil-észterek), amelyek számos hátrányos tulajdonsággal rendelkeznek. A zsírsav-metil-észter-molekula „gyenge pontjai”: az olefines kettős kötések és az észterkötés, melyek a hátrányos tulajdonságok jó részét okozzák. Ezenkívül kisebb a fűtőérték, magas a dermedéspontja. Mivel a biodízel az egyik legrosszabb dízelgázolaj-keverőkomponens, más szerkezetű terméket kell előállítani.

Tanszékük Varga József nyomdokain haladva új technológiát fejlesztett ki hulladék trigliceridekből és zsírsavakból történő, nagy normál és izeo-paraffin-tartalmú motorhajtóanyagok előállítására. Hancsók Jenő bemutatta az izeo- és normál paraffinokból álló biogázolaj/bioJET előállításának bruttó sémáját, a hidrogénezés és izomerizáció folyamatát, összehasonlította a szulfidált és nem szulfidált katalizátorok teljesítőképességét. Az izeo-paraffin frakciók előnyei között említette, hogy a legnagyobb hidrogéntartalmú szénhidrogéneknek kiváló alkalmazástechnikai tulajdonságaik vannak, környezetszennyezésük mérsékeltebb. A tanszék a MOL Nyrt.-vel együtt dolgozik a legkorszerűbb technológiák kifejlesztésén. Oktatási szempontból pedig több PhD-dolgozat és számos közlemény jelent meg ezen a tématerületen.

Domokos Endre egyetemi docens, a Pannon Egyetem Környezetmérnöki Intézetének megbízott igazgatója „A műbenzin egy környezetmérnök szemével” című előadásában elmondta, hogy a világ egészét tekintve növekszik az üzemanyag-fogyasztás. Alapforrás a kőolaj, de egyes régiókban szükséges egyéb forrásokból is üzemanyagokhoz jutni. Bemutatta, hogy különböző nyersanyagok feldolgozása milyen környezeti hatásokkal jár. A kőolajat tekintette bázisnak, ehhez viszonyította a szén, a földgáz, a biomassza, illetve különböző nyersanyag-kombinációk feldolgozásának környezeti hatását. Biomasszából szinte szennyezésmentesen tudunk előállítani műbenzint. Kedvezőtlen, hogy termőterületeket veszünk el az élelmiszerektől, illetve megnő a mezőgazdasági termékek ára. A megoldás: olyan alapanyagot felhasználni, amelynek nincsen ma túlzottan nagy gazdasági értéke és nem veszi el a helyet az élelmiszer-termeléstől. Bármelyiket is használjuk fel, a probléma az lesz, hogy igen sok melléktermék, elsősorban szén-dioxid keletkezik. Lehetőség van a szén-dioxid befogására és tárolására (CCS, Carbon Capture and Storage), amikor a kimerült földgáz- és kőolaj-lelőhelyekre lehet visszajuttatni a szén-dioxidot. Az eljárás drága, az üzemanyagok árát 50%-kal emelné. Köztes út olyan eljárások kidolgozása, amelyeknél egyre kevesebb káros anyag, egyre kevesebb melléktermék keletkezik. Ez a Varga professzor és Hancsók professzor által követett irány, amelyen továbbhaladva környezeti szempontból egyre ideálisabb motorhajtóanyagok fejleszthetők ki.

Katona Zsolt Vazul, a székesfehérvári Capital Invested & Marketing Kft. ügyvezető igazgatója „A szolgáltató múzeum” címmel



tartott előadásában elmondta azokat az okokat, amelyek a Vegyészeti Múzeum várpalotai elhelyezését indokolták. Ma a múzeum a turisztikai célok megtartása és kibővítése mellett – amelyekben a várpalotai kistérség más intézményeivel együttműködik – szolgáltató szerepet is kíván vállalni. Ennek része többek között egy „Nemzeti digitális vegyipari archívum” létrehozása, az „Első Vegyipari Park Múzeum” alapítása, konferenciák, szakmai fórumok szervezése, a múzeumpedagógiai programok folytatása és bővítése. Az értékmegőrzés fontos eleme a „Fogadj örökbe” restaurálási program, amelyben az „örökbefogadó” egy általa kiválasztott tárgy restaurálását támogatja.

A délelőtti előadásokat állófogadás követte, majd a konferencia résztvevői Próder István vezetésével megtekintették a Vegyészeti Múzeum elmúlt évben felújított kiállításait.

A délutáni program üzemlátogatás volt a Huntsman Corp. pét-fürdői üzemében. Borsi György ügyvezető igazgató ismertette a vállalat történetét a Hydrobenzin Rt. alapításától napjainkig. Meltatta az elődök, a Nagynyomású Kísérleti Intézet, a Nitroil Vegyipari Termelő Fejlesztő vállalat szerepét és tevékenységét. Beszámolt az évtizedek alatt kialakított termékcsoportokról, főbb termékekről, gazdasági eredményekről, tulajdonosváltozásokról, a tervezett beruházásokról. A résztvevők körében nagy elismerést váltott ki, hogy az itt kifejlesztett eljárások, egy kivételével, mind a saját eredmények alapján jöttek létre.

Az ismertető után a jelenlevők megkoszorúzták az egykori Hydrobenzin üzem reaktorépületének falán levő, harminc évvel ezelőtt elhelyezett emléktáblát. A koszorúzás után meglátogatták a gyár korszerű laboratóriumát. Végül a kísérleti berendezéseket, a termelőüzemeket, üzemcsoportokat ismerték meg, és a konferenciát bezárták.

P. I.



Vegyipari mozaik

Jók a hazai vegyipar kilátásai. Az idén is növekedhet a magyar vegyipari ágazat – a tavalyi év után –, ugyanis ez év első felében a vegyi anyagok és termékek gyártásának bővülése elérte a 6,2 százalékot – közölte a Magyar Vegyipari Szövetség. A szövetség emlékeztet: tavaly a magyar vegyipar 6,4 százalékos növekedést produkált. A vegyipari társaságok összesített nettó árbevétele a múlt évben közel 1400 milliárd forint volt. A meghatározó jelentőségű petrokémiai ipar 20 százalékkal növelte termelését és értékesítését egyaránt. A tavaly elindult folyamatok idén is éreztetik hatásukat az ágazatban, és ez a kedvező trend folytatódni látszik. Átgondolt iparfejlesztési stratégiával, ésszerűbb, kevésbé bürokratikus, ténylegesen vállalkozásbarát szabályozási környezetben, a hazai lehetőségek céltudatos hasznosítása alapján jelentősen bővíthető a magyar vegyipar portfóliója. A közel-múltban lezajlott egri konferencián is ezek a célok álltak a fókuszban. A kétnapos szakmai fórumon, annak témájához igazodva, az előadók környezetvédelmi és biztonságtechnikai aktu



alításokról is beszéltek, ahol szó esett többek között hulladékgazdálkodással kapcsolatos, az ipart érintő várható jogszabályokról és módosí

tásokról; a 2015. január 1-jétől életbe lépő új adatszolgáltatási rendszer sajátosságairól a hulladékgazdálkodásban; munkabiztonságról; a súlyos ipari balesetek megelőzéséről szóló jogszabályi változásokról; valamint a vízgazdálkodási szabályok aktualitásairól; továbbá a veszélyes áruk szállításáról is. (Az MTI alapján)



A MOL Csoport értékesítette kisebbségi Dunastyr részese-dését az Enichemnek. A MOL Magyar Olaj- és Gázipari Nyrt. bejelentette, hogy az 1999 októberében meghirdetett stratégia-váltással összhangban, divesztíciós programjának első lépéseként, értékesítette 21,4%-os részese-dését a Dunastyr Rt.-ben az olasz Enichem Spa részére. Az 1988-ban alapított Dunastyr Rt. egy polisztirol üzemmel rendelkezik Százhalombattán, 76,5 kt ütésálló polisztirol, illetve 27 kt habosítható termelőkapacitással. 1999-ben a társaság IAS szerinti nettó értékesítési árbevétele 15,8 milliárd Ft-ot tett ki. A két fél közötti megállapodás nemcsak a részvényértékesítést tartalmazza, hanem középtávú benzolszállítási megállapodást, illetve szolgáltatási szerződést is magában foglal. (A MOL alapján)



Felsőoktatási ipari együttműködési központot hoznak létre Szegeden. Ennek elsődleges feladata a Szegedi Tudományegyetem (SZTE) és a régió gazdasági szereplői közötti kooperáció megerősítése és hatékonyabbá tétele – jelentette be Korányi László, a Nemzeti Innovációs Hivatal elnökhelyettese pénteken a városban. A szakember az intézmény kialakításáról tartott sajtótájékoztatón elmondta, a központ célja, hogy a kutatók és a vállalkozások egymásra találjanak, a kutatási eredményekből iparilag, kereskedelmileg használható termékek, szolgáltatások jöjjenek létre.

Az uniós strukturális alapjának forrásaiból az ország legalább négy helyén alakítanának ki ilyen intézményt, amelyben együtt dolgozhatnak az üzleti és a kutatói szféra szakemberei. Itt üzletfejlesztéssel és a szellemi tulajdon védelmével kapcsolatos tanácsokat is kapnak, annak érdekében, hogy sikeres vállalkozásokat hozhassanak létre. Korányi László kifejtette, a magyar innováció régóta megoldatlan problémája, hogy míg a multinacionális és a hazai nagyvállalatok nemzetközi mércével is élen járnak a kutatás-fejlesztésben, és az egyetemi és kutatóintézetek is kiemelkedő eredményeket érnek el, a kis- és közepes vállalkozások (kkv) innovációs képessége és hajlandósága messze elmarad a kívánattól.

Szabó Gábor professzor, a Szegedi Tudományegyetem rektora kifejtette, az új intézmény az európai uniós tudományos nagyberuházásként épülő lézerközpont mellé tervezett tudáspark magjának tekinthető. A központ fontos szerepet tölthet be az oktatásban is, a többi között a doktori képzésben, amelyben komoly igény lenne arra, hogy a doktoranduszok olyan problémákon dolgozhassanak, amelyek közvetlenül kapcsolódnak az iparhoz. Magyarországon a doktori képzést a mai napig sokan kizárólag az akadémiai-egyetemi szféra utánpótlásának tekintik, miközben a munkaerőpiac számít ezekre a magasan képzett szakemberekre. Hozzátette: az Egyesült Államokban a doktori fokozattal rendelkezők 60–70 százaléka már a versenyszférában helyezkedik el. Az Innovációs Szövetség elnöki posztját is betöltő akadémikus hangsúlyozta azt is, hogy a magyar gazdaság fenntartható fejlődéséhez elengedhetetlen a kutatás-fejlesztés. (Az MTI nyomán)



A természettudományok tapasztalatalapú oktatását segíti egy új program az MTA TTK részvételével. Magyarországon is elindul a Making Science Make Sense (MSMS) elnevezésű oktatási program, amelynek célja, hogy interaktív módon és tapasztalati alapon népszerűsítse a természettudományos tárgyak oktatását a 10–16 éves diákok körében.

Az MSMS program Magyarországon három pilléren épül: a Csodák Palotájában a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Szent-Györgyi Albert Szakkollégium önkéntes hallgatói tizenöt alkalommal tartanak műhelyfoglalkozásokat november-től májusig a diákok számára, akik később részt vehetnek a Magyar Tudományos Akadémia Természettudományi Kutatóközpontjának nyári kutatótáborában is. Keserű György Miklós, az MTA TTK főigazgatója beszédében az intézmény felelősségét emelte ki a fiatal nemzedék természettudományos érdeklődésének felkeltésében. Az igazgató emlékeztette a jelenlévőket, hogy éppen ezt a célt szolgálják az egyetem nyári kutatótáborai, amelyeket középiskolási diákoknak szerveznek. A tanulók ilyenkor a legmodernebb kutatási témákon dolgozhatnak a központ munkatársainak irányításával.

A Bayer által felajánlott ösztöndíj segítségével jövőre még több tanuló vehet részt ezeken a programokon. Gerhard Wabl, a Bayer Hungária Kft. ügyvezető igazgatója a tapasztalatalapú és interaktív oktatás előnyeire és fontosságára hívta fel a figyelmet, és hangsúlyozta a tudomány innovációban és fejlődésben betöltött szerepét.

Csépe Valéria, az MTA Közoktatási Elnöki Bizottságának elnöke hangsúlyozta, hogy Magyarországon a természettudományos ismeretek szintje alacsony, így ezen a területen meglehetősen sok teendő van. A bizottság ennek érdekében „konstruktív kritikával” vett részt a nemzeti alaptanterv tudásterületeinek kialakításában, a kerettantervek alternatív programjainak és az alternatív kerettantervek kialakításában a kémia, fizika és biológia tárgyak oktatásának területén. Az akadémikus kiemelte, hogy az MSMS programban megcélzott 10–16 éves korosztálynál az agy alkalmazkodó rugalmassága éppen abban a fázisban van, amikor a legjobban formálható, ugyanakkor a gondolkodás még a konkrét gondolkodás szintjén tart. A fiatal ilyenkor megtapasztalja a kísérleteket, benne van, kipróbálja és megnézi a különböző helyzeteket, ha rossz eredményre jut egy probléma megoldásakor, igyekszik megtalálni annak okát és kijavítani. „Mind ezek összessége vezet az absztrakt gondolkodáshoz, hiszen a természettudomány nem egyszerűen diszciplínák együttese, hanem olyan gondolkodásmód, amely minden más tudásterületre is hatással van” – tette hozzá.

A program előkészítésekor a Bayer a természettudományos tantárgyakat oktató általános és középiskolai pedagógusok között kvalitatív kutatást készített, amely az alternatív oktatást segítő módszerek feltérképezésére is kiterjedt. A felmérésben részt vett pedagógusok szerint a biológia, a kémia és a természettudományok tantárgy oktatása egészen addig „hálás” feladat, amíg a téma és a rendelkezésre álló erőforrások lehetővé teszik a látványos szemléltetőeszközök alkalmazását, azonban ha a tanulóknak elvont fogalmakat megfelelő szemléltetés nélkül kell megtanulniuk, lelkesedésük lanyhul, sőt akár fel is adják a tanulást – ismertette az eredményeket Alföldi Mária, a Bayer Hungária kommunikációs vezetője. A megkérdezett szaktanárok számos területen vezetnék be újításokat annak érdekében, hogy a természettudományos tantárgyakat vonzóbbá tegyék az általános iskola felső tagozatosai számára, valamint hogy növeljék az oktatás hatékonyságát. Javaslataik közül a leghangsúlyosabb szere-

pet a gyakorlati, szemléltető oktatásnak szánják akár külsős vendégelőadók bevonásával, vagy az iskola falain kívüli érdekes projektfeladatokkal. Ezenfelül többen fogalmazták meg az igényt a kiscsoportos, gyakorlati foglalkozások hatékonyságára. Az MSMS-t a világ 13 országában mutatták be Amerikában, Ázsiában és Európában egyaránt. (Az MTA nyomán)



A fúziós energia fejlesztését célzó európai konzorcium jött létre. Aláírták Brüsszelben az EUROfusion (Európai Konzorcium a Fúziós Energia Fejlesztésére) megalakulását deklaráló iratot: az összefogás keretében az EU-tagországi kutatóközpontok közös forrásból, eredményeiket megosztva dolgozhatnak együtt. A Magyar Tudományos Akadémia Wigner Fizikai Kutatóközpont kutatói évente nagyjából 200 millió forintnyi támogatást kapnak.

A konzorcium célja, hogy a fúziós kutatásokkal 2050-re olyan környezetbarát energiaforrást sikerüljön biztosítani, amely hozzájárul a világ egyre növekvő energiaigényének kielégítéséhez – olvasható az MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont Részecske- és Magfizikai Intézet közleményében, amely szerint az Európai Unió mintegy fél milliárd euróval járul hozzá a kutatásokhoz a következő öt évben. A kutatási program előkészületeként 2012-ben az európai kutatóközpontok közösen felvázolták azt a részletes programot, amelynek pontjait követve 2050-re megvalósíthatják a fúziós energia mindennapos használatát. Az *Ütemterv a fúziós energia megvalósításához* című tervezet két fő célja, hogy a kísérletek alapos előkészítésével biztosítsák a még épülő ITER kísérleti reaktor legmegfelelőbb kihasználását, és annak kutatási eredményeire építve kidolgozzák a 2050-re tervezett DEMO demonstrációs erőmű koncepcióját. A ma létező legsikeresebb kísérleti reaktor, az Egyesült Királyság területén található JET 2018-ig az EUROfusion rendelkezésére áll. A kísérleti és építési tervek kidolgozása a Horizont 2020 elnevezésű európai uniós keretprogramban együttműködő egyetemek és kutatóközpontok feladata, és a tervezési folyamatokba minden eddiginél jobban bevonják a kapcsolódó iparágakat is.

Az EURATOM Horizont 2020 program az elkövetkező öt évben mintegy fél milliárd euróval fog hozzájárulni az EUROfusion kutatásaihoz, illetve hasonló mértékű támogatást várnak a tagállamoktól is kutatószemélyzet és más, nem anyagi segítség formájában.

Az Európai Bizottság az Európai Parlament és a részt vevő laboratóriumok képviselői együtt ünnepelték az EUROfusion finanszírozó Fúziós Program támogatási megállapodásának aláírását a brüsszeli Solvay Libraryben. A konzorcium alapjául szolgáló megállapodás az EFDA (Európai Fúziós Fejlesztési Megállapodás) és további mintegy harminc európai kutatóintézzettel kötött kétoldalú megállapodás helyébe lép. (Az MTI nyomán)



Klimaváltozás. A klímaváltozás tudományos igényű vizsgálatának módszereit elemezte a hazánkban tartózkodó Vincent Courtillot, a Francia Tudományos Akadémia tagja A 20. század nagy felfedezéseit – például a kontinensvándorlást vagy a dinoszauruszok kihalását magyarázó elméleteket – hozva fel példának, arra hívta fel a figyelmet: egy efféle elképzelés, modell gyakran csak több évtized távlatában igazolható vagy cáfolható. „Fogadjuk el a bírálatokat, bátorítsuk a vitát, és próbáljuk megcáfolni saját hipotézisünket” – összegezte általános intelmeként mindazokat a lépéseket, amelyek elősegíthetik egy-egy modell vagy teória bizonyítását. A klímaváltozással kapcsolatos elméletekről szólva le-



szögezte: a Kormányközi Klímaváltozási Bizottság (IPCC) szerint elfogadottnak számít, hogy a globális hőmérséklet-növekedést egyrészt a szén-dioxid-szint emelkedése okozza, másrészt, hogy erre a folyamatra a naptevékenység csak gyenge, illetve elhanyagolható hatást gyakorol.



A naptevékenységnek a klímaváltozásra gyakorolt hatását elemezve elmondta: az asztrofizikusok egyetértenek abban, hogy a napfoltminimuk összefüggnek a hideg periódusok beálltával. A naptevékenységnek a klímára, annak változására gyakorolt hatása még további kutatásokat igényel, de több tényező is arra utal, hogy a Nap sokkal nagyobb befolyást gyakorol az éghajlatra, mint azt jelenleg a legtöbben gondolják. Courtyllot professzor saját kutatásait idézve elmondta: munkatársaival például szoros kapcsolatot találtak a naptevékenység és a földi nap hosszának kicsiny (három milliszekundumnyi) változása között, és ezt – az impulzusmegmaradási törvény alapján – a naptevékenység légkörre gyakorolt erős hatásának tulajdonítják. „A klímakutatás fiatal tudományág, az éghajlat pedig rendkívül összetett rendszer, amelynek számos részlelemét még nem ismerjük kellőképpen” – fogalmazott a tudós, aki hangsúlyozta: elengedhetetlen, hogy megfelelő mennyiségű megbízható adat álljon rendelkezésre. (Az MTA nyomán)

mok összefüggnek a hideg periódusok beálltával. A naptevékenységnek a klímára, annak változására gyakorolt hatása még további kutatásokat igényel, de több tényező is arra utal, hogy a Nap sokkal nagyobb befolyást gyakorol az éghajlatra, mint azt jelenleg a legtöbben gondolják. Courtyllot professzor saját kutatásait idézve elmondta: munkatársaival például szoros kapcsolatot találtak a naptevékenység és a földi nap hosszának kicsiny (három milliszekundumnyi) változása között, és ezt – az impulzusmegmaradási törvény alapján – a naptevékenység légkörre gyakorolt erős hatásának tulajdonítják. „A klímakutatás fiatal tudományág, az éghajlat pedig rendkívül összetett rendszer, amelynek számos részlelemét még nem ismerjük kellőképpen” – fogalmazott a tudós, aki hangsúlyozta: elengedhetetlen, hogy megfelelő mennyiségű megbízható adat álljon rendelkezésre. (Az MTA nyomán)

Banai Endre összeállítása

MKE-HÍREK

Konferenciák, rendezvények

Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny

Szeged 2015. április 24–26.

Versenykiírás: www.irinyiverseny.mke.org.hu

16th Blue Danube Symposium on Heterocyclic Chemistry – 16BDSHC

2015. június 14–17.

Hotel Ramada, Balatonalmádi, Bajcsy Zsilinszky u 14.

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk.

Online jelentkezés: <https://www.mke.org.hu/conferences/16bdshc/registration/>

További információk Schenker Beatrix: info@16bdshc.hu

Az MKE Intézöbizzottság ülése

2014. október

1. Az Intézöbizzottság (IB) megvitatta a Kiss Tamás vezette ad-hoc bizottság által készített „A Magyar Kémikusok Egyesülete és lapjainak népszerűsítése, a fiatalabb generációk (középszkolások és egyetemisták, fiatal kutatók) elérését célzó műveletek” című irásos javaslatot, amelynek két fő megállapítása, hogy:

- az MKE-nek a Facebookon való megjelenése színvonalát kellene emelni, és
- pillanatnyilag nem célszerű párhuzamosan létrehozni a kémiaili folyóiratok nyomtatott és on-line változatait.

Az IB egyetértett az előterjesztésben foglaltakkal, és megbízta Kiss Tamást, hogy a következő IB-ülésre tegyen javaslatot, hogy ki/kik lennének a felelősei a megújított MKE Facebook oldal kialakításának és tartalmi működtetésének, valamint terjesszen elő egy ezzel kapcsolatos költségtervet.

2. Az IB megvitatta a ChemPubSoc különböző kiadványai szerkesztöbizzottságaiba javasolható hazai személyeket, és felhatalmazta az MKE elnökét a további lépések megtételére.

3. Az IB jóváhagyta az MKE-nek a BME Szent-Györgyi Albert Szakkollégiummal történő együttműködési megállapodása szövegtervezetét, és felhatalmazta az MKE elnökét annak aláírására.

4. Az IB megvitatta az MKE 2. Nemzeti Konferencia tervezett időpontjával, helyszínével és szakmai szervezöbizzottságával kapcsolatos kérdéseket. Elfogadta, hogy a konferencia időpontja: 2015. augusztus 30. – szeptember 2.

5. Simonné Sarkadi Livia tájékoztatást adott arról, hogy a 2015-ös „Fény éve” globális esemény magyarországi programjainak az MTA a felelőse, és a felkért közreműködő szervezetek között az MKE is szerepel.

6. Simonné Sarkadi Livia beszámolt a *Science on Stage* magyarországi válogatójáról, amelyen hét kémiatanári pályázat is részt vett. Közülük kettő jutott tovább a londoni programra. Magyarország egyébként megpályázta a 2017-es verseny megrendezését.

Az ülés emlékeztetője a www.mke.org.hu honlap „Az Egyesületről > Egyesületi élet > Jegyzökönyvek” menüpontja alatt olvasható.

Kovács Attila

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXIX. No. 12. December 2014

CONTENTS

<i>Adventures in coordination chemistry</i>	366
MIHÁLY BECK	
<i>Microencapsulated phase change materials for heat storage</i>	368
JÁNOS GYENIS, JUDIT TÓTH, TIVADAR FECZKÓ, JÁNOS SZÉPVÖLGYI	
<i>Endogenous and exogenous cannabinoids from nature</i>	373
ZSANETT HAJDU	
<i>Characterization of particle shape formation in stirred media milling based on particle shape distribution</i>	375
ÁDÁM RÁCZ	
<i>A light read for feasts and weekdays – under cover of hydrogen (book review)</i>	380
GÁBOR LENTE	
<i>Productive scepticism – Boyle</i>	381
RÓBERT SCHILLER	
<i>Renewed exhibitions in the 50 years old Chemistry Museum. Part II</i>	383
ISTVÁN PRÓDER	
<i>Chemistry calendar (Edited by JÓZSEF SÁNDOR PAP)</i>	387
<i>Chembits (Edited by GÁBOR LENTE)</i>	388
<i>News of the Month</i>	390

AKCIÓ!...

MENNYI?

Akár -37%!

Most Önnek is lehet **CEM** roncsolója nettó 3,5 millió Ft-ért!

Magne-Chem
Kereskedelmi és Szerviz Kft.

**A részletekért keressen minket
elérhetőségeink bármelyikén!**

1195 Budapest Jókai u. 22. Tel.: 1/282-96-68 Web: www.cem.hu E-mail: info@cem.hu



Tájékoztatjuk tisztelt tagtársainkat, hogy a

személyi jövedelemadójuk 1 százalékának felajánlásából idén 691 975 forintot
utal át az APEH Egyesületünknek.

Köszönjük felajánlásait, köszönjük, hogy egyetértene a kémia oktatásáért és népszerűsítéséért kifejtett munkánkkal. A felajánlott összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, a XV. Országos Diákvegyész Napok, valamint a 2014-ben hatodszor megrendezett Kémiatábor egyes költségeinek fedezésére használtuk fel, valamint arra a célra, hogy kiadványaink (KÖKÉL, Magyar Kémikusok Lapja, Magyar Kémiai Folyóirat) eljussanak minél több, kémia iránt érdeklődő határon túli honfitársunkhoz.

Ezúton is kérjük, hogy a 2014. évi SZJA bevallásakor – értelve 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

Terveink szerint 2015-ben az így befolyt összeget ismételten a hazai kémiaoktatás feltételeinek javítására, a Középiskolai Kémiai Lapok, az Irinyi János Országos Középiskolai Kémiaverseny, a 9. Kémikus Diákszimpozium, valamint a 2015-ben hetszerverrendő Kémiatábor egyes költségeinek fedezésére használjuk fel.

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



NANOCOLOR®

FOTOMÉTEREK

VÍZANALITIKAI REAGENSZKÉSZLETEK

UV / VIS



VIS



500D



PF-12^{plus}

új

+Z!



PF-3



ÉRINTŐKÉPERNYŐS
TERMOBLOKKOK



REAGENSOLDATOK és REAGENSZKÉSZLETEK



AKTIVIT Kft.

Környezetvédelmi műszerek, analitikai eszközök
1145 Budapest, Pétervárad u. 14.
Tel: (1)-470-0125, (1)-221-7865.
Fax: 252-9940 info@aktivit.hu www.aktivit.hu



+Z: - Fotometriás mérések közben szimultán zavarosság-ellenőrzés
- Zavarosság mérés funkció 90 és 180 fokban

+SZ: - Színmérési funkcióval kiegészítve, különféle skálákkal

MACHEREY-NAGEL

www.mn-net.com

