

A TARTALOMBÓL:

- Az 576. kísérlet
- Kutatók Éjszakája
- Bruckner-termi előadások
- 41. Nemzetközi Kémiai Diákolimpia
- Visszhang



MAGYAR KÉMIKUSOK LAPJA

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE HAVONTA MEGJELENŐ FOLYÓIRATA • LXIV. ÉVFOLYAM • 2009. NOVEMBER • ÁRA: 700 FT

Szentjánosbogár,
trópusi halak, sarki fény

Mi a közös
a természet
fénytűneményeiben?





*Az új TSQ Quantum tripla
kvadrupol GC/MS/MS*

- Gázkromatográfok
- Kvadrupol és ioncsapdás GC/MSⁿ
- Analitikai HPLC, UHPLC
- Preparatív HPLC, SMB
- Kvadrupol és ioncsapdás LC/MSⁿ
- FAIMS, TurboFlow, ETD, MALDI
- C, H, N, S, O elem-analizátor
- Kapilláris elektroforézis
- GC, HPLC oszlopok, egyéb kromatográfiás kiegészítők



Kizárólagos képviselő:

UNICAM Magyarország Kft., 1144 Budapest, Kőszeg u. 27.

Telefon: 1-221-5536 • Fax: 1-221-5543

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



MAGYAR KÉMİKUSOK LAPJA

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXIV. évf., 11. szám, 2009. november



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

Szerkesztőség:

Felelős szerkesztő: KISS TAMÁS
Olvasószerkesztő: SILBERER VERA
Tervezőszerkesztő: HORVÁTH IMRE
Szerkesztők:
ANDROSITS BEÁTA, BANAI ENDRE,
CHLADEK ISTVÁN, GÁL MIKLÓS,
JANÁKY CSABA, KOVÁCS LAJOS,
LENTE GÁBOR, ZÉKÁNY ANDRÁS
Szerkesztőségi titkár: SÜLI ERIKA

Szerkesztőbizottság:

SZÉPVÖLGYI JÁNOS,
a szerkesztőbizottság elnöke,
SZEKERES GÁBOR örökös főszerkesztő,
ANTUS SÁNDOR, BECK MIHÁLY,
BIACS PÉTER, BUZÁS ILONA,
GÁL MIKLÓS, HANCSÓK JENŐ,
HERMECZ ISTVÁN, 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: 1027 Budapest, Fő u. 68.

Tel.: 225-8777, 201-6883, fax: 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: 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 8400 Ft

Egy szám ára: 700 Ft. Külföldön terjeszti

a Batthyány Kultur-Press Kft.,

H-1014 Budapest, Szentháromság tér 6.

1251 Budapest, Postafiók 30.

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

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:

SÜLI ERIKA

Magyar Kémikusok Egyesülete,

1027 Budapest, Fő u. 68. Tel.: 201-6883,

fax: 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)



Apponyi Albert program

A projekt a Nemzeti Kutatási
és Technológiai Hivatal támogatásával valósult meg



ket a gondokat megoldani.

A fenti problémakörhöz szorosan kapcsolódik az ismeretterjesztés helyzete. A jelen lapszámban a természeti fényjelenségek kémiai hátteréről olvashatunk egy részletes cikket. Két középiskolás diák dolgozatában egy talajtani laboratórium működését mutatja be, illetve az arzénrel kapcsolatos ismereteket és téveszméket járja körül.

Az ismeretterjesztés egy másik, egyre népszerűbb formája a szeptember végi Kutatók Éjszakája fesztivál. Ennek idei programján számos helyszínen (Budapest, Debrecen, Eger, Miskolc, Mosonmagyaróvár, Pécs, Szeged, Szombathely) voltak nagy érdeklődéssel kísért kémiai előadások és kísérletek, bizonyítva, hogy egy eleven, számos laikust is megmozgató tudományterületről van szó, amelynek van mondandója mindenki számára (a szegedi programról részletes ismertetést adunk). A kíváncsiság ragadós: egy ideje már a múzeumok is sikerrel rendeznek éjszakai programokat, illetve legutóbb a Nemzeti Színház tárta ki kapuit. Öröm az örömben, hogy a Kutatók Éjszakája egyre kedveltebb ismeretterjesztési formáját (edutainment – szórakozva tanítás) idén az Európai Unió nem támogatta Magyarországon (no comment): saját forrásra támaszkodva kellett megvalósítani 20 város 625 programját és a szervezők leleményességén és kitartásán múlott, hogy ez sikerült.

Hagyományos rovataink (Bruckner-termi előadások, Vegyészletek, A hónap hírei) ezúttal is számos érdekességgel szolgálnak. Jó olvasást mindenkinek!

Kovács Lajos

Kovács Lajos
a szerkesztőség tagja

TARTALOM

ISMERETTERJESZTÉS

Szalay Péter: Szentjánosbogár, trópusi halak, sarki fény.
Mi a közös a természet fénytüneményeiben?

330

OKTATÁS

Fórum a köz- és felsőoktatásról

Labancz István: Az 576. kísérlet

335

Dr. Kónya Józsefné emlékpályázat

Balla Ádám: A Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok
Centrumában működő Agrokémiai és Talajtani Tanszék főbb kutató-
munkájának bemutatása

337

Pénzes András: Halálos mérég, vagy a hosszú élet titka?!

341

VEGYIPAR ÉS KÉMIATUDOMÁNY

Bruckner-termi előadások

Mező Gábor: A „mágikus golyó” keresése: tumorelleses hatóanyagok
irányított célba juttatása

347

Bartos Ádám: Monoszubsztituált oligoetilénlikolok szintézise

348

VEGYÉSZLETEK

Lente Gábor rovata

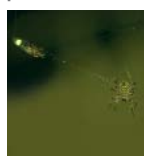
350

EGYESÜLETI ÉLET

352

A HÓNAPO HÍREI

353



Címlap:
Utolsó este
(Erdei Norbert
felvétele)



Szalay Péter

■ ELTE Kémiai Intézet

Szentjánosbogár, trópusi halak, sarki fény

Mi a közös a természet fénytűneményeiben?

A természet hihetetlen fénytűneményeket produkál. Az egyik ilyen a sarki fény, amelyet Magyarországon ritkán, és akkor sem teljes pompájában figyelhetünk meg. De *szentjánosbogarat* már majdnem mindenki látott, és a hazai erdőkben is lehet találni világító gombákat (*világító tölcsérgomba*), csak hogy ehhez nagyon sötétben kell az erdőbe merészkedni. A „Némó nyomában” című rajzfilmből pedig sok gyerek ismerheti a *lámpáshalat* is: ennek a hálnak, mint a bányászoknak, a homlokán van egy lámpás egy nyél végén. Ebben a cikkben annak járunk utána, van-e közös fizikai háttere ezeknek az egymástól függetlennek tűnő természeti jelenségeknek.

Hadd mondjam itt el egy személyes élményemet. Az Illinois állambeli Argonneban található Nemzeti Kutatóintézetben voltam vendég egy nyár során. Sokat dolgoztunk, jóval sötétedés után indultam el a közeli szállodába. Ahogy kiléptem az ajtón, ezrével láttam kis fénypontokat a fűben és a fű fölött repülni. Azt hittem, káprázik a szemem, talán az agyamra ment a sok munka! Kicsit még ijesztő is volt ez a hihetetlen látvány! Kiderült: nem érzéki csalódásban volt részem, hanem egy természeti csodában: éppen elcsíptem az amerikai szentjánosbogarak (*fireflies*) rajzását, amely arra felé jellemző jelenség az évnék ebben a szakaszában. Szerencsém volt, hiszen a rajzás csak egy hétig tart. Talán ez az élmény is hozzájárult ahhoz, hogy az elmúlt évben foglalkozni kezdtem e jelenségek elméleti hátterével.*

Kezdjük egy kis történelemmel! Az ókorban már Arisztotelész is leírt világító gombákat, sőt megfigyelte a tűz és e jelenség közötti különbséget: míg a tűz esetén a fénytűneményt hőfejlődés is kíséri, a gombák-

nál illet nem tapasztalt. El is nevezte ezért hideg fénynek. A rómaiknál idősebb Pliniustól olvashatunk arról, hogy olívaültetvényeken a fák törzse világít. A jelenség első igazi tudományos vizsgálatát Robert Boyle végezte a 17. században. Boyle köztudottan a modern kémia egyik megalapozója, neve leginkább a gázörvények kapcsán maradt meg a köztudatban, de *Sceptical Chemist* című, 1661-ben megjelent könyve is nagyon fontos, tartalmazza a kémiai elem fogalmának megsejtését és népszerűsíti a tudományos módszereken alapuló kísérletezést az alkímia módszereivel szemben. Ilyen, tudományos részletességgel megtervezett kísérleteket végzett lumineszkáló fával és rotahadó halakkal 1667-ben. A gázokkal kap-



1. ábra. Boyle szivattyúja

csolatos kísérleteihez összeállított készüléket használta fel erre: a fadarabot, illetve halat híres eszközebe helyezte (1. ábra), majd kiszivattyúzta a levegőt: arra volt kíváncsi, van-e köze a levegőnek a jelenséghez. Megfigyeléseit egy érdekes cikkben közölte [Robert Boyle, *Philosophical Transactions*,

(581) Num. 31
PHILOSOPHICAL
TRANSACTIONS.

Monday, January 6. 1661.

The Contents.

New Experiments, to the number of 16, concerning the Relation between Light and Air (in Shining Wood and Fish), showing, That the withdrawing of the Air from them, and the like Bodies, extinguishes their Light, and the readmission of the Air restores it. An Account of two Rocks: I. PARTHOLOGIC CEREBRN & NERVOSI GENERIS SPECIMEN: In quo agitur de MORBIS CONVULSIVIS & SCORREUTO, fide THOMÆ WILLIS M.D. II. ALPHABETUM NATURÆ. Author F.M. B.V. HELMONT.

New Experiments

Concerning the Relation between Light and Air (in shining wood and Fish), made by the Honourable ROBERT BOYLE, and by him addressed from Oxford to the Publisher, and is communicated to the Royal Society.

SIR,
TO perform over the principle I made you the other day, I shall acquaint you with what will perhaps (perhaps) surprise you, by giving you an Account of what I tried on Tuesday night last (Octob. 29. 1661) and the several observations, about the Relation between Air and Light, which is to be found in some Book.

The occasion of this Trial was this: Having, as you know, long since made some Notes, chiefly different, upon particular Qualities, and finding Light to be (how justly I am diffident) regarded by the generality of Philosophers among Qualities, I thought together with Observations I had lately made by my self, or received from some Ingenious Travellers (whom I transmitted my Papers) about Shining Bodies, and had also prepared several Trials about them, to be made when I should have opportunity, and requisite Instruments to put them in practice.

P.P.

2. ábra. Boyle könyvének első oldala

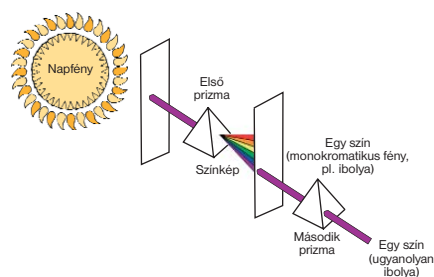
31, 582 (1668), 2. ábra], amelyben részletesen leírt minden kísérleti részletet: a szivattyúzás sebességét, az elsötétítés menetét, valamint megfigyeléseit. Változtatta a kísérlet „paramétereit” is, így összesen 15 kísérletet ír le. Szerintem nagyon tanulságos olvasmány (interneten megtalálható!), nem csak a konkrét téma okán. Boyle legfontosabb következtetése az volt, hogy a jelenséghez levegő szükséges, a vákuumban rövid idő múlva eltűnik a fénytűnemény, majd beengedve a levegőt ismét világít. De ekkor felmerült a kérdés: a levegő a fény keltéséhez vagy közvetítéséhez kell? Ezt a kérdést ma természetesen nem tennénk fel, de gondoljuk csak meg, hogy ez idő tájt a fény fizikai mibenlétéről még keveset tudtak, Newton is ekkor végezte híres kísérleteit. Nem volt alaptalan Boyle feltevése azért sem, mert a hangról röviddel előtte állapították meg, hogy vákuumban nem terjed (vagy levegőben terjed). Hogy e kérdést eldöntse, a következő kísérletet végezte el: berendezésbe izzó vasat tett (aggódott is, hogy nem megy-e tönkre tőle!), majd kiszivattyúzta a levegőt: az izzó vas a vákuumban is tovább

* A kutatásokat az OTKA a 72423 sz. projekt keretében támogatja.



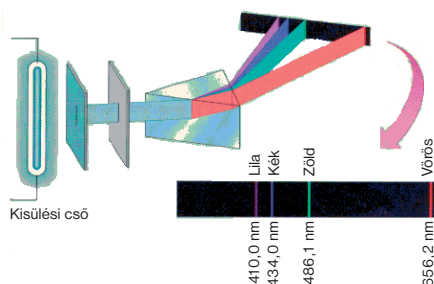
izzott! Tehát a levegő a fény keltésében játszik szerepet! Mindezen kísérletek, bár rengeteg új információt hoztak, a jelenség mibenlétére nem tudtak válaszolni. A 19. századig kellett várni, amíg kiderült, hogy a fa lumineszkálását gomba okozza, majd még később, a 20. században tudtuk meg, hogy a rothadó hal lumineszkálásának hátterében baktériumok állnak.

Induljunk el azonban másik szálon is! Boyle kísérleteivel szinte egy időben állapította meg Newton, hogy a fehér fényt kom-



3. ábra. A fehér fény komponensekre bontása

ponenseire bontva, majd ezek közül csak egyet véve, a fehér fény nem állítható elő ismét (3. ábra). Világos módon a fehér fény komponensekből áll. Több mint kétszáz évvel később a kvantummechanika már kapcsolatot teremtett a fény színe és a közvetített energia között: Planck híres összefüggése szerint a ν frekvenciájú fény $h\nu$ ener-



4. ábra. A hidrogénatom spektruma

giakvantumokat hordoz (h az ún. Planck-állandó). Ezután pedig az is kiderült, hogy az anyag állapotai is kvantáltak: Ångström (1871) a hidrogénatomokat tartalmazó kisülési cső által kibocsátott fény összetételét (spektrumát) vizsgálta (4. ábra) és megállapította, hogy csak négy vonal van benne. Ez alapján Bohr állította fel az első, tulajdonképpen kvantummechanikai modellt, mely szerint a H-atom energiája csak bizonyos értékeket vehet fel. Mai tudásunk szerint, melynek elméleti hátterét a *kvantummechanika* adja, a mikrorendszerek, így az atomok és molekulák diszkrét (jól meghatározott) energiaszintekkel rendelke-

nek. Ezek között átmenet csak akkor jöhet létre, ha pontosan az energiakülönbségnek megfelelő energiát közöljük a rendszerrel, pl. fény formájában. Fenn kell állnia tehát az ún. Bohr-feltételnek:

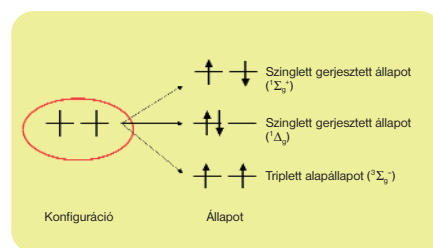
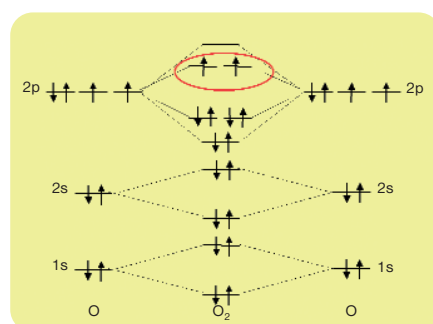
$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu,$$

ahol E_2 és E_1 a két állapot energiája. Tehát egy rendszer olyan frekvenciájú fényt képes elnyelni vagy kisugározni, melyhez tartozó Planck-féle kvantum ($h\nu$) éppen meg egyezik a két energiaszint (állapot) energiájának különbségével. Végül azt kell még tudnunk a (relativisztikus) kvantummechanikából, hogy a gerjesztett állapotok nem stabilak, élettartamuk véges, tehát spontán módon bocsáthatnak ki fényt.

Észrevehetjük, hogy közelebb kerültünk a vizsgált jelenségek magyarázatához: ha rendszerünkben gerjesztett állapotú atomok vagy molekulák vannak, ezek egy idő után spontán fényt kell kibocsátassanak. Két kérdésre kell még válaszolnunk: milyen atomok vagy molekulák felelősek a bevezetőben felsorolt jelenségekért és hogyan jönnek létre a gerjesztett állapotok?

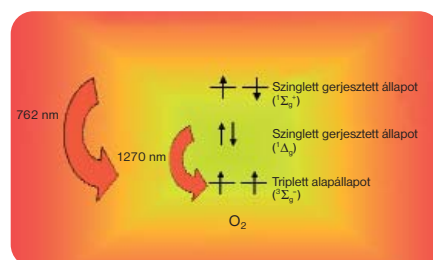
Boyle fent idézett kísérleteiből kiderült, hogy oxigénre szükség van mind a fa, mind pedig a rothadó hal fénykibocsátása kapcsán. Vizsgáljuk meg tehát az oxigénmolekula energiaszintjeit! Az 5. ábrán láthatjuk az oxigénmolekula ún. energiadiagramját. Minden vízszintes vonal egy-egy elektronpálya energiáját jellemzi: középen látjuk az oxigénmolekulának megfelelő szinteket, míg jobb és bal oldalon a molekulát felépítő atomok szintjei láthatók: ls a legalacsonyabb, 2s következik ezután, a 2p pedig háromszorosan degenerált. Az ábra azt szemlélteti, hogy az egyes atomi pályák kölcsönhatásával „jönnek létre” a molekuláris pályák (molekulapálya): két kölcsönható atomi pályából kapunk két molekulapályát, egyik alacsonyabb, a másik magasabb energiájú. Az elsőt kötő, a másodikat lazító pályának hívjuk. A függőleges vonalak az elektronokat szimbolizálják: minden pályára

5. ábra. Az oxigénmolekula elektronszerkezete



6. ábra. Egy konfigurációból három állapot jön létre

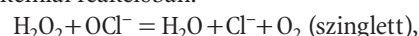
két elektront lehet maximálisan elhelyezni, tehát az ábrán látható módon helyezhetjük el az oxigénmolekula 16 elektronját. 14 elektron elhelyezése nem okoz gondot, de mit csináljuk a maradék kettővel? Energetikailag persze világos, hogy az utolsó előtti szintre kerülnek, de a vízszintes vonalakra már többféleképpen helyezhetjük el ezeket. Ezt szemlélteti a 6. ábra kicsit leegyszerűsítve: egy „konfigurációból” (mely az energiaszintek betöltöttségét jelenti) három „állapot” jön létre. Ezek között az energiakülönbség kicsi, hiszen a pályák betöltöttsége azonos. Pontos eredmény az ún. *csopotelmélet*tel kapható, amely tulajdonkép-



7. ábra. Az oxigénmolekula lumineszkálása

pen a molekulák szimmetriájának matematikai módszerekkel történő leírását jelenti. Egy ilyen egyszerű számításnak az eredménye az állapotok jele, mely egyrészt a szimmetriatulajdonságot (görög betű és az utána következő indexek), valamint a spin-tulajdonságot (első felső index, ún. multiplicitás) adja meg. Azt kaptuk tehát, hogy az oxigénmolekula legalacsonyabb állapota (ún. *alapállapot*) egy tripllett állapot (multiplicitás 3): ez magyarázza a paramágneses tulajdonságát. Ehhez energetikailag igen közel két gerjesztett szinglett állapot (multiplicitás 1) is található (ún. *szinglett oxigén*). Az ezek közötti energiakülönbség megfelel az 1270 nm-es és 762 nm-es hullámhosszú fénynek (7. ábra). Ha tehát sikerül ezeket a gerjesztett állapotokat előállítani, fény kibocsátását várhatjuk.

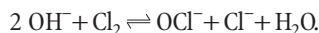
Szinglett oxigén előállítható a következő kémiai reakcióban:





ISMERETTERJESZTÉS

azaz hidrogén-peroxid és hipoklórossav egymásra hatásával. A megfelelő OCl^- -koncentráció eléréséhez a következő reakció jön szóba:

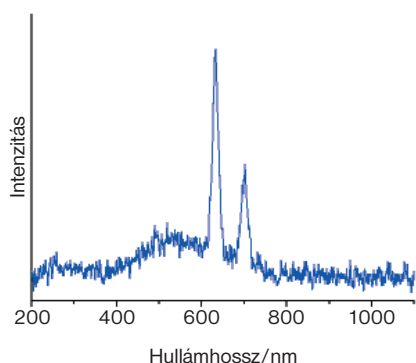


Így persze a kísérlet már nem veszélytelen, de elegendő szinglett oxigén keletkezik ahhoz, hogy sötét helyen a vörös fény megfigyelhető legyen (**8. ábra**). Ha nem hiszünk



8. ábra. Sötét helyen megfigyelhető...

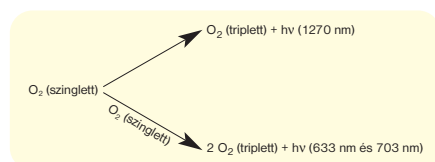
a szemünknek, felvehetjük a kibocsátott fény spektrumát is (**9. ábra**): a kézi spektrométerrel készült, de ezen is jól kivehető, hogy (a mért tartományban) két sáv van, 633 és 703 nm-nél. Vegyük észre, hogy ez nem egyezik az oxigénmolekula állapotai alapján jóslott 762 nm-rel! Nem jó az elmélet? Inkább valamit még nem vettünk figyelembe! Nem beszéltünk ugyanis arról,



9. ábra. A lumineszcens fény spektruma

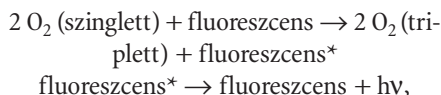
hogy a kvantummechanika alapján nem minden energiaszint között jöhet létre átmenet fény hatására: ún. *kiválasztási szabályoknak* kell megfelelni. Nos, ez alapján az oxigénmolekula szinglett állapotból nem kerülhet át triplett állapotba, az átmenet tiltott! Tehát a fény kibocsátásáért az elmélet alapján sem lehet felelős az oxigénmolekula maga. Hogy akkor pontosan mi történik, nem minden részletében tisztázott,

10. ábra. Oxigénmolekulák összekapcsolódása



de elég valószínű a **10. ábrán** vázolt mechanizmus: az oxigénmolekulák gyenge kölcsönhatás következtében összekapcsolódnak mind alap-, mind pedig gerjesztett állapotban. Két triplett alapállapotú molekula többek között szinglett együttes állapotot is eredményezhet, míg a szinglett gerjesztett állapotok csak szinglett állapotú komplexhez vezethetnek. A két szinglett állapotú komplex között pedig már megengedett az átmenet, tehát e kerülő úton megvalósulhat a szinglett oxigén triplettben való stabilizációja. Kvantumkémiailag számítások segíthetnek abban, hogy e hipotézist bebizonyíthassuk. Az ilyen gyenge intramolekuláris kölcsönhatások leírása azonban nem egyszerű feladat, de saját számításaink már bizonyítják a komplexek létezését és az energiakülönbség is a kísérletben jóslott tartományba esik!

Láthatjuk tehát, hogy semmi ördögi nincs a fénykibocsátás mögött, kísérleti úton is megvalósíthatjuk. De tudunk-e versenyezni a természet színeivel, lehet-e különböző színű kemilumineszcenciát előállítani? Igen, ez is lehetséges. Ehhez különleges „festékre”, ún. fluoreszcens molekulákra is szükség van. Az előbbi reakcióban keletkezett szinglett oxigénmolekulák fénykibocsátás helyett e fluoreszcens molekuláknak adják át energiájukat. Röviddel ezután a gerjesztett fluoreszcens molekula alapállapotba kell visszatérjen, ekkor az önmagára jellemző fényt fogja kibocsátani. Sematikusan:



ahol $*$ -gal a gerjesztett állapotot jelöltük. A **11. ábrán** látható egy kísérlet, ahol a festéktől függően négy különböző lumineszkálást állítottak elő. A részletek után is ér-



11. ábra. Lumineszcencia a csövekben

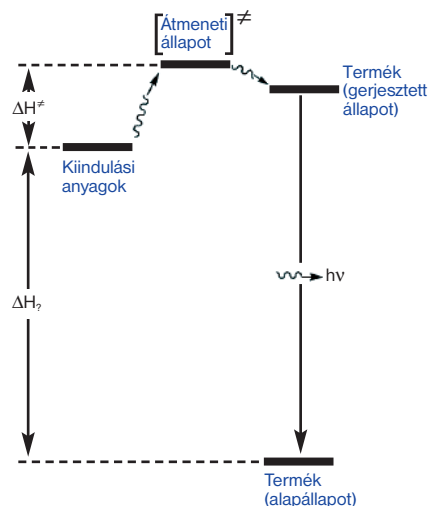
deklődők számára az **1. táblázat** megadja a megfelelő fluoreszcensek nevét. Természetesen csak a kémikusok kitaratásán múlik, hogy hányféle szín állítható elő!

A szinglett oxigén keletkezése természetesen nem az egyetlen fénykibocsátással járó folyamat. Az olyan folyamatokat, ahol a ter-

Szín	Fluoreszcens
Narancssárga	rubrén
Kék	9,10-difenil-antracén
Kékeszöld	perilén
Zöld	9,10-biszfénil-etinil-antracén

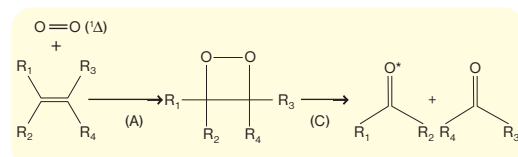
1. táblázat. Fluoreszcensek

mék gerjesztett állapota keletkezik, amely ezután fény kibocsátásával stabilizálódik, *kemilumineszcenciának* nevezzük. A **12. ábra** szemlélteti az általános mechanizmust. Az



12. ábra. A kemilumineszcencia mechanizmusa

oxigénmolekula mellett a kemilumineszcenciás folyamatokban a *dioxetán* és származékai játszanak még fontos szerepet. A jellemző reakció mechanizmusa a **13. ábrán** látható: vegyük észre, hogy a reakció el-



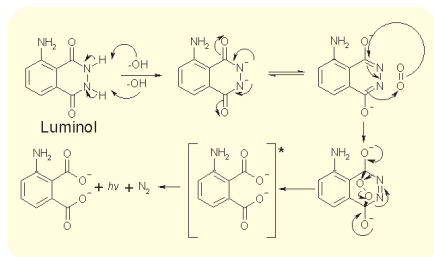
13. ábra. A jellemző reakció mechanizmusa

ső lépése emlékeztet az oxigénmolekulák dimerjének képződéséhez, hiszen most egy oxigénmolekula a szénlánc kettős kötésére addicionálódik dioxetán-származék képződése közben. Ez felel meg az átmeneti állapotnak, mely szétesik egy alapállapotú és egy gerjesztett állapotú oxomolekulát képezve; az utóbbi lesz felelős a fénykibocsátásért.

Hasonló mechanizmussal működik a krímikből ismert luminol is (**14. ábra**). Itt az oxigénmolekula az első aktivációs lé-



pésben keletkezett N–N kötésre addicionálódik, majd nitrogénmolekula távozásával nyílik fel a gyűrű, melynek gerjesztett állapota keletkezik (3-aminoftalát). A ger-



14. ábra. Így működik a luminol

jesztett állapot kékes fény kibocsátásával szűnik meg (15. ábra). A jelenséget régebben vérnyomok kimutatására használták a kriminológusok. Itt a vér hemoglobinjában lévő vas katalizálja az első aktivációs lépést. Manapság már modernebb módszerek is a kriminológusok rendelkezésére állnak, de a filmkészítők számára mégiscsak látványosabb, ha a sötét szobában fénylő pontok vezetnek az ágyneműtartóban elrejtett hullához...

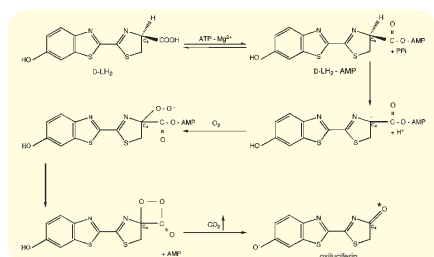


15. ábra. A gerjesztett állapot megszűnése

Térjünk vissza a természetben előforduló jelenségekhez! A címlapon az „Utolsó este” című csodálatos természetfotót látjuk, melyet Erdei Norbert, a zuglói Móra Ferenc Általános Iskola tanára készített. Egy szentjánosbogár utolsó éjszakáját láthatjuk, már beszötte a pók, de még világít...

Hogyan zajlanak a fényt termelő folyamatok biológiai rendszerekben? Miben hasonlítanak, miben különböznek a fentebb tárgyalt egyszerű folyamatoktól? Az oxigénmolekulának itt is nagyon gyakran van elsődleges szerepe, mint azt már Boyle is megállapította. A folyamat leginkább a *luminol* fent említett reakciójához hasonlít: kell egy molekula, mely oxigén felvételével átalakul és fényt bocsát ki, ezeket a vegyületeket gyűjtőnéven *luciferin*-nek nevezzük. Kell továbbá egy enzim, mely – mint a he-

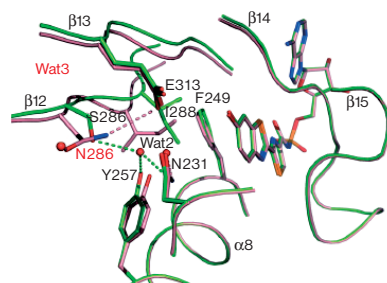
16. ábra. A luciferin reakciója



moglobin a luminol esetén – a reakciót katalizálja. Ezeket gyűjtőnéven *luciferáz*-nak nevezzük. Mindkét szóban megtaláljuk a *lucifer* szót, mely „fényt hozó” jelent.

A 16. ábrán a szentjánosbogár luciferinének reakciója tanulmányozható. Az első lépésben ATP hidrolízisével energiában gazdag AMP-származék keletkezik, amelyből proton lép ki. Azután addicionálódik az oxigénmolekula, mely a már korábban is látott gyűrűs szerkezetet hozza létre. Az így gyengített C–C kötés (és az O–O kötés is) felszakad, a molekulából szén-dioxid távozik. Visszamarad az oxovegyület gerjesztett állapota. Ugye, szembeutó az egyszerűbb dioxetános reakcióval való hasonlóság?

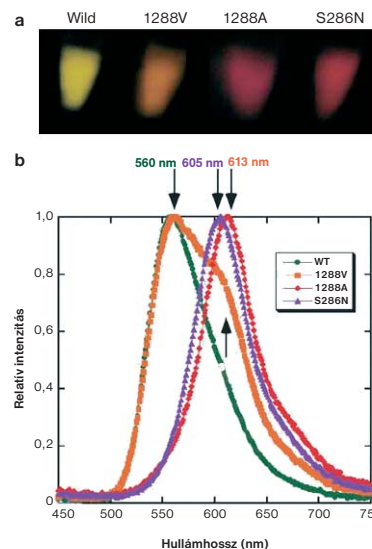
A luciferáz szerepe elengedhetetlen: egyrészt szükséges az ATP-vel lejátszódó reakcióhoz, de az aktív hely környezete veszi körbe a terméket is. És éppen ennek lehet szerepe a kibocsátott fény színére. Nagyon



17. ábra. Luciferáz-mutások

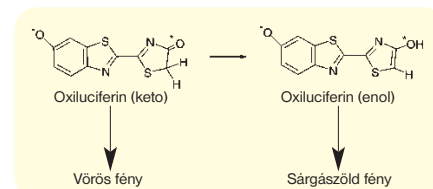
érdekes megfigyelés ugyanis, hogy bár többféle enzim és többféle molekula tartozik a luciferázok és luciferinek közé, azonos osztályba sorolt élőlények esetén ezek mégis szinte kivétel nélkül ugyanazt a luciferin-molekulát hordozzák és igen hasonló a luciferáz enzimük is. Mégis e bogarak rendkívül változatos színű fényt tudnak kibocsátani a zöldtől (530 nm) a vörösig (635 nm). Vajon ennek mi az oka?

Az igazság az, hogy e kérdés még nem minden részletében tisztázott, de érdekes kísérleteket végeztek az elmúlt években [l. pl. Biochem 2004, 43, 7255, Nature 440, 372 (2006)], melyekből már sejtjük a választ. Nakatsu és munkatársai egy Japánban honos szentjánosbogárból (*Luciola cruciata*) származó luciferázt vizsgáltak és előállítottak több mutáns is (17. ábra). Ezek az aktív hely közelében lévő néhány aminosavban különböztek egymástól. A mutáció a reakciót nem befolyásolta, azonban a helyettesítő aminosavtól függően különböző színű fénykibocsátás tapasztalható (18. ábra). De mi az oka ennek, hogyan befolyásolják az oxiluciferin „színét” a közelben lévő ami-



18. ábra. A luciferinek fénykibocsátása

nosavak? Ennek egy kézenfekvő (de nem általános érvényű) magyarázata a tautomerizáció jelenségével adható meg. Az oxiluciferin oxo-tautomere mellett stabil lehet az enol-forma is (19. ábra), mely csak egy hidrogén kötődési helyében különbözik. Másodlagos kölcsönhatások szempontjából természetesen nem lényegtelen, hogy oxo- vagy hidroxycsoport van a molekulában, hiszen az előbbi hidrogénkötés-akceptor, míg a másik –donor. A különböző szerkezetű enzim tehát hol az egyik, hol pedig a másik formát stabilizálhatja. Mivel a tautomerek



19. ábra. Tautomerek fénykibocsátása

gerjesztési energiája nyilvánvalóan különbözhet, a kibocsátott fény színe is változik. E hipotézis vizsgálatában az elméleti módszereknek ismét nagyon fontos szerepük van. Végül e biológiai folyamatok hatékonyságát kell kiemelni. Az energiatermelés kapcsán szokás beszélni arról, hogy a befektetett energia mekkora részét sikerül felhasználni hasznos folyamatokban. A gépkocsi motorja nemcsak hajtja a kereket, de melegszik is, ez jelentős energiavesztést jelent, a hatékonyság 20–30% körül van. Ennek fényében hihetetlen, hogy a biolumineszcenciás folyamatok 80–90%-os hatékonysággal működnek! Van még mit tanulnunk a természetől!

Térjünk vissza a sarki fény (*aurora borealis*) jelenségéhez is! E színes fényjelenség



ISMERETTERJESZTÉS

főképpen a sarkok közelében figyelhető meg (20. ábra), de ritka esetben akár a mi szélességi körünkön is látható. Magyarországon utoljára 2003-ban volt megfigyelhető, az ekkor készült fényképek megtekinthetők a http://www.mcse.hu/galeria/main.php/asztrofotok/20031120_aurora/ címen. (Aki pedig

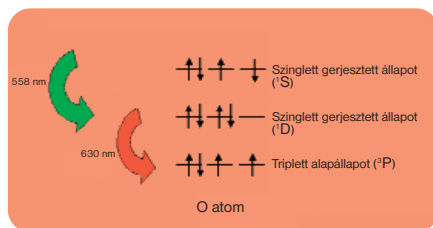


GYENI ZSE PÉTER FELVÉTELE (2003)

20. ábra. Sarki fény

tudni akarja, mikor érdemes Norvégiába vagy a Déli-sarkra utazni, az a http://www.mcse.hu/sarki_feny_elorejelzes/ címen tájékozódhat.) A jelenség fizikájáról a Természet Világa 2008. novemberi számban részletesen olvashattak, itt az atomi-molekuláris folyamatokról szeretnék szólni, mert ugyanaz az elméleti háttér magyarázza, mint a kemilumineszcenciát.

Nemcsak az oxigénmolekula, hanem az oxigénatom is rendelkezik két, alacsonyan fekvő gerjesztett állapottal, hiszen a 2p pályára a lehetséges hat helyett csak négy elektront helyezünk el (5. ábra). E konfigurációhoz ismét három állapot rendelhető (21. ábra), egy tripllett (ez lesz az alapállapot) és két szinglett gerjesztett állapot. Az alapállapothoz viszonyított energiakülönbség

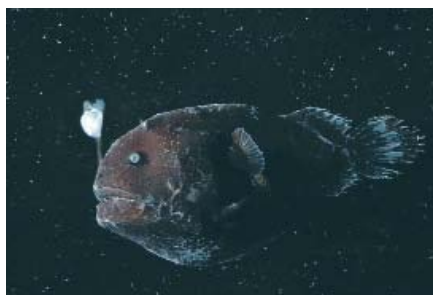


21. ábra. Az oxigénatom lumineszkálása

1188 és 633 nm hullámhosszú fénynek felel meg, az utóbbi éppen a vörös tartományba esik. A két gerjesztett állapot energia-különbsége pedig 558 nm, mely zöld fénynek felel meg. Nézzük csak meg a sarki fényről készült képet! Pont e két szint láthatjuk! De hogyan kerülnek az oxigénatomok, különösen gerjesztett állapotban, a légkörbe? Röviden csak annyit, hogy a napkitörésekből származó töltött részecskéket (elektronok, protonok, egyéb ionok) a Föld mágneses tere

ugyan jórészt távol tartja a Földtől, de a polusok közelében néha mégis be tudnak hatolni a légkörbe. Ezek a részecskék a légkör molekuláit, elsősorban a legnagyobb arányban jelen levő nitrogén- és oxigénmolekulákat felbontják, atomok keletkeznek, gyakran gerjesztett állapotban. A gerjesztett állapotok pedig a fent már tárgyalt módon, fény kibocsátása közben kerülnek alapállapotba. A zöldes és sötétpiros fény az oxigénatom már említett két átmenetéhez, a kék a nitrogénatom hasonló átmenetéhez, míg a rózsaszín fény a nitrogénmolekula egy átmenetéhez tartozik.

Összefoglalásul megadhatjuk a címbe li kérdésre a választ: a természet fényjelenségei mögött gerjesztett molekulák vagy atomok találhatók, melyek a kvantummechanika törvényei szerint véges élettartamúak, fény kibocsátásával kerülnek vissza

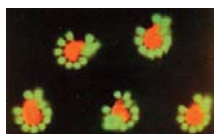


22. ábra. Lámpáshal

alapállapotba. Ha e fény a szemünk számára érzékelhető tartományba esik, megcsodálhatjuk a jelenségeket. És Boyle-nak is igaza volt: az oxigén nagyon fontos szerepet játszik e folyamatokban, de természetesen oxigén nélkül is lehetséges kemilumineszcenciát létrehozni.

E tudás birtokában adjuk át magunkat az élvezeteknek és csodálunk meg néhány szép képet! Számomra a leglenyűgözőbb a 22. ábrán látható lámpáshal: mint egy bányásznak, a feje előtt kis nyélen található

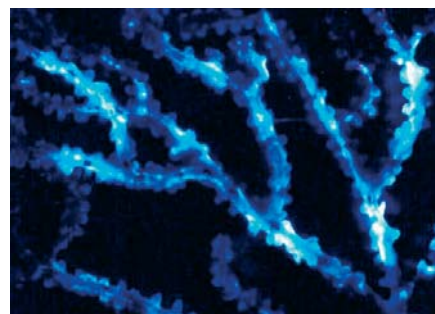
23. ábra. Vasútkukac



25. ábra. Nyíl kukac



26. ábra. Medúza



24. ábra. Bambuszkorall

lámpás világít. Már ez is csodálatra méltó jelenség, de ha még azt is figyelembe vesszük, hogy a lámpás nem a hal szervi része, hanem egy baktériumtelep, rendkívül elcsodálkozhatunk a természet hihetetlen összefüggésein. A 23. ábrán látható „vasútkukac” azért különleges, mert önmaga két különböző színű fényt bocsát ki. A korallok (24. ábra) és tengeri férgék (25. ábra) között is találunk világító fajokat. Végül a 26. ábrán egy világító medúza látható. Ez pedig a 2008. évi kémiai Nobel-díj kapcsán lett híres, mert testéből izolálták az FGP (fluorescent green protein) nevű fehérjét, mely segített a biológiai rendszerek megvilágítás hatására fellépő fluoreszcenciájának megértéséhez.

A cikk a Természet Világa 2009. novemberi számában megjelenő írás bővített változata, és előadás formában az ELTE Kémiai Intézet „Alkímia ma” című előadás-sorozatában hangzott el 2008 decemberében.

ÖSSZEFOGLALÁS

Szalay Péter: Szentjánosbogár, trópusi halak, sarki fény. Mi a közös a természet fénytűneményeiben?

A természet hihetetlen fénytűneményeket produkál. Ilyen a sarki fény vagy a szentjánosbogár is. A cikkben vizsgáljuk e jelenségek közös elméleti hátterét, a gerjesztett állapotok mibenlétét és azt, hogy mikor számíthatunk spontán fénykibocsátásra.

Történetileg egészen Boyle 1667-es kísérletsorozatáig nyúlunk vissza, és megmutatjuk, hogy teljes magyarázatra csak a kvantummechanika megjelenése után volt lehetőség. Mindezen ismeretek birtokában elemezzük néhány kemilumineszcenciás folyamat mechanizmusát. Érintjük azt a fontos kérdést, hogy biológiai rendszerekben mitől függ(het) a kibocsátott fény színe. A sarki fényvel kapcsolatban pedig megadjuk azokat az atomokat/molekulákat, melyek a különböző színekért felelősek. Végül egy sor lenyűgöző képen csodálhatják meg az olvasók e jelenségeket.



Fórum a köz- és felsőoktatásról

Első hozzászólónk, Labancz István középiskolai tanár egy országos kísérletre invitálja kollégáit, valamint az elképzeléseit anyagilag is támogatni képes kémikusokat, vegyipari gyárak és vállalatok képviselőit. Mondanivalóját néhány, mindenki számára egyszerűen értelmezhető számadattal kívánjuk bevezetni. A 2009 áprilisában megjelenő lapszámunkban beszámoltunk az OKNT természettudományos tantárgyak helyzetét vizsgáló ad hoc bizottságának munkájáról. A bizottság tagjai által szerkesztett kérdőívet 334 általános és középiskolai kémia tanár töltötte ki. A válaszadók mintegy 65%-a esetében nincs az iskolában kémia szakkör, 52%-uk esetében pedig még időszakos versenyfelkészítés sincs. Ez nyilván szoros összefüggésben van azzal, hogy a kollégák 43%-a sohasem, 34%-a pedig csak alkalmanként kap anyagi juttatást a tanórán kívüli tevékenységeiért. Tudjuk, a tagozatos, fakultációs órák és a célirányos érettségi felkészítők tematikája kötött, ezért nem (vagy csak elenyésző mértékben) adják meg a diáknak az önálló kísérletezés, kísérlettervezés, az igazi „kutatómunkába” való belekóstolás pótolhatatlan élményét. Ezzel együtt pedig a tanárkollégák sem kapják meg azt a feltöltődési lehetőséget, amit az ilyen alkalmakkor a diákokkal együtt szerzett közös sikerélmény adhat.

Mérhetetlen cinizmus lenne a kémiaoktatás túlélési esélyeinek latolgatásakor egyedül arra alapozni, hogy a kémia tanárt a jelleme, a képzettsége, a tapasztalatai úgyszólván a tudás továbbadására predesztinálják, és ezért minden körülmények között mindent el fog követni. Mint tudjuk, ebben sok igazság van, és hálás köszönet érte minden kitartó erőfeszítést, de nem tisztességes olyan mértékben visszaélni a tanárok hivatástudatával, mint ahogy az az utóbbi időben történik. A ridegségig racionális, az alapvető erkölcsi ér-

tékeket gyakran megkérdőjelező és elsősorban anyagi érdekek által mozgatott világunkban felnevelt (felnevelő?) fiataljaink közül pedig egyre kevesebben választják azt a kívülről gyakran kilátástalan szélmalomharcnak tűnő foglalkozást, amit manapság kémia tanári pályának nevezünk.

Nekünk, kémikusoknak, kémia tanároknak nemcsak elemi gazdasági érdekünk, de erkölcsi kötelességünk is, hogy mindenki a maga eszközeivel harcoljon a szakmai utánpótlásunkért és a kémia megbecsültebb helyéért a magyar társadalomban. Elvárjuk, hogy a tanár időről időre újra és újra csillogtassa meg a gyerekek szemét. A közoktatásban ismeretlen nagyságrendű összegek fölött rendelkező vegyipari vállalatok, gyáraink vezetői pedig (úgy, ahogy erre korábban, és jelenleg is folyamatosan nagyon sok pozitív példa van!) segítsék és anyagilag is szponzorálják a tanárok tehetséggondozó, jövőépítő munkáját. Tudjuk, nem a vállalatok és cégek dolga lenne, hogy ezt a tevékenységet finanszírozzák, hanem az államé (hiszen ezért viselik/viseljük a különféle súlyos adóterheket). Azonban a tanártól sem várható el, hogy ingyen tanítson. Márpedig nem hunyhatunk szemet afölött, hogy ez a mai magyar valóság. Tehát addig is, amíg a tantervekre vonatkozó országos erőfeszítéseink eredményre vezetnek, érdemes volna a magunk háza táján szénézve mozgósítani tartalékainkat. Ezért kérjük, hogy akinek módjában áll szponzorálni az alábbi cikkben leírt „kísérletet”, legyen szíves elektronikus üzenetben felvenni a kapcsolatot a szerzővel. Sikeres megvalósítás esetén ezzel (a kidolgozott és a tanárkollégák számára interneten elérhetővé tett tananyagokon keresztül) valóban országos hatás elérését segítheti.

Szalay Luca

Labancz István

■ Kecskeméti Református Gimnázium | refgimi@reformatus-kkt.sulinet.hu

Az 576. kísérlet

Mi, akik elkötelezett hívei vagyunk a kémiának s oktatásának, tudjuk, hogy ez egy kísérletes tudomány, illetve az iskolákban kísérletes tantárgy. A kísérletek – épp az előbb említett két szinten – céljukban elválnak egymástól.

A kutató – akinek életformája a kémia – azért végzi kísérleteit, hogy előfeltevéseit igazolja vagy elvessze. Minden esetben ott munkál tevékenységében *valamiféle – a kollektív tudás határán túli – izgalom*. Az ilyen kísérletek sorát nevezzük kutatásnak.

A tanár – akinek életformája a kémia oktatása – szintén végez kísérleteket. Ám az ő kísérletei merőben mások. Hiszen ő már sokszor elvégezte az ismert eredménnyel járó műveletsort. Nála a fent említett izgalom nem jelentkezik.

Mi hát az ő kísérleteinek célja? Mindnyájan tudjuk: az, hogy felkeltsen a gyerekekben *valamiféle – az egyéni tudás határain túli – izgalmat*. S ha ez megvan, a biológia, a kémia és a fizika furcsa játékaként (hiszen nagy játékosokról van szó!) megcsillognak a szemek a tanítási órán. Az ilyen kísérleteket nevezzük demonstrációs kísérletnek.

Rózsahegyi Márta és Wajand Judit sok évvel ezelőtt megjelent szép gyűjteményes kötetében található 575 kísérlet a kémia tanításához. Egyben ez könyvük címe is. Az alább leírt **ötszázhetvenhatodik kísérlet** demonstrációs, hiszen eredményét tudjuk, s valahol az előző 575-ről, illetve a természettudományos műveltség honi katasztrófális állapotáról és a pedagógiáról szól.

Íme a „recept” (nem a szokásos sorrendben):

A kísérlet célja:

Annak bizonyítása, hogy a természettudományi tantárgyak oktatásának a kimenetet meghatározó szűk keresztmetszete a lehetőségek „szükségének”, s nem a mai gyerekek érdeklődésihiányának vagy a pedagógusok kompetenciahiányának eredménye.

A kísérlet leírása:

Helyszín: a Kecskeméti Református Gimnázium egy kb. 35 m²-es helyisége, mely csak a neve szerint kémiai laboratórium.

a) Rendezzük be ezt a helyiséget jól felszerelt 12–13 fős középiskolai laborrá!



b) A gimnázium tanárai (szisz)tematikusan gyűjtsenek össze kémiai és biológiai kísérleteket, s dolgozzák ki elvégzendő laboratóriumi feladatként, majd töltsék fel ezeket az iskola honlapjára évfolyamonkénti bontásban, javasolt elvégzési sorrenddel!

c) A tanulók otthon tanulmányozzák ezen kísérletleírásokat, s interneten keresztül foglaljanak maguknak laboridőt a következő napra!

d) A hét négy napján délután kettőtől ötig legyen laborélet, miután a szaktanár meggyőződött arról, hogy a jelen lévő diákok felkészültek az általuk kiválasztott kísérletből!

Magyarázat:

Tudjuk nagyon jól, hogy ma a gyerekek jelentős része

- nem tudja, mi az égés;
- nem tudja, hogy a tömeg megmarad;
- nem tudja, mi a különbség a forrás és a párolgás között;
- nem tudja, mi a szűrés alapja;
- nem tudja, mi a sűrűség stb.

A kérdés csak az, hogy mikor nem tudják ezeket. Az általános iskola alsó tagozatában? Vagy a középiskolában érettségi előtt? Esetleg később sem?

A sort ismerjük: a gimnázium eredményessége megalapozza az egyetem eredményességét, s az egyetem eredményessége megalapozza az ipar eredményességét, az ipar ered-

ményessége pedig megalapozza az ország eredményességét. (Mindannyian hallottuk már a tanmesét is a patkószög elvesztésének következményeiről.)

A Minőség annál erősebb gyökerű, minél korábban kezdik csíráztatni. Ennek egyik lehetősége az **ötszázhetvenhatodik kísérlet** elvégzése.

- Ha a gyerek órákat tölthet a laborban, miközben ő maga „manu facere” dolgozik;
- ha a gyerek kérdéseket mer megfogalmazni egy oldott légkörű együttlét alatt;
- ha a gyerek válaszokat kap a feltett kérdéseire;
- ha a gyerek látja az idősebb társait, amint ők már bonyolultabb kísérletekkel foglalkoznak;
- akkor menthetetlenül neki is életformájává válik a gondolkodás, a kémia és a biológia;
- akkor nem az utcán lóg, hanem felnőtt felügyelete mellett tölt minőségi időt;
- akkor tettünk egy kis lépést előre.

Az **ötszázhetvenhatodik kísérlet** Minőségre nevelés, természettudományos oktatás, rendszeres munkára szoktatás, dropprevenció, pályaorientáció... röviden: **pedagógia**.

Az **ötszázhetvenhatodik kísérlet** elvégzéséhez elsősorban motivált, érdeklődő tanulókra van szükség. Ezt tudjuk biztosí-

tani. A Kecskeméti Református Gimnázium 122 fős tizenegyedikes évfolyamából 27 fő jelentkezett kémia fakultációra ebben a tanévben.

Időszükséglet:

Az **ötszázhetvenhatodik kísérlet** elvégzése több évet vesz igénybe, s csak folytatni lehet, befejezni vagy abbahagyni nem.

Eszközsükséglet:

- laborbútorok;
- laboreszközök;
- néhány mérőműszer;
- laptop.

Anyag(i)sükséglet:

A szaktanárok óradíja a kísérlet ideje alatt (l. Időszükséglet).

Amennyiben szeretne ebben a kísérletben részt venni,

- mert érdekli;
- mert lehetősége van segíteni;
- mert örökre fogadná az **ötszázhetvenhatodik kísérletet**;
- mert szeretné látni, hogy a biológia, a kémia és a fizika furcsa játékeként (hiszen nagy játékosokról van szó!) megcsillannak a szemek;
- akkor Önt keressük. Hiszen ma Magyarországon egy ilyen kísérletet önerőből nem tud lebonyolítani egy gimnázium. ●●●

Dr. Kónya Józsefné Emlékpályázat

A Magyar Kémikusok Egyesületének Hajdú-Bihar megyei szervezete és Debrecen Megyei Jogú Város Polgármesteri Hivatal Oktatási Osztálya által kiírt emlékpályázat díjkiosztó ünnepségére 2009. június 10-én került sor a debreceni MTESZ Székházban.

Az Általános iskolások kategóriában 28 dolgozat érkezett be. A 4000 Ft-os kiemelt különdíjat (Dr. Kónya József felajánlása) Balla Ádám (Árpád Vezér Általános Iskola) kapta meg. Tanára: Maluska Lajos.

A Középiskolások kategóriában 47 dolgozat érkezett be. A 6000 Ft-os kiemelt különdíjat (Dr. Kónya József felajánlása) Pénzes András (EGT Vegyipari és Környezetvédelmi Szki.) kapta. Tanára: Bárány Zsolt Béla.

A helyezettek névsorát az MKE honlapján (www.mke.org.hu) találják meg. Gratulálunk a díjazottaknak és külön köszönetet mondunk az őket felkészítő tanároknak.

A különdíjasok munkáját alább olvashatják.

Tanárok és tanítványok



Díjkiosztás után



Küöldíjasok





Balla Ádám

A Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centrumában működő Agrokémiai és Talajtani Tanszék főbb kutatómunkájának bemutatása

A világ egy veszélyes hely, nem azok miatt, akik gonoszságokat követnek el, hanem azok miatt, akik ezt tétlenül nézik.
(Albert Einstein)

Azért választottam ezt a témát, mert a kutatólaboratóriumban dolgozik édesanyám, akit a munkahelyén már sokszor meglátogattam. Ő mesélt sokat a munkájáról és ez felkeltette érdeklődésemet a növény- és talajvizsgálatokkal, növénytáplálási kísérletekkel kapcsolatos munkák iránt.

A Debreceni Egyetem Agrár- és Műszaki Tudományok Centrumában működő Agrokémiai és Talajtani Tanszék a növények táplálásával, a különböző növényi tápanyagok talajra, növényre kifejtett hatásának vizsgálatával foglalkozik.

Mindenekelőtt bemutatnám, miből állnak és mivel táplálkoznak a növények.

A növények kémiai összetétele

A növények *vízből és szárazanyagból* állnak (**1. ábra**). A víz életlani jelentősége alapvető. A növényekben a víz szállítja a tápanyagokat, kialakítja a turgort, ezenkívül hőszabályzó szerepe van. A víz csökkenése akadályozza a legtöbb anyagcsere-folyamatot.

A növények *szárazanyag-tartalma* a levegő CO_2 -jából, a felvett vízből és ásványi sókból képződik. A növény a szárazanyag-tartalmának kb. 88%-át, tehát tömegét tekintve szárazanyag-tartalmának túlnyomó részét a levegőből veszi fel. A talajból többféle, de sokkal kisebb tömegű alkotórész kerül ki.

A szárazanyag 42–45%-a szén, 40–42%-a oxigén, 6–7%-a hidrogén és 2–8 %-a egyéb elem (N, P, K stb.).

Másképp csoportosítva, a szárazanyag 80–90%-át szerves vegyületek, 10–20%-át szervetlen vegyületek alkotják. A növények fontosabb szerves vegyületei a szénhidrátok, fehérjék, zsírok, olajok.

A szénhidrátok közül az édes ízű cukrok a gyümölcsökben (szőlőcukor, gyümölcscukor), cukorrépában (szacharóz) találhatók meg nagyobb mennyiségben, míg a nem

édes ízű keményítő a gabonafélékben (ezért hízal a kenyér!), a cellulóz a rosnövényekben van kiemelkedő mennyiségben.

A pillangósnövényeknek (bab, borsó, szója) magas a fehérjetartalma, míg a napraforgót, repcét kiemelkedő olajtartalmuk miatt termesztik.

A szárazanyag szervetlen vegyületei, hamualkotói a növényi sók és a fém-oxidok. A hamuelemek lehetnek a növényeket tápláló elemek, pl. P, K, Ca, Mg, S, Fe, B, Mn, Cu, Zn, de lehetnek káros, mérgező tulajdonságú elemek is, pl. Al, Hg, Cr, Pb.

A növények tápláléka

Az élethez a Földön, ahol megfelelő hőmérséklet és fény van, még víz és tápanyag kell, ezt mindannyian tudjuk. Az szárazföldi élet számára ez a tápanyagforrás alapvetően a talajban található – a növények számára közvetlenül, az állatvilág és az ember számára pedig közvetett módon, a növények elfogyasztásán keresztül.

Növényi tápelemnek nevezünk minden olyan kémiai elemet, mely a növényi élethez (növekedéshez, fejlődéshez) szükséges,

hiánya esetén a növény növekedésében, fejlődésében zavar keletkezik, funkciójában más kémiai elemmel nem helyettesíthető, fontos életlani folyamatokban vesz részt.

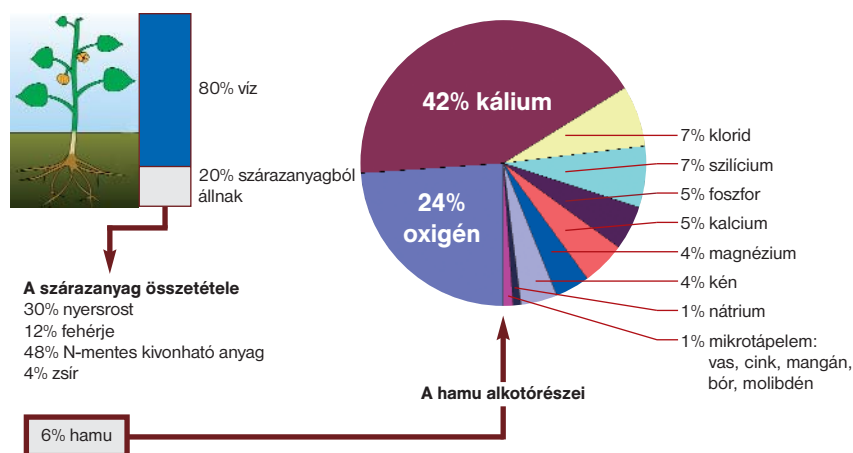
A tápelemeket legtöbbször aszerint csoportosítjuk, hogy milyen mennyiségben szükségesek a növények számára, milyen mennyiségben fordulnak elő a növényben. Makroelemeknek nevezzük azokat (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S), melyek a növények szárazanyagában nagyobb mennyiségben fordulnak elő, mint 0,1%. Mikroelemeknek pedig azokat az elemeket nevezzük (Fe, Mn, Zn, Cu, Mo, B), melyek a szárazanyagban nagyságrendekkel kisebb mennyiségben fordulnak elő, mint 0,1%. Ha bármelyik tápelem hiányzik az életfunkciók működéséhez, veszélyeztetheti a növény életét is.

A hiányra a növényen jelentkező különféle tünetekből következtethetünk. Közülük talán leggyakoribb a sárgulás, de foszfor hiányában az idősebb levelek a növényen pirosas színűvé válhatnak.

A növények a tápelemeket a levegőből (CO_2), illetve a talajból veszik fel.

A talaj egy három fázisból álló rendszer. Mindhárom halmazállapot megtalálható

1. ábra. A növények kémiai összetétele





benne: a szilárd fázis (a tápelemek raktára), a folyadékfázis (a talajadat), és a gázfázis (a talajlevegő). A növények a gyökereiken keresztül a talajoldatból veszik fel a tápanyagokat. Jelenleg a talaj természetes tápanyagszolgáltató képessége (ami önmagában is ugyanolyan csodálatos dolog, mint maga az élet), már nem elég céljaink eléréséhez. A megfelelő minőségű és mennyiségű növényi termék előállításához a talaj tápanyagtartalmát külső forrásokból (műtrágya, szerves trágya) kell pótolnunk, növelnünk.

Hogy erre képesek legyünk, hogy helyesen trágyázzunk (mikor adjunk, mit adjunk és mennyit adjunk), ahhoz meg kell ismerni az egyes tápelemeknek a szerepét a növény életműködésében. Természetesen egy-egy tápelem nem csupán egyetlen folyamatban vesz részt, és aki valaha foglalkozott növényélettannal, az tudja, milyen bonyolult és összetett folyamatok játszódnak le a növény élete során, és ugyanazzal a tápelemmel milyen sok helyen találkozhatunk az életfolyamatokban.

Példaként mutatjuk be három makroelem (nitrogén, foszfor, kálium) növénybeli szerepét. Meg kell azonban említeni, hogy nem ez a három tápelem a legfontosabb a növénynek. Bármelyik fentebb említett tápelem egyaránt fontos, bármelyik hiánya zavart okozhat a növény fejlődésében.

Nitrogén. Nélkülözhetetlen része a fehérjéknek, így a vegetatív részek növekedésében és a termésképzésben van alapvető szerepe. Része az örökítőanyagoknak is.

Sokan a legfontosabb tápelemnek gondolják, és tényleg nagyon látványos hatása van a nitrogéntrágyázásnak. A növények különösen a vegetatív növekedés kezdeti szakaszában érzékenyek nagyon a hiányára.

Mindebből következik, hogy hiánya a növekedés lelassulásával jár, a növény elhalványodik, sárgul és elhal. Mivel a növekedés érdekében a növény a nitrogént a fiatalabb részekhez szállítja, a sárgulás először az idősebb leveleken jelentkezik.

Foszfor. Ez a tápelem szinte minden anyagcserefolyamatban fontos szerepet tölt be. Nélkülözhetetlen a szintézisfolyamatokban, a termésképződés fontos eleme. A nitrogénnel ellentétben a foszfor a magvak fejlődését segíti elő, azt gyorsítja. Ez azt is jelenti, hogy szerepe a termés mennyiségében és minőségében is jelentős.

Mégis az energiaháztartásban, a növény „energiaellátásában” betöltött szerepe a legismertebb. Ebből a szempontból a magok energiatartalékként a csíranövény energiaellátása is a foszforhoz kötött.

A foszforhiány-tünetek alapvetően az idősebb leveleken jelentkeznek látványosan, pirosas elszíneződéssel.

Kálium. Legismertebb hatása a növények vízháztartásának szabályozása. Nagyon fontos ahhoz, hogy a légcsere nyílások lezárása jól működjön, tehát csökkenti a párolgatás intenzitását, ugyanakkor növeli a gyökerek vízfelvívő képességét. A káliummal jól ellátott növények fagyűrő képessége is sokkal jobb.

Ismert a kálium szárszilárdító hatása is, mert elősegíti a vastagabb sejtfalak kifejlődését, és ezáltal nő a betegségekkel szembeni ellenálló képesség is.

A tápanyag–növény–talaj rendszer vizsgálata

Az Agrokémiai és Talajtani Tanszéken folyó kutatások a növényi tápelemek növényre,

talajra gyakorolt hatásának vizsgálatával kapcsolatosak.

A kutatók azt vizsgálják, hogy a talajhoz kevert tápanyagok, műtrágyák (N, P, K stb.) szerves trágyák, baktériumtrágyák milyen hatással vannak a talaj növény által felvehető tápelemtartalmára, továbbá a talajon termesztett növények összetételére, tulajdonságaira.

A vizsgálatokat többnyire a tanszékhez tartozó tenyészedenyéházban végzik. Itt termesztik a növényeket.

A vizsgálandó talajból adott mennyiségeket (néhány kg) edényekbe mérnek. A talajhoz – az edénybe való töltése előtt – hozzákeverik a tápanyagot, aminek a hatását vizsgálni akarják. Az edényeket az erre a célra készült kocsikon tartják. Minden edénybe belevetik a növény magjait, majd kikelés után egyenlő töszámra ritkítják azokat. Az edények talajait mindennap súlykiegészítés alapján desztillált vízzel megöntözik (2. ábra). A kocsikat éjjel és eső esetén tető alá tolják, hogy csapadék (s így kívülről jött egyéb szennyező, ill. tápanyag) ne kerülhessen az edények talajaiba.

A növényeket teljes kifejlődésig nevelik. A növény a talajból – és a talajhoz kevert tápanyagból – táplálkozva fejlődik, építi fel saját szervezetét.

A talajhoz kevert műtrágyák hatása sokszor már szabad szemmel is megfigyelhető a növényeken. Bár a fentiekben ismertetett okok miatt a növényeknek mindenképpen szükséges a tápelemek mesterséges pótlása, adagolása, a nem megfelelően kiválasztott és alkalmazott műtrágya károkat is okozhat.

A 3. ábrán jól látszik, hogy egy homoktalajon adagolt, rosszul megválasztott mű-

2. ábra. A tenyészedenyőket naponta mérlegeléssel adott súlyra öntözik



3. ábra. A nem megfelelően alkalmazott NH_4NO_3 műtrágya káros hatása a sárgarépa fejlődésére





trágya nemhogy segíti, hanem gátolja a növény, a sárgarépa fejlődését.

Az egyik legelterjedtebb nitrogéntartalmú műtrágyánk, az NH_4NO_3 alkalmazása savanyú homoktalajon annyira lerontotta a sárgarépa termesztési körülményeit, hogy a répa, mielőtt beérett volna, ki is pusztult.

Nemcsak növénytermesztési szempontból, hanem a környezetünk védelme szempontjából is nagyon oda kell figyelnünk arra, hogy mikor, mennyi és milyen műtrágyát adagolunk. A helytelen műtrágyahasználatnak ugyanis számos káros következménye lehet.

1. A nem megfelelően megtervezett műtrágyázás esetén a talaj teljes mértékben elsavanyodhat.

A savanyodás következményei lehetnek:

- a fák kipusztulnak, vagy károsodnak, illetve a betegségekre fogékonyabbak lesznek;
- a tavak elsavanyodnak – pl. Svédországban 20 000 tó savanyodott el, minden ötödikből kipusztultak a halak, Kanadában 50 000 tó sérülékeny élővilágát érinti a folyamat;

- a nagyvárosok lakossága szenved a savas füst és porszenyyezés hatására kialakuló szív- és légzőszervi betegségektől;

- épületek károsodása, fém szerkezetek korróziója stb.

2. A nitrogénműtrágyák túlzott mértékű használata következtében elnitrátosodhat a talajvíz, megnövekedhet a növények nitrát-tartalma.

A kimosódó tápanyagok vizeinkbe jutva a vízinövények elszaporodása útján a természetes egyensúly felbomlását, sőt halpusztulást is okozhatnak. Szerves anyagban szegény talajon semmi sem akadályozza



4. ábra. Mocsarasodás folyamata

meg a nitrogén talajvizekbe, onnan pedig folyó- és állóvizekbe, ásott kutakba, ivóvízbe jutását, ahol nitrát formájában akár halálos csecsemőmérgezést is okozhat. A nitrát, illetve a belőle keletkező nitrit ugyanis az emberi vérbe jutva a vérből, illetve a vér hemoglobinjából (vörös vértest) az oxigén ki-szorításával csökkenti a testszövetekhez szállított oxigén mennyiségét, így okozhat lég-szomjat, végső soron fulladást.

A nitrát, illetve az élő szervezetben belőle keletkező nitrit mérgező hatásának másik oka, hogy rákkeltő anyagok keletkezhetnek belőle, így mindenképpen kerülendő, hogy olyan ételmiszert fogyassunk, vagy olyan vizet igyunk, amelyben az egészségügyi határértéket meghaladó mértékben jelenik meg a nitrát. Különösen a rövid tenyészidejű zöldségféléink leveleiben, termésében (fejessaláta, spenót, karalábé, sárgarépa, paradicsom) halmozódhat fel nagymértékben ez a veszélyes ion.

3. A felszíni vizekbe mosódó műtrágyaalkotók a vizek láposodását, mocsarasodását okozhatják.

Eutrofizálódás az a folyamat, melynek so-

rán az állóvizekben a tápanyag feldúsul, ezért elszaporodnak az elsődleges termelő szervezetek: fitoplanktonok, gyökerező hínár-, mocsári növények (4. ábra). Az eutrofizáció természetes és mesterséges tavakban egyaránt előfordul. Elsősorban foszfor- és nitrogénvegyületek okozzák. Ezek a szennyezők főleg emberi tevékenységből származnak, mezőgazdaságból, iparból és közlekedésből, és nem utolsósorban a háztartásokból.

Az említett veszélyek miatt fontos tehát a műtrágyák talajra, növényre gyakorolt hatásainak megismerése, a használatukkal kapcsolatos szabályok betartása.

A növény–talaj rendszerben végzett műtrágyahatás- és egyéb tápanyaghatás-kísérletek, a növény- és talajvizsgálatok segítenek a különböző műtrágyák hatásainak megismerésében, s így segítséget nyújthatnak a növénytermesztő emberek számára a fentebb említett veszélyforrások elkerülésére.

Növényvizsgálatok

A műtrágyázott talajon termesztett növényt minden tenyészedenyről betakarítják. Megméri az edényenként termett növények tömegét. Ezután 105 °C-on (kíméletesen 60 °C-on) szárítószekrényben szárítják a növényeket a víztartalom meghatározásához. A szárítás előtti és utáni tömegkülönbség adja a növény víztartalmát.

A szárítás után a további kémiai analízis céljából darálják a növéymintákat, vagyis a szárított növényt (a vízmentes részét!).

A szárazanyagot ezután tovább alakítják, vizes oldatot hoznak létre a növényi tápelemek meghatározása érdekében. Ez a folyamat a minta-előkészítés folyamata.

5. ábra. Emissziós lángfotométer. A fotométer segítségével a növények és talajok káliumtartalma határozható meg



6. ábra. Atomabszorpciós spektrofotométer. Segítségével a növények és talajok kalcium-, magnézium-, vas-, cink-, réz- stb. tartalma mérhető





Ezt kétféleképpen végezhetik attól függően, éppen milyen kémiai tápelemet akarnak megmérni a növényből. A minta-előkészítés történhet egyszerű *hamvasztással*, másrészt *nedves roncsolással*.

Száraz hamvasztás. A növényi szárazanyag 0,5 g-ját izzítótégelybe mérik, majd a mintát izzítókemencében 550 °C-on hamvasztják. A fehéres színű hamut sósavban oldják fel. Az így kapott oldatot (ami tartalmazza a hamuban megtalálható növényi tápelemeket, pl. P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn, Cu stb.) különböző műszeres analitikai módszerekkel vizsgálják. Például a foszfort *molekulaabszorpciós spektrofotométerrel*, a káliumot *emissziós lángfotométerrel*, a kalciumot, magnéziumot *atomabszorpciós spektrofotométerrel* mérik.

A hamuban nem található meg például a nitrogén, így annak a meghatározásához a másik minta-előkészítési módszer, a nedves roncsolás szükséges.

Nedves roncsolás. A növényi szárazanyaghoz ez esetben különböző savakat és oxidáló anyagokat, például kénsavat, hidrogén-peroxidot adnak, majd főzik az így kapott elegyet. A forralást addig folytatják, míg az oldat teljesen ki nem tisztul, a növényi mintából vizes oldat keletkezik.

Az így kapott oldatban mérhető formában megtalálhatók a növényi tápelemek, például a nitrogén, így ezeket is meg lehet határozni műszerek segítségével.

A növényekből létrehozott oldatok tápelemtartalmának megmérése segít megismerni a műtrágyák, szerves trágyák, egyéb talajhoz kevert tápanyagok növényekre gyakorolt hatását, a tápelemek koncentrációinak változását. A növények tápelemtartalmának változása igen fontos a tápértékük szempontjából is. Például a foszfor,

a kalcium a csontozatunk alkotóelemei. Nem mindegy tehát, milyen növényt fogyasztunk, mennyi például a P- és Ca-tartalmuk.

Talajvizsgálatok

A tenyészedényekben termesztett növények betakarítása után minden edényből talajmintát is vesznek. A mintákat légszárazra szárítják, majd szitálják.

Adott tömegű talajhoz híg sóoldatot (pl. 0,01 M CaCl₂-oldatot, KCl-oldatot) mérnek, majd bizonyos ideig rázatják az elegyet. A mintát ezután leszűrjük.

A szűrlet (a szűrőpapírról lecsöpögő vizes oldat) tartalmazza a sóoldat által talajból kivont tápelemeket. Ezt tekintik a növény által felvehető tápelemtartalomnak.

Az így elkészített talajkivonat tápelemtartalmának méréséhez műszerek segítségével megméri. Ez segít megbecsülni, hogy a növények az adott talajon a hozzákevert „anyag” hatására mennyi tápelemhez tudnak hozzájutni, azaz milyen hatása volt a talajhoz kevert műtrágyának, szerves trágyának stb. a talajra.

Az 5., 6., 7., 8. ábrán a laborban található néhány műszer (melyekkel a tápelemeket mérik) képe látható.

Záró gondolatok

A kutatók a talaj- és növényvizsgálatok segítségével következtetni tudnak a talajhoz kevert anyagok előnyös, hátrányos hatásaira. Fel tudják hívni a figyelmet bizonyos anyagok jó tulajdonságaira, használhatóságára. Ugyanakkor az esetleges veszélyforrásokra is figyelmeztethetnek.

Mivel a talajok eredetileg különböző mennyiségben tartalmaznak tápanyagokat, a kijuttatandó trágyamennyiséget a labo-

ratóriumi talajvizsgálatok alapján határozhatják meg.

A túlzott műtrágyázás ugyanis nemcsak főlegesen pénz pazarlás, hanem a termékenység is rontja, sőt a környezetet is igen súlyosan szennyezi.

A helytelen trágyázás elkerülése azért is nagyon fontos, mert világunkban egyre több a környezetünket érő káros hatás, egyre több a talajt, levegőt, vizeket szennyező anyagok mennyisége, egyre nagyobb az emberiséget fenyegető környezet- és természetkárosító hatások összessége.

Úgy gondolom, a társadalom minden tagjának, a felnőtteknek és a gyerekeknek is a maguk szintjén mindent meg kell tennünk a környezetünk megóvása, jobbítása érdekében!

Debrecen, 2009. április

Ezúton szeretnék köszönetet mondani az Agrokémiai és Talajtani Tanszék valamennyi dolgozójának, akik sokat segítettek és a sok hasznos információ átadásával lehetővé tették, hogy összeállítsam ezt a dolgozatot.

IRODALOM

- Römpp vegyészeti lexikon, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1983.
 Mezőgazdasági lexikon, Mezőgazdasági Kiadó, Budapest, 1982.
 Loch Jakab, Nosticzius Árpád, Agrokémia és növényvédelmi kémia, Mezőgazda Kiadó, Budapest, 1992.
<http://www.tankonyvtar.hu/main.php?objectID=5345804>
<http://www.webkerti.hu/kertpont/Novenyek%20taplakai.doc>
<http://www.talajrogzadalkodas.hu/content.php?content.37>
<http://www.eduline.hu/archiv/filefolder/2003-11-12-14-57-39/2005-05-26-10-07-05/agrokem001.doc>
<http://geo.science.unideb.hu/tajdokument/talaj/talajmintelm.doc>
<http://www.szennyviztudas.bme.hu/tartalom/eutrofiz%C3%A1l%C3%B3>

7. ábra. Molekulaabszorpciós spektrofotométer.

Ezen a műszeren a növényi és talajminták foszfor-, nitrát-, bór-, kéntartalma stb. mérhető



8. ábra. Ionkromatográf. A növényi és talajminták

szervetlen negatív iontartalmát, például klorid-, nitrát-, szulfát-tartalmát mérik ezen a műszeren





Pénzes András

Halálos mérge, vagy a hosszú élet titka?!

Acím rendkívül találó azzal az elemmel kapcsolatban, mellyel 2008 nyarán kerültem közelebbi kapcsolatba. A Balmazújvárosi Vízmű analitikai laboratóriumában az ivóvíz arzéntartalmát mértük. Számos kérdés felvetődött ekkor bennem, így utánanéztem egy-két dolognak. Az arzénről azt hallottam régen, hogy mérge, máshol pedig azt olvastam, hogy egyes vidékeken élnek arzénevők, akik az elemet teljesítménynövelő szerként használják. Erre a kettősségre próbáltam magyarázatot keresni.

A vízműben végzett kutatásaink eredményeit a KutDiák által szervezett TUDOK konferencián, valamint az „Elmondom hát Mindenkinnek” (a Debreceni Városi Könyvtár II. Diákkonferenciája) előadássorozaton is közöltük.

Az arzén a történelem folyamán fontos szerepet játszott, mivel „diszkrét mérge”. Manapság is sokat lehet hallani az arzénről, mert a világon sok olyan hely van, ahol ezzel a nehézfémekkel szennyezettek a vizek, a talaj és a levegő.

A periódusos rendszer V. főcsoportja 4. periódusának eleme a legrégebben elkülönített elemek közé tartozik, már jóval a nitrogén felfedezése (1772) vagy a foszfor elemi formában történő előállítása (1669) előtt ismert volt. Az arzén-szulfid és rokon vegyületeinek tulajdonságait az i. e. V. század óta jól ismerték mind az orvosok, mind pedig a hivatásos mérgekeverők, bár használatukat ma már egyik említett csoport sem ajánlja.

Az elem előállítását gyakran Albertus Magnusnak tulajdonítják (1193–1280), aki auripigmentet (As_2S_3) szappannal hevített, a név azonban az elem ősi származására utal: az arzén a latin arsenicum szóból, az pedig a görög arsenikon szóból származik. Ez utóbbi az *-on* végződés hozzáadásával a perzsa *az-zarnikh*, sárga auripigment kifejezésből ered (zar = arany).

Atomi paraméterek és fizikai tulajdonságok

Az arzénnek egy stabilis izotópja van, amely minden természetes forrásban 100% gyakorisággal fordul elő. Ennek következtében atomtömegét nagy pontossággal ismerjük. Elektronkonfigurációja $4s^2 4p^3$, kémiaiájának nagy részét ezen az alapon ér-

telmezni tudjuk. A nitrogén tulajdonságai alapján levont következtetéseket azonban néha módosítani kell (vagy éppen minde- nestől el kell hagyni), elsősorban azért, mert a nitrogénben nincsenek kis energiájú d pályák, ami megkülönbözteti a nehezebb „rokonaitól”.

Több allotróp módosulata létezik, bár az allotrópia nem olyan kiterjedt, mint a foszfor esetében. A három kristályos módosulata közül a közönséges szürke, „fémess”, romboéderes α -módosulat a legstabilisabb szobahőmérsékleten. Kovalens kötésű arzénatomok alkotta redőzött rétegekből áll, a rétegek merőlegesen helyezkednek el egymáson. Minden rétegen belül az egyes arzénatomoknak három legközelebbi szomszédja 251,7 pm távolságra van, az As–As–As kötésszög $96,7^\circ$. Minden arzénatomnak három távolabbi szomszédja is van, 312 pm távolságban, a szomszédos rétegben.

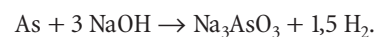
A kristályos arzén meglehetősen illékony, a szilárd anyag gőznyomása 615°C -on éri el az 101 kPa-t, jóval a 816°C -os olvadáspontja alatt. Gázfázisban az arzén négyatomos As_4 -molekulák formájában létezik, az As–As kötéstávolság 243,5 pm. Amikor az elem szublimál, sárga színű, köbös módosulat keletkezik, amelyben valószínűleg szintén As_4 -molekulák vannak, bár a szerkezetét egyelőre még nem határozták meg, ugyanis a vizsgálathoz használt röntgensugárnyalásban a kristályok elbomlanak. Az arzenolamprit nevű ásvány az arzén másik polimorf módosulata, az ϵ -As; feltehetőleg a „fémess”, ortorombos foszforral azonos szerkezetű.

A nyújthatóság hiánya, viszonylag nagy fajlagos ellenállása, amfoter jellege, valamint a fémek és nemfémek közötti köztes kémiai természete együttesen azt eredményezték, hogy az arzént a félfémekhez, nem pedig a „valódi” fémekhez sorolták be.

Kémiai tulajdonságok és változásai

Az arzén száraz levegőn stabilis, nedves levegőn azonban oxidálódik a felülete, narancs-bronz felületi hártva keletkezik, amely további érintkezés hatására fekete színű bevonattá változik. Levegőn hevítve szublimál és fokhagymaszagú, kifejezetten mérgező As_4O_6 -dá oxidálódik. $250\text{--}300^\circ\text{C}$ fölött a re-

akció során foszforeszcencia játszódik le. Oxigénben meggyújtva az arzén vakító fényű tetraarzén-hexaoxiddá (As_4O_6) ég el. A fémekkel arzenideket képez, fluorban lángra lobbant és arzén(V)-fluorid (AsF_5) keletkezik, míg más halogénnel csak arzéntrihalogenidek (AsX_3) képződnek. Az arzén nehezen lép reakcióba vízzel, lúgos oldatokkal vagy nem oxidáló savakkal. Ezzel szemben híg salétromsavval arzénessav (H_3AsO_3), forró, tömény salétromsavval arzénsav (H_3AsO_4), forró, tömény kénsavval pedig As_4O_6 keletkezik. Olvasztott nátriumhidroxiddal hidrogénfejlődés közben reagál:



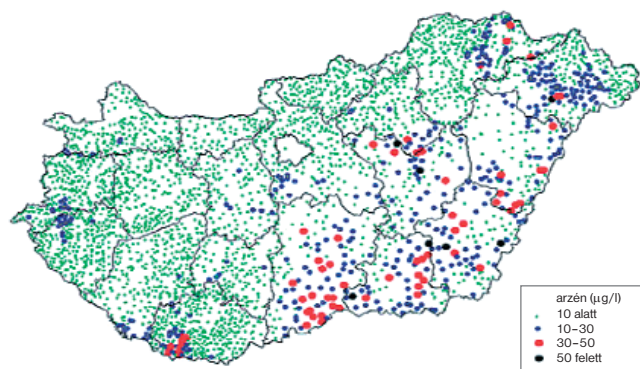
Az arzén jellegzetes tulajdonsága, amely közös a 3d átmeneti sorozat után közvetlenül következő, vele szomszédos elemekkel (pl. Ge, Se, Br), valamint ami az V. főcsoportban levő szomszédjaitól, a foszfortól és az antimontól megkülönbözteti, az, hogy nem szívesen képez +5-ös, azaz maximális oxidációs számú vegyületeket. Ebből következőleg az As_4O_{10} és a H_3AsO_4 oxidáló tulajdonságúak, az arzenátokat pedig a titrimetriás analízis során oxidálószerként használják.

A szulfidok kovalens heterociklusos molekulák, bár sztöchiometriájuk és szerkezetük különbözik a foszforvegyületekétől.

Gyakorisága, előfordulása és kinyerése

Az arzén nem gyakori a földkéregben, bár több olyan ásvány ismert, amelyben fő alkotórésznek számít. Az arzén az elemek gyakoriságának sorrendjében kb. középen helyezkedik el. Kalkofil elem, azaz a kalkogén (ércképző) elemekkel (S, Se és Te), nem pedig az oxidokkal vagy szilikátokkal fordul elő.

Az arzénásványok a világban széleskörűen megtalálhatóak, kisebb mennyiségben pedig már szabad elemet is találtak. A legismertebb ásványai közé tartozik a realgár (As_4S_4), az auripigment (As_2S_3) és a sandarach (As_2S_2), valamint oxidos ásványa, az arzenolit (As_2O_3). A vas, kobalt és nikkel arzenidjei és az ezekkel az elemekkel képzett egyes szulfidjai alkotják az ásványok másik csoportját. Idetartozik például a löllingit (FeAs_2), a szafflorit (CoAs_2), a nikkelin (NiAs), a rammelsbergit (NiAs_2), az arze-



Az ivóvíz arzéntartalma Magyarországon

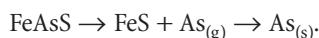
nopirit (FeAsS), a kobaltit (CoAsS), az enargit (Cu_3AsS_4), a gersdorffit (NiAsS), valamint egy kvarterner szulfid, a glaukodot [$(\text{Co}, \text{Fe})\text{AsS}$].

Ismertebb termőhelyei: Felsőbánya, Nagybánya, Oravica, Nagyság, Freiberg, Annaberg (Szászország), Joachimsthal (Csehország), Andreasberg (Harz).

Megtalálható a kőszénben, a kőolajban, a folyóvízben, az ásványvizekben. Az ivóvíz megengedett arzéntartalma $50 \mu\text{g/l}$. Megjegyzendő, hogy az egészségügyi világsszervezet (WHO) és az EU által ajánlott, jóval szigorúbb határérték $10 \mu\text{g/l}$. Az arzénos ivóvíz komoly környezeti probléma Magyarországon, jelenleg körülbelül 1,4 millió lakos fogyaszt ennél nagyobb koncentrációjú ivóvizet. A levegő arzéntartalma (európai átlag): 16 ng/m^3 .

A növények, így például a gabonafélék fitotoxikus hatásuk miatt viszonylag kevés arzént tartalmaznak. Állati szervezeteknél hasonló a helyzet.

Ipari mértékben elemi arzént FeAs_2 vagy FeAsS ásványból, levegő kizárásával, $650\text{--}700^\circ\text{C}$ -on megömlesztve, majd a szublimáló elemet kondenzáltatva állítanak elő:



A szulfidban maradt arzént levegővel pörkölik és közvetlenül vegyi anyagok előállí-

tására használják, vagy szénnel $700\text{--}800^\circ\text{C}$ -on arzénná redukálják. Az As_2O_3 nagy mennyiségben kinyerhető a dúsított réz- és ólomásványok megömlesztése során keletkező füstgázokban lévő szállóporból.

Ezeknek a műveleteknek a nagy léptéke miatt ez képviseli az arzén legfontosabb ipari forrását.

Felhasználás

Az 1980-as évek végéig az Egyesült Államok volt a „fehér arzén” (azaz As_2O_3) fő szállítója, ma azonban már teljes mértékben importból szerzi be az oxidot.

A világ termelése évek óta nagyjából állandó, kb. 52 000 tonna évente, fő előállítói Franciaország ($10\,000 \text{ t/év}$), Svédország ($10\,000 \text{ t/év}$), Oroszország (8000 t/év) és Kína (7000 t/év). A finomított oxid ára 1989-ben kb. 480 USD volt tonnánként, a kereskedelmi minőségű arzénfém (99%) kb. 2,20 USD/kg-ba került 1990-ben. A nagy tisztaságú (99,99%) arzén ára 45 USD/kg, a zónaolvasztásos tisztítási eljárással készült félvezető minőségű arzén pedig még ennél is drágább.

Az elemi arzént elsősorban az ólom, kisebb mértékben a réz ötvözésére használják. Kis mennyiségű arzén hozzáadásával javítani lehet az Pb/Sb-ötvözetből készülő akkumulátorlemezek tulajdonságait. Max. 0,75%-ban alkalmazva javítja a betűfém keménységét és önthetőségét, 0,5–2,0% mennyiségben javítja az ólomsörétek gömb alakját. A gépkocsik karosszériájának forrasztásához használt forrasztóólmot (92%), antimont (5,0%), ónt (2,5%) és arzént (0,5%) tartalmaz. Alumíniummal, galliummal és indiummal képezett vegyületei a III–V. cso-

portba tartozó félvezetők, amelyek között a GaAs és az InAs különösen értékesek, ezeket fénykibocsátó diódákban (LED), alagútdiódákban, infravörös fénykibocsátó eszközökben, lézeralakokban és Hall-effektuson alapuló eszközökben használják.

Az arzénorganikus vegyületek fiziológiai hatása

Általánosan elmondható, hogy az As(III) szerves származékai mérgezőbbek, mint az As(V) származékai.

Az arzéntartalmú gyógyszerek gyógyászati felhasználása Thomas 1905-ös felfedezésével kezdődött, aki rájött, hogy az „atoxyl” (amit először Béchamp állított elő 1863-ban) a kísérletben létrehozott tripanoszóma nevű betegség (azaz álomkór) gyógyítására alkalmas. 1907-ben Erlich és Berthelm kimutatta, hogy az „atoxyl” kémiaiailag nátrium-hidrogén-4-amino-fenil-arzenát. Ennek alapján a későbbiekben módszeresen továbbfejlesztették ezt a területet, különösen azután, hogy néhány arzéntartalmú gyógyszer hatásosnak bizonyult a szifilisz ellen. Ma már az ilyen kezelések idejétmúltnak számítanak, arzéntartalmú gyógyszereket azonban még mindig használnak az amőbás hasmenés kezelésére, az afrikai álomkórban, a késői neurológiai állapot enyhítése során pedig jelenleg még nélkülözhetetlenek.

Egyéb arzénvegyületek élettani hatásai

Az arzén mindenütt előforduló elem, amely kis mennyiségben állandóan bejut a szervezetbe és főleg a bőrképletekben, májban és egyéb szervekben mutatható ki.

Az elemi arzén oldhatatlan. Az arzén-trioxid (As_2O_3) és arzén-pentoxid (As_2O_5), valamint ezek sói, az arzenitek, illetve arzenátok vízzoldékonyak. Az arzén-trioxidot terápiás célra használták.

Jól ismert arzénásványok: arzenolit, auripigment és realgár





Az arzén-trioxid a fogpulpában (fogbél) alkalmazva 1–2 napon belül nekrozist okoz, mivel bénítja a hajszálerek falát, és ezekben a plazma kiáramlása miatt a vér annyira besűrűsödik, hogy a keringés megáll; ma már nem használják, mivel a pulpába helyezett arzén szét diffundál és alveoláris nekrozist idézhet elő. A korneát, amely hajszálereket nem tartalmaz, az arzén kevésbé károsítja, mivel nem közvetlenül mérgezi a protoplazmát.

Az arzén csökkenti az anyagcserét. Gátolja a tireotrop hormon (pajzsmirigyre ható hormon) termelődését, és közvetlenül is csökkenti a sejt lélegzést. A néhány héten át kicsiny arzén-trioxid-adagokkal kezelt nyulak meghízhatnak, csontjaik hosszabbá, tömöttebbé válnak, szőrzetük fénylő lesz, a bőr alatti és a hasüregi zsírraktárak megretnek.

Ez a jellegzetes roboráló hatás, amely annak következménye, hogy kis dózis arzén hatására az asszimiláció túlsúlyra jut a diszsimiláció felett, emberben is megvan. 6–8 héten át naponta néhány mg arzénrel kezeltéken a testtömeg-gyarapodás 8–10 kg-ot is elérheti. Roboráló hatását rekonvaleszcenciában, neuraszténiaiban használták fel régebben.

Az arzén-trioxidot tabletta vagy 1%-os bórxax segítségével készített oldat (Solutio arsenicalis) formájában orális kezelésre, önmagában, illetve sztrichninnel kombinálva (Strychnonin), injekcióban még ma is alkalmazzák.

Az arzén nagyobb adagokban erős mérreg. Lassan ürül ki a széklettel, illetve a vizezettel, ezért tartós szedés során kumulálódik, és jellemző lefolyású idült mérgezést okoz. Elektív módon képes a ciszteinben gazdag bőrképletekben (szaru, haj) felhalmozódni. E tulajdonsága alapján idült bőrbetegségekben (pl. lichen ruber planus, psoriasis, krónikus ekcéma) hatékony lehet.

Izgatja a csontvelőt, így a retikulociták számát a keringő vérben megnöveli; ezért valamikor anaemia perniciosában alkalmazták.

Az arzén és a fogkezelés

A fogfájás elmulasztására a középkorban Scribonius Largus már 1529-ben felforrósított fémtűt használt, amellyel az ideget kiégette, kauterizálta. E folyamat megsegítésére többféle anyagot is alkalmaztak, ezek az anyagok (kauterium potentiale) a közvetkezők voltak: ammónium-vegyületek, kénsav, lúpisz, az arzén különböző formái.

Az arzén fogászati felhasználása először 1836-ban Spooner ajánlására került a gyökérkezelés módszerei közé. Az arzén különböző formáinak alkalmazása során többben többfelét ajánlottak:

- fémarzént első ízben Müller használt 1880-ban;
- Dickinson 15–18 órát hagyja a lyukban;
- Langsdorf 1875-ben közvetlenül a fogbélre teszi, és csak 6–7 órát tartja rajta, amíg lobosodás nélkül elhal az ideg;
- 1887-ben Kirk pépjében arzénessavat, kokain-hidrokloridot, mentolt és glicerint kever össze;
- Braun később (1917) csak a moláris fogra alkalmazza;
- Moginier 1920-ban már szövettanilag vizsgálja a fémarzén által okozott elváltozást (pörkösödési és szövetelhalási folyamatot figyel meg a mikroszkóp alatt.);
- Witzel morfiumot elegyít fenollal, arzénrel és higany-klorid-keverékkel;
- mások tisztán használják az arzénessavat.

„Arzénevés”

Az arzénevés szokása a 19. században elterjedt volt, különösen tiroli és stájer pásztorok és zergevadászok körében abból a célból, hogy könnyen és nehéz lélegzés nélkül küzdjék le a hegymászás fáradalmait; fiatal leányok, asszonyok is gyakran rabjai e szokásnak, mert általa telt idomokra, fénylő szemekre és fénylő, feszes arcbőrre lehet szert tenni.

Leginkább a kénarzént (auripigment) használták, melyben körülbelül 10–20% arzénessav van. Az evést egész kis dózisokon kezdték, s apránként 40 grammig (tehát a halálos dózis sokszorosáig emelték), emellett igen magas életkort érthettek el; az arzén abbahagyása azonban veszedelmes elgyöngüléssel járt. Ezért az arzénevés-szenvedélyüknek továbbra is rabjai maradtak. Szokás volt továbbá a lovakat is arzénrel tartani, hogy kövérek és fényes szőrűek legyenek.

Arzénmérgezés

Az arzénmérgezés a gyakori mérgezések közé tartozik. Számos forrása lehetséges. A gyógyszerként szerencsére egyre ritkábban használt szerves és szervetlen arzénvegyületek medicinális mérgezést okozhatnak. Arzéntartalmú növényvédők szerek, gyomirtók, rovarirtók, patkánymérgek még a közel-múltban is hozzáférhetőek voltak (Magyarországon ezeket kivonták a forgalomból).

Szőrmék impregnálására, kitömött állatok konzerválására, a festékgyártásban használnak arzénvegyületeket. Így sokszor előfordulnak véletlen mérgezések, öngyilkosságok.

Miután az arzén nemcsak aránylag könnyen hozzáférhető, hanem emellett színtelen, szagtalan és krónikusan adagolva a mérgezés képe nehezen felismerhető, gyilkosságokra is gyakran használták. A szén és az ércek nagy része arzénrel szennyezett, ezért a szén égetésekor és a fémolvasztáskor nem elhanyagolható mennyiségű arzén kerül a környezetbe.

Az elemi arzén nem mérgező, vegyületei azonban számos enzimrendszert bénítanak, amelyek többségének működése szabad szulfhidril-csoportokhoz kötött. Minden arzénvegyület ilyen hatással rendelkezik, az egyes vegyületek aktivitása, bizonyos enzimrendszerek iránti relatív affinitása és általános farmakológiai tulajdonságai azonban eltérőek. Méregtani szempontból legfontosabbak a három vegyértékű arzénvegyületek (arzén-trioxid, arzénessav). Az öt vegyértékű arzént tartalmazó arzén-pentoxidból, illetve arzénsavból is három vegyértékű As keletkezik a szervezetben.

A legerősebb és leguniverzálisabb enzimbénítő hatással a rendkívül mérgező és bőrön át is könnyen felszívódó arzéntartalmú hólyaghúzó harci anyagok rendelkeznek, mint a klór-vinil-diklór-arzin. A különböző szulfhidril-csoport-tartalmú enzimrendszerek közül az arzén iránt különösen érzékeny a piroszólósav-oxidáz, a borostyánkősav-dehidrogenáz. Az arzén citotoxikus (sejtekre mérgező) hatása proliferáló szövetekben a legkifejezettebb. Különösen érzékenyek az embrionális szövetek, a ráksejtkultúrák és a vérképző rendszer.

A vízóldékony arzénsók a gyomor-bél huzam nyálkahártyájáról és egyéb nyálkahártyákról (tüdő) is könnyen felszívódnak. A vér arzéntartalma a felszívódás után gyorsan csökken, a szervek emelkedik. Kezdetben a gyomor és a bél fala, majd a parenchimás szervek tartalmazzák a legtöbb arzént, a végső raktározási helyek pedig a bőrfüggelékek és a csontok, ahol a mérge évekig tárolódik.

Az arzén nem csapja ki a fehérjéket, maró és különösebb helyi izgató hatás nélkül károsítja a szöveteket. Az arzén a leghatékonyabb kapillárismérge. Hatására a kapillárisok bénulnak, maximálisan kitágulnak, és faluk fehérjék számára áteresztővé válik. Ez vérnyomáscsökkenést eredményez, amit a továbbiakban még jobban fokoz az arteriolák, főleg a splanchnikus terület arterioláinak



bénulása. A gyomor–bél huzam kapillárisai különösen súlyosan károsodnak. Ez nem az orálisan bejutó arzén lokális hatásával függ össze, mivel a parenterálisan (pl. injekció, tapasz és nem szájon át) adott arzén, hasonló módon, extrém mértékű exsudációt okoz a béllumenbe, ami az akut mérgezésre jellemző rizslészerű széklet és cafatos nyálkahártya-leválás alapja.

Az arzén a vesekapillárisok, glomerulusok (hajszálérgomolyag) és tubulusok súlyos elváltozásait idézi elő. A glomeruláris erek kitágulnak, áteresztik a fehérjéket, a glomerulusok megduzzadnak, funkciójuk romlik. A tubulusok degenerációja, esetleg nekrozisa következik be. Mindez – a vérnyomáscsökkentéssel és exszikkózissal (kiszáradás) együtt – oliguriához vezet.

Az arzén kis adagokban elsősorban a katabolikus folyamatokat gátolja – ezen alapult tonizáló szerként való használata –, azonban az is a toxikus hatás, az általános enzimbénítás első fázisaként fogható fel. Az arzén okozta kezdeti testtömeg-gyarapodásban sem zárható ki toxikus tényezők szerepe (a kapillárisrészülésből fakadó látens ödémák), tartós bevitel pedig általános leromlást, kachexiát okoz.

Az arzén rákkeltő hatását emberen több tényező valószínűsíti. Arzéntartalmú kenőcsökkel kezelt psoriasisos (pikkelysömör) betegeken gyakrabban fordult elő bőrrák, és gyanús, hogy az Egyesült Államokban az olvasztómunkások között nagyobb gyakorisággal észlelt légzőszervi karcinómákban is szerepet játszik az arzén. Állatkísérletekben teratogén hatású, de az Ames-teszten nincs mutagén hatása.

A toxicitás nagymértékben függ a mérgezést okozó arzénvegyületek oldékonyaságától. Míg a nátrium- és kálium-arzenit jól oldódik, az arzén-trioxidból hideg vízzel csak 3%-os oldat, forró vízzel 10%-os oldat készíthető. Ezért a kevésbé diszpergált por formájában lenyelt arzén-trioxid kevésbé mérges, mint annak ugyanolyan mennyiségű tartalmazó oldata.

Az arzén iránti individuális érzékenység nagyon különböző. Érzékeny egyéneknek egyszeri és első adagként 60–120 mg halálos akut mérgezést okozhat, de sokkal nagyobb adagokat is túléltek.

Akut arzénmérgezés például porinhaláció útján jön létre. Kezdeti tünetek (fejfájás, szédülés, hányás) után hosszabb-rövidebb látencia következik, amely 3–4 óráig, de – orális mérgezéskor a gyomor teltségétől függően – akár 12 óráig is tarthat, majd csilapíthatatlan hányás, vizes kolerászerű hasmenés, exszikkózis, oliguria fejlődik ki, a vérnyomás hirtelen lezuhanása kollapszust

okoz, az agyi keringés zavara kómához vezet. A halál oka többnyire a sokk és súlyos agyi anoxia.

Terápia. A mérge egy része gyomormossással eltávolítható, aktív szén és MgO gátolja felszívódását (a magnézium-arzenit vízoldhatatlan vegyület). A terápia legfontosabb eszköze azonban a Dicapitol, amely alapelőször megváltoztatta a rendkívül súlyos mérgezés prognózisát. A tüneti terápia fő feladata a folyadékpótlás és a perifériás keringés támogatása.

A **krónikus arzénmérgezés** tüneteiben elhúzódó, sorvasztó betegségre (tumor, Addison-kór stb.) emlékeztet. A legfeltűnőbbek a bőr elváltozásai (szimmetrikus hiperkeratózis a talpon és a tenyéren, a fénynek kitett helyeken pigmentáció), a nyálkahár-



A bőr elváltozása a talpon

tyák kiszáradnak. A csontvelőártalom anémiát okoz (többnyire hiperkróm). Az akut mérgezéssel szemben a gasztrointesztinális tünetek mérsékeltek (étvágytalanság, hasmenés és székrekedés váltakozása). A kapillárisok bántalmát körülírt ödémák mutatják. Az idegrendszer károsodása polineuritist (bénulások, paresztéziák, érzékszervi egyidejű spontán fájdalommal) és pszichés degradációt okoz. A mérgezett kachexiában (alultápláltság) hal meg.

Terápia. A krónikus arzénmérgezés tüneteit, ameddig nem alakultak ki irreverzibilis elváltozások, Dicapitol-kúrával meg lehet szüntetni.

Az **arzén-hidrogén** (AsH_3) rendkívül mérges gáz, amely főleg laboratóriumokban, vegyi üzemekben keletkezik arzénrel szennyezett fémekből történő hidrogénfejlesztés kapcsán. 0,05 ml/m³, azaz 0,000005 térfogat% felett mérgező, 0,002 térfogat% 0,5–1 órás belélegzés, 0,03 térfogat% 5–10 perces belélegzés után halálos. Jellemzőnek tartott fokhagymaszagát a kísérő szennyezőanyagok okozzák, a kémiai tisztaságú arzén-hidrogén szagtalan.

A belélegzett gáz legnagyobb része a vörösvérsejtekben halmozódik fel, ahol a katalázaktiválást gátolja, és az ennek következtében felszaporodó peroxidok tömeges akut hemolízist okoznak.

A tünetek a belélegzés után 4–5 órás látenciával jelentkeznek lázroham, hemolitikus ikterusz, hemoglobinuria formájában. A halált anoxémia vagy hemoglobinuria következtében fellépő tubuláris elzáródás, urémia okozza.

Terápia. Dicapitol csak a hemolízis bekövetkezte előtt hatékony, a terápia egyébként tüneti (vérlecsóválás, transzfúzió, hemodialízis, O₂-belélegztetés, vesevédelem).

Az arzén szerepe a történelemben

Az arzén mérgeként már évszázadokkal ezelőtt ismert volt. Az írásos emlékek szerint az első arzénrel mérgezők a Római Birodalomban éltek. Agrippina azért kapott arzént Lacustától, hogy megmérgezze vele Claudiust, Néró pedig azért, hogy megmérgezze Agrippina fiát, Britannicust. Magyarországon is mérgezték arzén segítségével, valószínűleg így ölték meg II. Géza, III. Béla, III. Endre és Zsigmond királyaink is.

Egy másik arzénes gyilkosság, gyilkosságsorozat, amely 1929 nyarán pattant ki, a később „tiszazugi gyilkosságok” címen elhíresült ügy. 1929 áprilisában névtelen levél tájékoztatta a szolnoki ügyészséget, hogy egyesek légyapárból kiáztatott arzénrel mérgezik a rokonaikat. A mérge előállításában állítólag egy bábasszonynak volt döntő szerepe. A nyomban megindult csendőrségi nyomozás gyorsan haladt előre, mivel a feltételezett tettesek azonnal beismerték a terhükre rótt cselekményeket. Közrejátszott ebben az is, hogy tudomásukra hozták: az arzént évek múlva is ki lehet mutatni az elhaltak testében. A vizsgálatok nyomán oly nagy számú arzénes gyilkosságra derült fény, hogy a hatóságok visszariadtak a vizsgálatok végső eredményétől. A Nagyrev és Tiszakürt temetőiben elvégzett exhumálások nyomán 162 arzénrel meggyilkolt ember tetemére bukkantak. Ezt követően nem folytatták tovább a Tiszazug többi községében a vizsgálatot, hanem igyekeztek hamar lezárni az egyre kellemetlenebbé váló ügyet. A minél kisebb feltűnés érdekében a gyilkosságokat egymástól elkülönítve kezelték a bírósági eljárás során, ezzel is kisebbíteni próbálván az eset tényleges méreteit. A perek ilyenformán több évig elhúzódtak. Nem volt, nem lehetett azonban kétséges, hogy a Tiszazug körzetében arzénrel meggyilkolt emberek tényleges száma akár az ezres nagyságrendet is elérheti.

A nem teljesen előzmények nélküli gyilkolási gyakorlatot, mondhatni szokást, az 1880-as évektől elterjedő, arzént tartalmazó légyapár tette lehetővé. A 19. század végén



már napvilágra került egy ilyen bűnügy: Hódmezővásárhelyen követték el biztosítási csalás céljából. A Horthy-korban Tiszazug községein kívül máshol is bizonyították az arzénes gyilkosságok előfordulását: Békés, Csongrád, sőt a Dunántúlon Zala megyében is kipattant néhány hasonló emberölési eset. Általánosabb paraszti gyakorlatról van tehát szó, ami azért maradhatott oly sokáig rejtve, mert mind az elkövetők, mind pedig az áldozatok (akik időnként maguk is gyanították vagy tudták, hogy mi történik velük) mélyen hallgattak róla. Az áldozatok elsősorban csecsemők voltak. A csecsemőgyilkosságok ez esetben nem az egykerendszer fenntartását, hanem születésszabályozást szolgálták. Ezt jól mutatja az is, hogy olyan családokban, ahol így bántak egyes újszülöttekkel, már több gyermek volt a tett elkövetésekor. Az áldozatok további jellegzetes csoportját a nyomorék gyerekek, valamint a beteg és magatehetetlen, gondozásra szoruló felnőttek, kivált idős emberek alkották. Nagy számban találni közöttük háborús rokkant férfiakat. Ritkán olyan eset is kitűnődött, amikor szerelmi gyilkosság volt vagy lehetett a háttérben, és természetesen az sem kizárt, hogy az örökség mihamarabbi megszerzése érdekében tettek el láb alól ilyenformán idős, vagyonos embereket.

A gyilkosságok paraszti szokásként rögzültek a 19–20. század fordulóját követő években, évtizedekben: a tiszazugi per során kiderült legrégebbi arzénes gyilkossági eset 1911-ben történt. Nem csoda, ha helyben nyílt titok volt az arzén családon belüli gyilkosságok céljára való használata, ami élvezte a faluközösség hallgatólagoz jóváhagyását. Ezért folytathatták a zárt falusi közösségek hosszú időn át szinte teljesen zavartalanul e bűnös praktikákat.

A gyilkosságok rendszerint úgy történtek, hogy a légyapírból kiáztatott mérget négyhat alkalommal belekeverték a kiszemelt áldozat ételébe – csecsemők esetében egyszer is elegendő volt az arzént a szervezetbe juttatni a kívánt cél elérése érdekében. S bár a felnőtt áldozatok többnyire tudtak, vagy tudhattak a dolgról, senkinek sem panaszkodtak miatta (még az orvosnak sem, akivel pedig olykor találkoztak), és lényegében belenyugodtak a közösség által megszentelt szomorú sorsukba. A bűnök elkövetői kivétel nélkül asszonyok voltak. Ők tárgyaltak a bábával, ők adagolták a mérget, bár csecsemők esetében olykor a férjek is tudtak a tettről, s rendszerint jóváhagyták. Feleséggyilkosságra soha nem derült fény, annál gyakrabban voltak a férjek az áldozatok között. A motiváció a csecsemőgyilkosságok esetében, ahogy említettük, a szü-

letésszabályozás volt. A születésszabályozás ez időben olykor falun is jelentkező vágya és törekvése ugyanis nem, vagy nehezen volt megoldható, így „kézenfekvőnek” tűnt a csecsemőgyilkosságok régire visszanyúló hagyományának felelevenítése. Városokban, kivált Budapesten az orvosok által végzett tiltott abortusz ekkoriban a gyerekszám korlátozásának legmegszokottabb módja; faluhelyen a baba játszotta e téren a főszerepet, aki olykor még az arzénes gyilkossághoz is segédkezett nyújtott szülőknél.

Más volt a helyzet a felnőttek kárára elkövetett mérgezőes gyilkosságok esetében. Az áldozatok itt kivétel nélkül olyanok voltak, akik már vagy még súlyos terhet jelentettek családjuknak, nem hajtottak semmi hasznát, ugyanakkor eltartásra (gondozásra) szorultak. Különösen így volt ez a nyomorék és beteg gyerekeknel, nem egy esetben a felnőtteknel is. Az öregeket illetően sokat nyomott a latban, hogy a földvagyton átörökítésére rendszerint csak az örökhagyó halála után került sor, ami megátolta az örökösök saját egzisztenciájának időbeni megalapítását. Minden bizonnyal ez volt, ez lehetett sok arzénes gyilkosság tényleges mozgatórugója. Az öregekről történő gondoskodás paraszti gyakorlata vált ilyenformán a gyilkosságok fő okává. Olyan vidékeken „kaptak különösen nagy kedvet” a leszármazottak férfi felmenőjük arzén segítségével történő eltávoztatásához, ahol a föld férfi utódok közötti egyenlő szétosztása volt az uralkodó eljárás (ami a birtokaprózódás folytán szükségképpen növelte az elszegényedés lehetőségét), ahol a végrendeleti úton való örökhagyás volt érvényben.

A tiszazugi arzénes gyilkosságok perek sokaságát vonták maguk után, melyeket idehaza és külföldön egyaránt hatalmas érdeklődés övezett. A pusztá szenzáción túl az eset arra is módot adott, hogy a kortársak mélyebben bepillantassanak a falu, a gazdasági és morális válságban lévő paraszti társadalom belső világába.

Így tekintett az ügyre Móricz Zsigmond is a *Nyugat* hasábjain 1930-ban megjelent írásában: „A szolnoki törvényszék nagy tárgyalási terme zsúfolva. A bírói asztal előtt idős asszony áll. Falusi asszony, fekete ruhában, jómódúan, nagyon ízlésesen öltözve, két kezét összeteszi, mint a templomban az Úrasztala előtt. [...] Ez az asszony azaz a váddal áll a bírák előtt, hogy légyapírból kifőzött méreggel megölte kilenc évvel ezelőtt az édesanyját, pár év múlva a férjét, aztán az ágyasát. [...] Fontos az, hogy egy társadalmi réteg életébe nézhetünk bele: a magyar falu világáról rántja le a leplet a tárgyalás.”

Napóleon és az arzén

Napóleon először az olaszországi Elba szigetén raboskodott az elbukott orosz hadjárat után. Onnan azonban visszatért Franciaországba, és végül 1815-ben, a waterlooi csatavesztés után száműzték a brit fennhatóság alatt álló Szent Ilona szigetére. A száműzött Bonaparte Napóleon 1821-ben itt, Szent Ilona szigetén hunyt el.

A halottkém jelentésében az állt, hogy az 51 éves uralkodóval gyomorrák végzett. De az arzénmérgezés legendája szinte nyomban lábra kapott, mondván, az angolok mérgezték meg, hogy ne térhessen vissza a hatalomba. Az utóbbi évtizedek tudományos kutatásai alá is támasztották a gyilkosság verzióját, mert veszélyes mennyiségű arzént találtak a császár szervezetében. Az olaszországi Paviai Egyetem tudósai a legenda nyomába eredtek, és ismét alaposan megvizsgálták minden olasz és francia múzeumban kiállított császári hajszálat, amelyek Napóleon életének különböző szakaszaiból származtak. Kellett még egy atomreaktor, hogy a korszerű radioaktív módszerekkel pontosan meghatározhassák, mennyi arzén volt a maradványokban. De ennél is tovább mentek: a császár kortársainak hajszáleit is elemzés alá vették, és az összehasonlításokor megdöbbentő eredményre jutottak. „Az eredmény szerint nem mérgezték meg, ugyanis Napóleon haja ugyanannyi arzént tartalmazott, mint a kortársaié” – fedte fel a döntő bizonyítékot a tudósok közleménye.

A tanulmány a begyűjtött minták alapján megállapította, hogy az 1800-as évek elején élők szervezete százszor több arzént tartalmazott, mint a napjainkban élőké. Ezért elsősorban a korabeli enyvek és festékek okolhatók, amelyek súlyosan szennyezték a környezetet és magas arzéntartalmuk miatt mérgezték az embereket.

Volt olyan teória is, amely azt állította, hogy Napóleont a Szent Ilona-i szállását csinosító tapéta ragasztója mérgezte meg lassacskán, ám ez a hipotézis is megdőlt, mivel a pavaiak utánajártak, hogy éppen életének ebben az utolsó szakaszában nem növekedett különösebben szervezete arzénszintje. „Nyilvánvaló, hogy nem beszélhetünk többé mérgezésről, csupán az arzén folyamatos beépüléséről” – szögezték le határozottan a kutatók.

Arzén manapság

Az ivóvízben található arzén növelheti a kettes típusú cukorbetegség kialakulásának kockázatát. A John Hopkins Egyetem Bloomberg Népegészségügyi Iskolájának kutatói



Mono-tó, Egyesült Államok

788 hús év feletti felnőttet kérdeztek ki. Azt találták, hogy a 2-es típusú cukorbetegségben szenvedők vizelete 26 százalékkal több arzént tartalmazott. A legmagasabb arzénszint csaknem 3,6-szorosa emelte a cukorbetegség kialakulásának esélyét, állítják a kutatók az Amerikai Orvosi Szövetség folyóiratának egyik számában. „Láthatjuk, hogy az arzén szerepet játszik a cukorbetegség kialakulásában” – mondta Dr. Ana Navas-Acien, a környezeti egészségtudomány adjunktusa. „Természetesen további kutatásokra is szükség van.” A természetes ásványokban fellelhető szervesetlen arzén sok ivóvizet szennyez. A túl sok arzén fogyasztása többek között rákot is okozhat, jegyezték meg a szakértők. Állatkísérletek során megállapították, hogy a magas arzénkoncentráció befolyásolja a glükóz- és inzulinháztartást, a kettős típusú cukorbetegség két fő faktorát.

Brit kutatók elmondásuk szerint nagy lépést tettek, hogy megértsék, miért szennyezett Bangladesben és az indiai Nyugat-Bengál tartományban az ivóvíz arzénnel. Legújabb kutatásuk szerint egy bizonyos baktérium fokozott jelenléte utalhat az arzén kialakulására.

Több millió embert fertőzött már meg az arzén. Évek óta óriási gondot okoz, hogy egyszerűen képtelenség az ivóvízből kiszűrni a mérgező anyagot. A *Nature* hasábjain újban egy brit kutatócsoport azt állítja, hogy megtalálta az új, hatásos módszert az elem eltávolítására.

Az arzénválság 20 éve okoz gondot, a felmérések szerint több tízmillió embert mérgezett meg a kutak vizében talált arzén. A mérge a föld mélyében kerül a vízbe, olyan természetes folyamat eredményeként, amelyről egyelőre keveset tud a tudomány.

A Manchesteri Egyetem kutatói kimutattak egy olyan baktériumot, amely a földből arzént nyer ki és ez kerül a kutak vízébe. „Most már kicsit jobban ismerjük a folyamatot, ennek segítségével talán csökkenthetjük a mérge okozta veszélyt azzal, hogy megelőzzük kialakulását” – közölte Jonathan Lloyd, a kutatócsoport vezetője. Hozzátette, hogy olyan ivóvíz-ellenőrzési stratégiákat lehetne kidolgozni, amelyekkel megelőzhető lenne a mérgezés. A baktérium aktivitásán keresztül lehetne nyomon követni a víz szennyezettségét; azokon a helyeken, ahol arzén fordulhat elő, a baktériumok száma megszorozódhat. A vizsgálatok szerint a baktérium aktivitását kifejezetten erősíti az oxigénszegény állapot és ha a víz gazdag szénvegyületekben. Ezek alapján talán úgy is elérhető a víz arzénmentesítése, ha a mélybe levegőt pumpálnak a szakértők.

Egy kaliforniai tóban olyan baktériumot találtak, amely arzénnal táplálkozik. Az arzén a legtöbb élőlény számára halálos mérge. A baktériumról a *Science* című amerikai tudományos magazin közöl beszámolót, amelyet ismertet a BBC brit közszolgálati tévé és rádió internetes oldala is. A Sierra Nevada hegység lábánál fekvő Mono-tó meleg, bugyborékoló vizében élő baktérium fotoszintetizál, mint a növények. A tavat hévízforrások táplálják, amelyek a tóba mosak a környező sziklák arzéntartalmú ásványait. A baktériumok színes hárttyát képeznek a sziklákat borító forró vízfoltokon. A kutatók megállapították, hogy a baktériumoknak arzénra és fényre van szükségük a szaporodáshoz. Most találtak először a Földön olyan szervezetet, amely oxigénmentes környezetben arzént használ fotoszintézishez. A kutatók szerint ez a baktériumok egy nagyon ősi képessége. Feltéte-

lezik, hogy a baktériumok fotoszintetizáltak, mielőtt a légkörben megjelent az oxigén. Az újonnan felfedezett baktériumok anyagcseréjének megértése segíthet megvilágítani, miért károsítja az arzén az emberi sejteket. A világon 14 millió ember fogyaszt olyan ivóvizet, amely káros mennyiségben tartalmaz arzént.

Néhány termény, így a rizs is magába szívja az arzént, aminek mechanizmusát most megtalálták svéd és dán kutatók. Ez a jövőben segítheti, hogy kevesebb mérgező elem kerüljön ételünkbe. Úgy tűnik, hogy ugyanaz a gén, mely segíti a növényeket abban, hogy megküzdjenek a gombafertőzésekkel, egyúttal lehetővé teszi, hogy sejtjeik felszívják az arzeniteket, a fém mérgező formáját – állapították meg a Koppenhágai Egyetem és a Göteborgi Egyetem munkatársai. „Megfigyeléseink megoldást kínálhatnak alacsony arzéntartalmú élelmiszeripari termékek kifejlesztésére” – állítják a kutatók a *BioMed Central Biology* című nyílt internetes szakfolyóiratban megjelent közleményükben. Az arzén jelen van a természetben, beépül a növényekbe, az állatok testébe, így átjut az emberek szervezetébe is, ahol felhalmozódik, majd évek múltával tüdőbetegségeket és rákot okozhat. A legfőbb arzénforrás a szennyezett víz, rögtön ezután pedig a nagy arzéntartalmú növények, különösen az arzéntartalmú vízzel sokszor elárasztott rizs. A kutatócsoport élesztőhöz injektálta a rizsnek azt a génjét, amely az arzenit sejtekbe épülését irányítja, majd megfigyelték, mi történik az adott gén által kódolt fehérje termelődése nélkül. A „szállító” fehérjét tartalmazó élesztő öszszegyűjtötte az arzenitet, míg a többi élesztő nem – mondta Thomas Jahn, a vizsgálat vezető kutatója, a Koppenhágai Egyetem munkatársa. Ugyanez a gén teszi lehetővé, hogy a magvak szilíciumot építsenek be sejtfalukba, ezzel védekezve a gombafertőzések ellen. A felfedezés lehetővé teszi majd egykor olyan génmódosított rizs előállítását, mely felhalmozza az értékes szilíciumot, de nem szívja magába a mérgező arzént, a növény ugyanis nem képes megkülönböztetni az ezeket tartalmazó nagyon hasonló vegyületeket – véli Jahn.



IRODALOM

- Gyáni Gábor, Darabolós gyilkosok és arzénos asszonyok. Bűn és erőszak a Horhty-korban, Rubicon; 2008/07–08.
- Alan Earnshaw, Norman N. Greenwood, Az elemek kémiája I–III., Nemzeti Tankönyvkiadó, Budapest.
- Knoll József, Gyógyszertan, Medicina Kiadó, 1975.
- <http://dentalpresshungary.hu/dental-hirek/kereses/2004/1/az-arzen-kulturtortene-es-szerepe-a-fogyogyaszatban>
- http://www.greenfo.hu/hirek/hirek_item.php?hir=8186&PHPSESSID=c



Bruckner-termi előadások

Mező Gábor

■ MTA–ELTE Peptidkémia Kutatócsoport

A „mágikus golyó” keresése: tumorellenes hatóanyagok irányított célba juttatása

Paul Ehrlich 1908-ban, abban az évben, amikor az immunológia területén végzett munkásságáért orvosi Nobel-díjat vehetett át, vetette fel a mágikus golyó (magic bullet, Zauberkugel) elméletét. A szimbolikát Weber „A bűvös vadász” című operája szolgáltatta, amelyben a varázsgolyók pontosan célba találnak. Elképzelése szerint a kemoterápiában (az elnevezés szintén tőle származik) azok az anyagok lehetnek igazán hatásosak, amelyek csak olyan receptorokat ismernek fel, amelyek a parazitákon megtalálhatók, ellenben a gazdaszervezet sejtjein nem fordulnak elő. Ez a cél lebeg a gyógyszerkutatók előtt, azóta is. Azonban a cél eléréséhez elengedhetetlen a célsejtek felépítésének megismerése; annak megállapítása, hogy melyek azok a sejtfelszíni struktúrák, amelyek megkülönböztetik a kóros, testidegen sejteket, mikroorganizmusokat a szervezet saját, egészséges sejtjeitől, szöveteitől. Ezért hosszú időnek kellett elteltie, hogy ez az elv a gyakorlatban is elterjedhessen.

A tumorterápiás eljárások között is fontos szerepe van a kemoterápiának. Azonban a legáltalánosabban alkalmazott citosztatikumok (pl. daunorubicin, doxorubicin, metotrexát) sok mellékhatással rendelkeznek, amelyek főleg a szelektivitás hiányára vezethetők vissza. A kutatók úgy vélik, hogy az Ehrlich elméletén alapuló irányított vagy célzott tumorterápia komoly áttörést hozhat a rák gyógyításában a 21. században [1]. Az irányított tumorterápia lényege, hogy a hatóanyagot valamilyen irányító molekula segítségével szelektíven a rákos sejtekbe juttassák. Az egyik megközelítés szerint a hatóanyagot olyan molekulához kapcsolják, amely kötődni képes olyan receptorokhoz, amelyek csak a tumorsejteken fordulnak elő (tumorspecifikus receptorok) vagy a tumor-

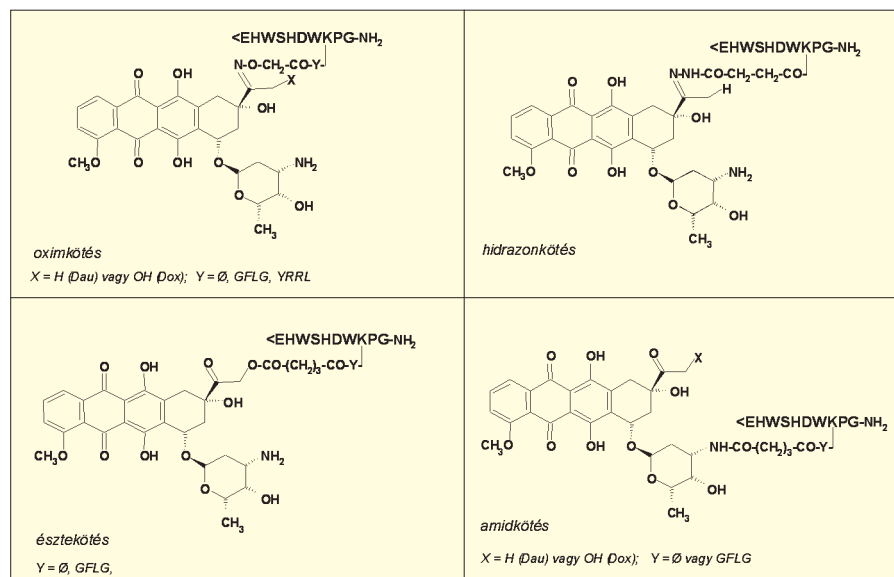
sejteken jóval nagyobb számban vannak jelen (overexpresszálódnak), mint a normál sejteken. Ilyen irányító molekulák lehetnek például cukrok, lektinek, hormonok, ellenanyagok [2].

Munkánk során gonadotropin-releasing hormon (Glp-His-Trp-Ser-Tyr-Gly-Leu-Arg-Pro-Gly-NH₂; humán GnRH) peptidanalógokat használtunk irányító molekulaként. A.V. Schally kutatócsoportjában előállítottak egy konjugátumot, amelyben a doxorubicint észterkötés segítségével kapcsolták a [D-Lys⁶]-GnRH-I agonista vegyülethez [3]. Ezt a konjugátumot jelenleg klinika fázis III vizsgálatokban tanulmányozzák. Mivel azonban a [D-Lys⁶]-GnRH-I jelentős endokrin aktivitással is rendelkezik, mi egy olyan GnRH-származékot választottunk a vizsgálatainkhoz, amelynek lényegesen kisebb a luteinizáló hormon (LH) és a follikulus stimuláló hormon (FSH) termelő-

désére gyakorolt hatása. Ez a vegyület a GnRH-III (Glp-His-Trp-Ser-His-Asp-Trp-Lys-Pro-Gly-NH₂), amelyet először a tengeri ingolából izoláltak [4]. A GnRH-III direkt tumorellenes hatást mutat számos tumorsejtvonalon (pl. emlő-, prosztata-, vastagbél-karcinómák), ugyanakkor endokrin hatása 500–1000-szer kisebb, mint a humán GnRH-é [5,6]. A GnRH-III szekvenciájának 8-as pozícióban található Lys oldallánca módosítható (ciklizálás, konjugálás, dimerizálás, Ala-scan) a tumorellenes hatás elvesztése nélkül [7–10]. A Lys oldallancán keresztül hatóanyag kapcsolására is van lehetőség, így olyan konjugátumhoz juthatunk, amelyben nemcsak a hatóanyag, hanem az irányító molekulának is van tumorellenes hatása.

Hatóanyagként a gyógyászatban gyakran használt, az antraciklinek családjába tartozó doxorubicint (Dox) és daunorubicint (Dau) konjugáltuk a GnRH-III molekulához. A két

Antraciklin–GnRH-III konjugátumok





antraciklinszármazék abban tér el egymástól, hogy a Dox tartalmaz egy OH-csoportot a C-14 atomon, míg a Dau nem. Ezért ez utóbbi nem kapcsolható észterkötéssel. A Dau-t a 13-as C-atomhoz kapcsolódó oxocsoporton keresztül oxim- vagy hidrazonkötés kialakításával, vagy pedig a daunózin aminoszármazék aminoszármazék csoportján keresztül amidkötéssel lehet peptidlánchoz konjugálni. Az oximkötés kialakításához a GnRH-III Lys oldalláncához közvetlenül vagy tetrapeptid spacer-szekvencián (GFLG, YRRL) keresztül aminoszármazék (Aoa) származékot kapcsolunk. Ez enyhén savas pufferben (0,2 M NaOAc, pH=5) oxocsoportot tartalmazó vegyülettel, mint a Dau és Dox, szelektív kémiai ligációs folyamatban oximkötést tartalmazó konjugátummá alakul [11]. Hasonlóképpen lehet az antraciklinszármazékokat hidrazonkötéssel kapcsolni olyan GnRH-származékhoz, amelyet előzőleg hidraziddá alakítottunk. Az észterkötést tartalmazó konjugátumok szintézisekor az Fmoc-védett Dox-t glutársavanhidriddel reagáltattuk (észterképzés), majd ezt a származékot kapcsoltuk a GnRH-peptidekhez. Végül eltávolítottuk az Fmoc-védőcsoportot a cukorrész aminoszármazékáról. Hasonlóan glutársavanhidriddel reagáltattuk a Dau-t és a Dox-t az amidkötésű konjugátumok előállításánál, de ekkor nem védjük az aminoszármazékot, így az amidkötés közvetlenül ezen a csoporton alakult ki. A módosított antraciklinszármazékokat ezután kapcsolunk a GnRH-III-hoz spacer-molekulán keresztül vagy anélkül.

A konjugátumok *in vitro* citosztatikus hatását humán emlő (MCF-7), humán vastagbél (HT-29) és egér vastagbél (C26) tumorsejt-

vonalakon MTT-tesztel határoztuk meg és az IC₅₀ értékekkel jellemeztük. Megállapítottuk, hogy a leghatásosabb konjugátumok az észterkötésűek voltak (IC₅₀=0,1–0,5 μM MCF-7 sejteken, míg 1–5 μM a vastagbél tumorsejtvonalakon), ami hasonló volt a szabad Dau, illetve Dox hatásához. A hidrazon- és oximkötést tartalmazó analógok egy nagyságrenddel kisebb aktivitást mutattak (IC₅₀=1–5 μM MCF-7 sejteken és 15–50 μM HT-29 és C26 sejteken). Az amidkötést tartalmazó konjugátumok nem mutattak szignifikáns tumorellenes hatást a vizsgált koncentrációtartományban (0,01–100 μM) [12].

Az *in vivo* vizsgálatokhoz a GnRH-III(Dau=Aoa-GFLG) konjugátumot választottuk ki. A toxicitási vizsgálatok azt mutatták, hogy a vegyület négyszeri adagolása egészséges BDF-1 egereknek 30 mg Dau tartalom/kg testtömeg-dózisban sem volt toxikus. A szabad Dau már 15 mg/kg dózisban, egyszeri adagolással is az egerek pusztulásához vezetett. Ezután C26 tumor xenograftot tartalmazó egereket kezeltünk szabad Dau-nel (5×2 mg/kg vagy 1×5 mg/kg) és a fent említett konjugátummal (5×5 mg/kg, 1×15 mg/kg és 2×15 mg/kg; a dózisok Dau-tartalomra számolt értékek). Mind a tumornövekedés gátlásában, mind az egerek túlélésében a legjobb eredményt akkor értük el, ha 2-szer adtuk a konjugátumot a tumor beültetését követő 4. és 7. napon (kb. 50% tumornövekedés-gátlás és kb. 40% túlélés-növekedés). Bár a szabad Dau-nel kezelt állatoknál szignifikáns tumornövekedés-gátlást tapasztaltunk, az összes állat elpusztult jóval a tumoros egerek elhullása előtt [11].

Megállapítottuk továbbá, hogy a konjugátum teljesen stabil humán szérumban, elmentében az észterkötésű konjugátumokkal, ugyanakkor lebomlik lizoszóma-preparátumban, illetve katepszin B enzim hatására, amely a tumorokban túltermelő lizoszomális enzim.

Kutatásaink során tehát elsőként állítottunk elő olyan oximkötést tartalmazó Dau-peptid-konjugátumot, amely *in vivo* is jelentős tumorellenes aktivitást mutatott. A hatás további fokozása és az orális adagolás érdekében tett első kísérletek szintén biztatóak.

IRODALOM

- N. Saijo, T. Tamura, N. Yamamoto, K. Nishio, *Cancer Chemotherapy Pharmacol.*, (2001) 48, 102.
- S. S. Dharap, Y. Wang, P. Chenda, J. J. Khandare, B. Qui, S. S. Gunaseelan, P. J. Sinko, S. Stein, A. Farmanfarmanian, T. Minko, *PNAS*, (2005) 102, 12962.
- Nagy, A.V. Schally, *Biol. Reprod.*, (2005) 73, 851.
- S.A. Sower, Y.-C. Chiang, S. Lovas, J. M. Conlon, *Endocrinol.*, (1993) 132, 1125
- S. Lovas, I. Pályi, B. Vincze, J. Horváth, M. Kovács, I. Mező, G. Tóth, I. Teplán, R. F. Murphy, *J. Pept. Res.*, (1998) 52, 384.
- M. Kovács, J. Seprődi, M. Koppán, J. E. Horváth, B. Vincze, I. Teplán, B. Flerkó, *J. Neuroendocrinol.*, (2002) 14, 1.
- I. Mező, S. Lovas, I. Pályi, B. Vincze, A. Kálnai, G. Turi, Zs. Vadász, J. Seprődi, M. Idei, G. Tóth, É. Gulyás, F. Ötvös, M. Mák, J. E. Horváth, I. Teplán, R. F. Murphy, *J. Med. Chem.*, (1997) 40, 3353.
- I. Pályi, B. Vincze, S. Lovas, I. Mező, J. Pató, A. Kálnai, G. Turi, D. Gaál, R. Mihalik, I. Péter, I. Teplán, R. F. Murphy, *PNAS*, (1999) 96, 2361.
- G. Mező, A. Czajlik, M. Manea, A. Jakab, V. Farkas, Z. Majer, E. Vass, A. Bodor, B. Kapuvári, M. Boldizsár, B. Vincze, O. Csuka, A. Perczel, M. Przybylski, F. Hudecz, *Peptides*, (2007) 28, 806.
- K. Herédi-Szabó, J. Lubke, G. Tóth, R. F. Murphy, S. Lovas, *Peptides*, (2005) 26, 419.
- G. Mező, M. Manea, I. Szabó, B. Vincze, M. Kovács, *Curr. Med. Chem.*, (2008), 15, 2366.
- I. Szabó, M. Manea, E. Orbán, A. Csámpai, S. Bősze, R. Szabó, M. Tejeda, D. Gaál, B. Kapuvári, M. Przybylski, F. Hudecz, G. Mező, *Bioconjugate Chem.*, (2009) 20, 656.

Bartos Ádám

■ MTA-LTE Peptidkémia Kutatócsoport, ELTE TTK Kémia Intézet, Szerves Kémiai Tanszék | adambartos@freemail.hu

Monosubsztituált oligoetilénglikolok szintézise

A polietilénglikolok neutrális polimerek, amelyeket ipari és kutatási területeken, főleg a biotechnológia területén alkalmaznak. Az oligo- és polietilénglikolok felhasználása igen széles körű. A kozmetikai és élelmiszeripar fontos adalékanyagai. Klinikai felhasználásuk is igen megnövekedett az utóbbi években. Kiválóan alkalmazhatók

peptidek és fehérjék oldatba viteléhez, amelyekkel nem immunizáló és nem antigén tulajdonságú aktív konjugátumokat adnak, ezáltal növelik a felezési időt a szérumban, emellett különböző felületekhez kötve nagymértékben késleltetik a fehérjék adszorpcióját a felületen. A vizsgálandó anyag oldhatóságát vizes oldatokban és szerves ol-

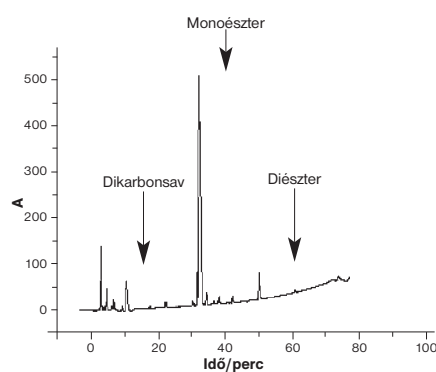
dókerekben is növelik. A polietilénglikolok egyaránt használhatók hordozóként fehérjék, enzimek, peptidek, zsírsavak, nukleinsavak szintézisében, valamint oldószerként. A szérumfehérjéhez, gyógyszer szállító molekulákhoz kapcsolt polietilénglikolok csökkentik a vérből történő eliminációt, valamint a hidrolitikus hasítás sebességét.



Mind *in vitro*, mind *in vivo* biológiai vizsgálatok esetén a vizsgálendő molekulák (például peptidok) vízdékonysága igen fontos tényező. A vízdékonyság problémája többek között aggregálódásra nagymértékben hajlamos β -redőzött réteg szerkezetű, illetve biotinilált peptidok esetében merül fel. Biotin-csoport beépítése (biotinilálás) [1,2] minden esetben az oldhatóság csökkenésével jár. Az oldhatóság növelésére kézenfekvő módszer polietilén-glikol-vegyületek használata, amelyek polidiszperz rendszerek, pontos molekulatömeggel nem jellemezhetőek, ami megnehezíti karakterizálásukat.

Kutatócsoportunkban olyan vízdékony peptidkonjugátumot állítottunk elő, amely a vizsgálendő peptid mellett biotint és oligoetilén-glikol építőelemet is tartalmaz. E célra a humán IgG egy hidrofób szekvenciáját (H-C(Acm)VVDVSHEDP-NH₂) és annak rövidebb változatát állítottuk elő; korábban kutatócsoportunk és az ELTE Immunológiai Tanszékének közös kutatásai részben igazolták a peptidszakaszok szerepét az IgG Fc-receptorhoz való kötődésében [3]. Az oldékonyság növelésére két olyan egyszerű oligoetilén-glikolt használtunk fel, amelyek kereskedelmi forgalomban kaphatók: a 3,6,9-trioxaundekán-1,11-dikarbonsav- és a 4,7,10-trioxa-1,13-tridekándiamin-alapú oligoetilén-glikolt. A cél mindkét esetben egy aminosav jellegű távtartó szintézise volt, amely védett aminoterminálissal és szabad karboxilcsoporttal rendelkezik (1., 2. ábra). A 3,6,9-trioxaundekán-1,11-dikarbonsav esetében az aminoterminális kialakítása eleve védett formában Boc-, illetve Fmoc-védett etilén-diamin felhasználásával, amidkötés kialakításával történt. A 3,6,9-trioxaundekán-1,11-dikarbonsav egyik karboxilcsoportján butil-észter védelmet alakítottunk ki egy Dowex-ioncserélő gyantán alapuló szelektív átsztereződési eljárással [4]. A kiindulási vegyület egyik karboxilcsoportja átsztereződik a butil-formiáttal, majd a félészter átoldódik a szerves fázisba, és ebben az aprotikus közegben további észtereződésre már nem képes. A reakció folyamán a termék tehát a szerves fázisban dúsul fel (3. ábra).

A 4,7,10-trioxa-1,13-tridekándiamin-alapú távtartók szintézisének a cél szintén az



3. ábra. A nyers 3,6,9-trioxaundekán-1,11-dikarbonsav-monobutil-észter RP-HPLC-kromatogramja

aminosav jelleg kialakítása volt, amit ebben az esetben karboxilcsoport-bevitellel értünk el. A diamint borostyánkőssavval reagáltatva gyűrűfelnyílás közben amidkötést hoztunk létre. A gyűrűfelnyílás során kialakuló amidkötés mellett egy szabad karboxilcsoport is kialakul, így az aminosav típus ebben az esetben átmeneti védelem kialakítása nélkül jött létre. Az izolált ikeriont ezután könnyen lehet Boc-, illetve Fmoc-védelemmel ellátni.

A védett oligoetilén-glikol távtartók előállítása egyszerű és olcsó, különleges berendezést nem igényel, a peptidkémiaiban használatos eszközök segítségével elvégezhető. A sikeresen előállított oligoetilén-glikol távtartók egyszerűen alkalmazhatók a peptid-szintézisben. E származékokat egy lépésben lehet peptidokhoz/fehérjékhez, valamint egyéb, gyógyászatban alkalmazható vegyületekhez kapcsolni.

Mivel a távtartók védett N-terminálissal és szabad karboxilcsoporttal rendelkeznek, lehetőséget nyújtanak arra, hogy több oligoetilén-glikol távtartót tartalmazó, hosszabb konjugátumokat állítsunk elő; ezek további oldhatatlan peptidok vizsgálatát könnyíthetik meg. A kutatómunka során megvizsgáltuk, hogy lehetséges-e több oligoetilén-glikol távtartó egymáshoz kapcsolása, és ez milyen változást okoz peptidkonjugátumok oldhatóságában [5]. Az elkészült konjugátumok oldhatóságát kétféle módszerrel vizsgáltuk meg, egy tömegmérésen alapuló eljárással, valamint HPLC-módszerrel. A vizsgálatok ki-

mutatták, hogy több oligoetilén-glikol távtartó molekula alkalmazása a konjugátumokban ugrásszerű oldékonyságnövekedést eredményez (1. táblázat).

Megvizsgáltuk továbbá, hogy a létrehozott távtartó rendelkezik-e citotoxikus hatással, mivel ez fontos szempont további felhasználhatóságánál (például gyógyszerhatóanyagok oldatba vitelénél). Mivel az előállított oligoetilén-glikol távtartók 0,5 M koncentrációig nem mutatnak citotoxicitást humán perifériás vérből izolált monomorfo-

Peptidok és konjugátumok	Oldhatóság, 25°C (mg/mL H ₂ O)
H-C(Acm)VVDVSHEDP-NH ₂ (CP)	18,4
biotinil-6-aminohexánsavamid-CP	0,6
biotinil-CP	1,1
biotin-oligoetilén-glikol-CP	2,5
biotin-(oligoetilén-glikol) ₂ -CP	3,9
biotin-(oligoetilén-glikol) ₃ -CP	8,7

1. táblázat. Peptidok és konjugátumok vízdékonysága

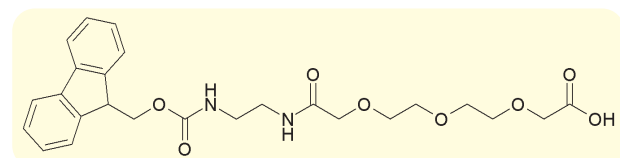
nukleáris sejteken, valószínűleg alkalmazhatók lesznek különböző potenciális gyógyszerhatóanyagok vízdékonyságának és farmakokinetikai jellemzőinek javítására.

A kutatómunka jelentősége olyan új oligoetilén-glikol-alapú vegyületcsoport kifejlesztése, amely előnyösen befolyásolja a módosított peptidok, hatóanyagok oldhatóságát. Ezeknek a reagenseknek az előállítása és peptidhez való kapcsolása várhatóan új immundiagnosztikai és gyógyászati eljárásokhoz is vezethet.

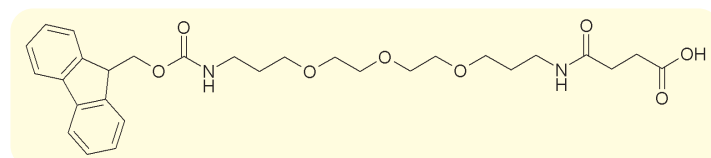
IRODALOM

- [1] Bogusiewicz A., Mock N. I., Mock, D. M., A biotin-protein bond with stability in plasma, *Anal. Biochem.*, (2005) 337, 98–102.
- [2] Bartlett W. C., Noelle R. J., A cell surface ELISA to detect interleukin-4-induced class II MHC expression on murine B cells, *J. Immunol. Methods*, (1987) 105, 79–85.
- [3] Uray K., Medgyesi D., Hilbert Á., Sármay G., Gergely J., Hudecz E.: Synthesis and receptor binding of IgG1 peptides derived from the IgG Fc region, *J. Mol. Recognition*, (2004) 17, 95–105.
- [4] Bartos Á., Hudecz E., Uray K., Water soluble 3,6,9-trioxaundecanedioic acid based linker and biotinylating reagent *Tetrahedron Letters*, (2009) 50, 2661–2663.
- [5] Bartos Á., Uray K., Hudecz E., New biotin derivatives for labelling and solubilising IgG peptides, *Biopolymers: Peptide Science*, (2009) 92, 110–115.

1. ábra. Fmoc-védett, 3,6,9-trioxaundekán-1,11-dikarbonsav-alapú távtartó szerkezete



2. ábra. Fmoc-védett, 4,7,10-trioxa-1,13-tridekándiamin-alapú távtartó szerkezete

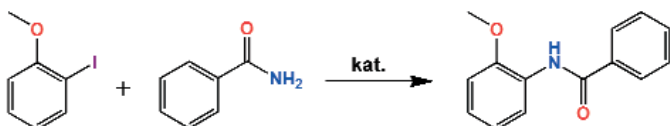




Szennyező-katalízis

Egy nemrég kifejlesztett, aril-jodidok és aminok, fenolok vagy tiofenolok közötti kapcsolási reakció vas(III)-kloridot használt katalizátorként. Legalábbis ezt gondolták a szintetikus módszer kifejlesztői. A reakciót alkalmazó más kutatócsoportok viszont azt figyelték meg, hogy a katalízis hatékonysága igen jelentősen romlik, ha nagyobb tisztaságú fémsót használnak. Részletesebb vizsgálatok szerint igazából nem is a vas, hanem egy benne nyomokban jelen lévő másik fém, a réz a reakció katalizátora. Alig 5 ppm réz(I)-oxidnak már igen jelentős katalitikus hatása volt akkor is, ha vas(III)-kloridot nem is adtak az elegyhez.

Angew. Chem. Int. Ed. 48, 5586. (2009)



Katalizátor	Hozam (%)
FeCl ₃ (Merck, >98%)	79
FeCl ₃ (Aldrich, >98%)	16
FeCl ₃ (Aldrich, >99.99%)	<1
FeCl ₃ (Aldrich, >99.99%) + 5 ppm Cu ₂ O	98
inert anyag + 5 ppm Cu ₂ O	97



Méhkaptár a rák ellen

A *propolis* méhkaptárakban képződő, gyantaszerű, fertőtlenítő hatású anyag, amelyet az alternatív gyógyászat már korábban is alapanyagként használt, a közelmúltban pedig rákellenes hatását egyértelműen igazolták. Sajnos a propolis összetétele a kaptárak földrajzi helyétől és biológiai környezetétől függően is jelentősen változik, ezért közvetlen felhasználása nehéz. Japán tudósok összehasonlító vizsgálatokat végeztek a világ különböző tájairól gyűjtött minták segítségével. Az összetevők közül tizenhét olyat izoláltak, amely minden esetben jelen volt. Az egyiket, a (22Z,24E)-3-oxocikloart-22,24-dién-26-savat biokémiai kísérletekben valóban hatásosnak találták hasnyálmirigyrákból származó sejtek ellen. Így aztán a méhészetek akár a gyógyszergyárak számára is fontos alapanyagot szolgáltathatnak a jövőben.

J. Nat. Prod. 72, 1283. (2009)



APRÓSÁG

Az ENSZ Kábítószer-ellenőrzési és Bűnmegelőzési Hivatalának becslése szerint Afganisztán éves, illegális ópium-termelése a teljes világkereslet kétszerese.



CENTENÁRIUM

Maximilian Toch: The Influence of Chemistry on Civilization
Science Vol. 30, 697–699.
(1909. november 19.)

Maximilian Toch (1864–1946) amerikai festékipari kutató és gyártulajdonos volt. Az I. világháborúban új módszereket dolgozott ki hadihajók álcázására, később vezető szerepet töltött be műalkotások eredetének tudományos igényű vizsgálatában. A centenáriumi cikk első bekezdésében Magyarországot is megemlíti, bár a cégek lényegét mintha kissé félreértette volna: „In many of the countries of Europe illiteracy is universal. In Hungary, for example, we still find that the signs in front of a shop are painted pictures of the wares offered for sale, because many intending purchasers can not read, but they know that the graphic portrayal of a hammer and a saw indicates that tools are sold within.”

TÚL A KÉMIÁN

Hangányi ész(szerűség)

A nagy filozófusok úgy tartották, hogy az ember a racionális állat. Nem biztos, hogy kialakult volna ez a nézet, ha már korábban is ismerték volna a hangyák viselkedését. Egy nemrégiben megjelent tudományos cikk szerint ugyanis az emberek és állatok nagy része két, közel egyformán jó vagy rossz lehetőség közül racionálisan, vagyis 50% valószínűséggel választja az egyiket vagy a másikat. Ha viszont később egy újabb opció adódik, akkor nagy valószínűséggel változtatják meg a döntésüket ezen harmadik lehetőség irányába még akkor is, ha ez nyilvánvalóan rosszabb az első kettőnél. Ezzel szemben a hangyák ilyen helyzetben is racionálisak maradnak. A cikk szerzői ezt a *Temnothorax* nemzetségbe tartozó hangyák élőhelyének kiválasztásán keresztül tanulmányozták. A bolylakók titka valószínűleg az, hogy az egyedek általában nem is ismerik az összes lehetőséget, csak egyszeri döntéseket hoznak. Összességében viszont a hangyaboly viselkedése így racionálisabb lesz, mint az embereké.

Proc. Roy. Soc. B 276, 3655. (2009)

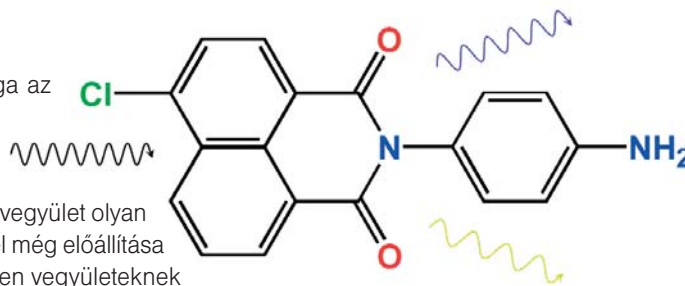




A HÓNAP MOLEKULÁJA

Az ábrán látható molekula ($C_{18}H_{11}ClN_2O_2$) speciális tulajdonsága az úgynevezett kettős fluoreszcencia: az acetonban feloldott vegyület 340 nm-es fénnel megvilágítva olyan sugárzást bocsát ki, amely spektrumának két maximuma is van a látható tartományban (437 és 569 nm, más oldószerekben kicsit eltérő hullámhosszakon). A vegyület olyan szempontból is különleges, hogy egy fotofizikai elméleti módszerrel még előállítás előtt megjósolták azt, hogy kettős fluoreszcenciát mutat majd. Ilyen vegyületeknek nagy jelentősége lehet a kémiai érzékelők készítésében.

Chem. Commun., 4941. (2009)



Samponhatás-mikroszkópia



A Procter and Gamble (P&G) cég samponjainak tulajdonságait végre a hatásmechanizmusról is információt biztosító módszerrel vizsgálhatja. Korábban hasonló célokra autoradiográfiát, pásztázó elektronmikroszkópiát és

Fourier-transzformációs spektroszkópiai módszereket használtak, amelyek közös sajátossága a hosszú analízisidő és a jelentős minta-előkészítési igény. Egy kaliforniai egyetemen a cégóriással együttműködésben a koherens anti-Stokes Raman-szórás (coherent anti-Stokes Raman scattering, CARS) módszerét fejlesztették tovább hajszálak vizsgálatára. A kidolgozott eljárás nem igényli a minta semmiféle előkészítését, hátránya viszont, hogy a melanin jelenléte lehetetlenné teszi a CARS-analízist, ezért sötét színű haj nem vizsgálható így. A módszer elég gyors ahhoz, hogy a samponok hatásának dinamikáját is vizsgálják vele. Az első eredmények szerint a samponban lévő kisméretű, töltés nélküli molekulák (pentenol vagy glicerín) egyenletesen jutnak be a hajszálakba és azok csekély megduzzadását okozzák.

J. Biomed. Opt. 14, 044019. (2009)

Egyszerű gombaméreg



Egy japán kutatócsoportnak sikerült igazolni, hogy a *Russula subnigricans* nevű, 1950 óta hét halálesetet okozó gomba toxinja a mindössze 10 atomból álló 2-ciklopropén-karbonsav. Erről a vegyületről eddig úgy tudták, hogy a természetben egyáltalán nem fordul elő, mert – szemben a korábban természetes vegyületekként is megismert di- és triszubsztituált ciklopropénnel – nagyon kevésbé stabil, és gyorsan polimerizálódik. A toxin azonosítását korábban az is nehezítette, hogy nem tudták egyértelműen azonosítani az áldozatok halálát okozó gombafajt. A mérgezés az izomzat gyors leépülését okozza, így az izmokban lévő mioglobin a véráramba kerül, ami veseelégtelenséget és végül halált okoz. Ugyanakkor azt is sikerült igazolni, hogy a mérgező anyag nem közvetlenül támadja meg az izomsejteket, hanem több különböző biokémiai folyamaton keresztül vezet az izomzat sorvadásához.

Nature Chem. Biol. 5, 465. (2009)

Etruszk kozmetika



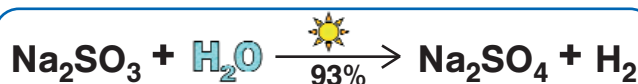
A mai Toszkána területén lévő Chiusi ősi etruszk temetőjében különös leletre bukkantak. Egy helyi úrhölgy, *Thana Presnti Plecunia Umranalisa* maradványai mellett egy egyiptomi alabástromból készült tartóedényben minden bizonnyal kozmetikai célokra szolgáló kenőcskészítő anyagot találtak. Az anyag kémiai elemzését infravörös spektroszkópiával és tömegspektrometriával kapcsolt gázkromatográfiával végezték el. Az eredmények szerint a kenőcs teljes egészében szerves vegyületekből áll: fenyőgyantából, a *Pistacia lentiscus* fajfa mediterrán vidékeken használatos gyantájából és egy növényi olajból, ami valószínűleg moringaolaj lehetett. Az etruszkok ezt a kenőcsöt minden bizonnyal hidratáló krémnek vagy más bőrápolónak használták.

J. Archeol. Sci. 36, 1488. (2009)

Szuperhatékony vízbontás

Egy újonnan kifejlesztett, heterogén fotokatalizátor minden korábbinál hatékonyabban állít elő hidrogént vízből. Korábbi, hasonló célt szolgáló anyagok (pl. TiO_2) általában csak UV-tartományban történő besugárzásnál működtek jól. Az új, háromkomponensű, félvezető-alapú katalizátor 420 nm-es fény esetében 93%-os hatékonysággal működik. A vegyület fő anyaga kadmium-szulfid, amelyet palládium-szulfiddal (0,13%) és platina-szulfiddal (0,30%) dópolnak. A vegyület nem közvetlenül vizet bont oxigénre és hidrogénre, hanem a hidrogénfejlődés kísérőreakciójaként nátrium-szulfid és nátrium-szulfid oxidálódik. Ez a tulajdonság még igen hasznos is lehet, mert kén-tartalmú kőolajipari termékeknek biztosíthat jelentős, új felhasználási területet.

J. Catal. 266, 165. (2009)



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



TUDOMÁNYOS ÉLET

PRES'09

Idén május 10–13. között 12. alkalommal rendezték meg az „International Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving and Pollution Reduction”, röviden PRES'09 nemzetközi konferenciát, ezúttal Rómában.



A Magyar Kémikusok Egyesülete és az NKTH anyagi támogatásának köszönhetően részt vehettem ezen a konferencián, ahol angol nyelvű szóbeli előadást tartottam „Heteroazeotropic batch distillation in a new double-column system” címmel. Előadásomban – melyet a „Batch processes” szekcióban tartottam meg – az általunk kifejlesztett kétszlopos szakaszos heteroazeotrop desztillációs konfiguráció számítógépes szimulációval való vizsgálatának eredményeiről számoltam be.

A konferenciával egy helyszínen és vele egy időben zajlott az „International Conference on Chemical & Process Engineering” (ICheaP–9) nemzetközi konferencia, melynek előadásait és posztereit a PRES résztvevői is megtekinthették. A konferencia három napja alatt a két párhuzamos konferencián 57 szekcióban 268 előadás hangzott el, valamint 196 posztert állítottak ki. A leggyakoribb téma a konferenciákon az energiai integráció, a biotechnológia, a biomassza-hasznosítás és az optimalizálás volt.

A konferenciával egy helyszínen és vele egy időben zajlott az „International Conference on Chemical & Process Engineering” (ICheaP–9) nemzetközi konferencia, melynek előadásait és posztereit a PRES résztvevői is megtekinthették.

A konferenciával egy helyszínen és vele egy időben zajlott az „International Conference on Chemical & Process Engineering” (ICheaP–9) nemzetközi konferencia, melynek előadásait és posztereit a PRES résztvevői is megtekinthették. A konferencia három napja alatt a két párhuzamos konferencián 57 szekcióban 268 előadás hangzott el, valamint 196 posztert állítottak ki. A leggyakoribb téma a konferenciákon az energiai integráció, a biotechnológia, a biomassza-hasznosítás és az optimalizálás volt.

Néhány, számomra érdekesebb előadás és poszter:

P. Steltenpohl et al. (SK): Extractive Distillation of C7 Hydrocarbon Mixture in the Presence of Furfural. Egy 4 komponensű elegy desztillációjának modellezése, ahol a gőz-folyadék egyensúly pontosabb leírására egy kiterjesztett NRTL-modellt használtak. (A szokásos biner kölcsönhatási paraméterek helyett terner paramétereket alkalmaztak.)

M. Canterino et al. (IT): Photocatalytic process for energy recovery in wastewater decontamination. Elektromos energia nyerése a szennyvíz nehézfém tartalmának redukálásával. ($\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}^0$, $\text{HCOOH} \rightarrow \text{CO}_2 + 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$)

V. O. C. Cárdenas et al. (BR): Phase Behavior of Propane/Crude Oil Mixture in Supercritical Fluid Extraction. Aszfalt-nyersolaj-cseppfolyós propán rendszer folyadék-folyadék egyensúlyának (LLE) vizsgálata. A 15–60 bar nyomásra számított LLE-diagramok heterogén összetétel-tartománya más terner elegyekéhez képest szokatlan formájú.

M. Gavernik et al. (CZ): Design of a chiller system for specific theatre air-conditioning application. Egy színház légkondicionáló rendszerének tervezése, figyelembe véve a hűtési igény napon belüli változásait (délutáni és esti előadás). A rendszer tartalmaz egy hidegakkumulátort is, mely csökkenti a hűtési igényt, és a légkondicionáló rendszer leállása esetén egy ideig helyettesítheti azt. (Ez az előadás ugyan távol áll a vegyészmérnökségtől, de a konferencia sem kizárólag csak arra koncentrált, valamint tanszékemen is foglalkoznak épületgépészettel.)

Dénes Ferenc

vegyészmérnök, doktoranduszhallgató
BME Épületgépészeti és Gépészeti Eljárástechnika Tanszék

MEGEMLÉKEZÉS

Meghalt Bernáth Gábor emeritus professzor

Súlyos veszteség érte a Szegedi Tudományegyetemet és a Gyógyszerésztudományi Kart. 2009. október 1-jén türelemmel és méltósággal viselt súlyos betegsége következtében meghalt Bernáth Gábor emeritus professzor. Személyében a kémikus- és gyógyszerésztársadalom kiemelkedően markáns alakját veszítette el. Egyike volt az igazi iskolateremtőknek.

Bernáth professzor 1957-ben vegyészként végzett Szegeden a József Attila Tudományegyetemen. A Szerves Kémiai Tanszéken lett 1967-ben a kémiai tudomány kandidátusa, és a tudomány doktora fokozatot 1974-ben szerezte meg. 1977-ben professzorrá nevezték ki, 1979-ben tanszékvezető egyetemi tanár lett a Gyógyszerkémiai Intézetben, 2003. október 1-jétől nyugdíjba vonult, azóta emeritus professzorként tevékenykedik.

Csaknem két évtizedes tanszékvezetői működése alatt a tanszék a dél-alföldi régió legjelentősebb szerves kémiai kutatóbázisává fejlődött.



A telített heterociklusos kémia, sztereokémia és gyógyszerkutatás terén az intézetnek nemzetközi hírnevet és tekintélyt szerzett. E kutatásokhoz a műszereket, a felszerelést és a személyzetet fáradhatatlan szervezőmunkával és pályázatokkal biztosítani tudta. A gyógyszerkémia oktatását korszerűvé fejlesztette, a tananyagból színvonalas jegyzeteket írt. Bevezette a *Kémiai gyógyszerkutatás alapjai* című tárgyat. Munkatársai szakmai fejlődését folyamatosan segítette, közülük hárman

megszerezték a tudomány doktora fokozatot. Külföldi intézetekkel és gyógyszeripari centrumokkal eredményes együttműködést alakított ki. Vezetésével akadémiai kutatócsoport létesült. Az 1993-ban akkreditált *Bioaktív vegyületek kémiaja* c. doktori program megalapítója.

Bernáth professzornak több mint 350 tudományos közleménye jelent meg nemzetközi folyóiratokban, neve 300, többnyire külföldön megtartott tudományos előadásban szerepel. 22 összefoglaló közlemény és könyvfejezet szerzője és 21 gyógyszeresztudományi társ-szerzője. Jelentős közéleti, szakmapolitikai tisztségeket töltött be és jelenleg is betölt. Szakmai és közéleti tevékenységét számos kitüntetéssel ismerték el. Közülük kiemelkedő az 1994-ben kapott Széchenyi-díj.

Bernáth professzor nagy formátumú személyiség, aki jelentősen öregbítette a Szegedi Tudományegyetem és a Gyógyszerésztudományi Kar hírnevét. Büszkék vagyunk kiváló oktatási és kutatási tevékenységére.

Bernáth professzort a Szegedi Tudományegyetem és a Gyógyszerésztudományi Kar saját halottjának tekinti. Emlékét féltve ővük és tisztelettel megőrizzük.

A tanítványok és oktatótársak nevében:

Fülöp Ferenc

OKTATÁS

41. Nemzetközi Kémiai Diákolimpia

Az idei Nemzetközi Kémiai Diákolimpiát a Cambridge-i Egyetem rendezte 2009. július 18. és 27. között az Oxfordi Egyetemmel együttműködve. Az esemény apropója az egyetem alapításának 800. évfordulója volt. A versenyre 64 országból érkeztek versenyzők és 4 országból (köztük volt a csupán már két középiskolát működtető Liechtenstein is!) megfigyelők.

A szervezők gazdasági nehézségek közepette tudtak csak dolgozni, különösen a szervező stáb mérete volt kicsi. Ennek ellenére a versenyt jobbra gördülékenyen, a rendezők hírnevéhez méltó színvonalon sikerült megrendezniük. Az angol időjárás a sztereotípiáknak megfelelően erős volt, de a diákok jól töltötték a hetet. Mindazonáltal a tavalyi magyar olimpia szervezése és szakmai anyaga idén is sok-sok elismerést kapott, néha az aktuális versennyel is összevetve.

A magyar versenyzők eredményei:

Batki Júlia: aranyérem

Katona Dávid: ezüstérem

Zsótér Soma: ezüstérem

Vörös Tamás: bronzérem

Ők mindannyian az ELTE Apáczai Csere János Gyakorlógimnáziumának végzős tanulói, kémia tanáruk Villányi Attila. A kémiai diákolimpiai csapat esetében még sosem fordult elő, hogy a sokfordulós, számos iskola diákja részvételével zajló válogatón a teljes csapat egy iskolából került volna ki. Villányi tanár úr a csapatot szakmai megfigyelőként a versenyen is segítette; magában a válogatásban és az olimpiai felkészítésben a korábbiakhoz hasonlóan nem vett részt. A csapat idei eredménye a diákok mellett megérdemelten az ő sikere is.

A csapat a nem hivatalos pontversenyben a 8. helyre került. Az európai csapatok közül Oroszország szerepelt nálunk jobban. A legmagasabb pontszámokat ismét döntően ázsiai vagy ázsiai származású diákok (Tajvan, Kína, Korea, Szingapúr, Japán és az USA) szerezték. Ebben nyilván szerepe van oktatási rendszerüknek és népességüknek is, de felmerül a gyanú néhány ország esetén, hogy középiskolás versenyzőik a szabályokat megszegve hosszabb, egyetemi stílusú és szintű képzést is kapnak.

Az ilyen típusú képzés az idén is hasznos lehetett, hisz a versenyben még mindig bőséges – bár a néhány évvel korábbiaknál jelentősen kevesebb – egyetemi szintű anyag szerepelt. A csökkenés talán a verseny újragondolt szabályainak köszönhető, amelyek szigorúan korlátozzák a középiskolások számára ismeretlen té-

Érmesek és kísérők



makörök mennyiségét a versenyen. Az idén a szerves kémia kapcsán (NMR-spektroszkópia, szintetikus munka, reakciómechanizmusok) került be a legtöbb ilyen vitatható terület.

Különösen a laboratóriumi munka során vártak olyan gyakorlatosságot a résztvevőktől, ami középiskolások esetében irreális. A verseny laboratóriumi fordulója ismét hosszú volt, három feladatot kellett elvégezni 5 óra alatt. Az első feladatban egy szerves vegyület szintézise és tisztítása, a másodikban egy ismeretlen fémkomplex összetételének meghatározása volt kitűzve. A preparatív munka szintje semmiképp nem volt középiskolai, a részletes recept (mennyiségek) nélküli átkristályosítás, forró szűrővel, javítási lehetőség nélkül a legtöbb diplomás vegyésznek sem rutinmunka.

A legszellemesebb a harmadik mérés volt, ahol a diákoknak vezetőképesség mérésével kellett egy felületaktív anyag kritikus micellaképződési koncentrációját meghatározniuk, ráadásul a kísérlet saját maguknak kellett megtervezni. Ez a verseny feszültsége és az idő szorítása miatt nem volt könnyű, sokaknak már nem jutott gondolkodásra sem elegendő ideje.



Sir Harry Kroto Nobel-díjas kémikussal

Az 5 órás elméleti forduló 6 feladata eléggé terjedelmesre sikerült. 42 oldalas feladatlapon kellett a diákoknak átrágniuk magukat 5 óra alatt. A feladatok a kémia több területéről (reakciókinetika, szerves szintézis, fémkomplexek kémiája, NMR-spektroszkópia) is merítettek. Némelyik feladat nem sokkal rugaszkodott el a bevezető egyetemi tankönyvek gyakorló feladatainak szintjéről, de voltak fejtorést igénylő példák is. A szerzők nem követték a tavalyi Budapesten bevált elgondolást, a középiskolások szintű ismeretek mélységének, a más területeken való alkalmazásának felmérését.

A két szerves kémiai feladat szép volt, de tagadhatatlanul kevéssé. A ritonavir HIV-gyógyszer és az epoxigyanták szintézisének végigkövető reakciósorok azonosításához alapos kémiai ismeretek kellenek, nemcsak a szorosan vett kémia, hanem az NMR-spektrumok megfejtése is elengedhetetlen volt. A fizikai-kémiai feladatokban volt talán a legkevesebb ötletességre szükség. Az első példa Avogadro-szám meghatározási módszereket (krisztallográfia, radioaktivitás, ülepedési egyensúly) mutatott be. Itt sokat segíthetett, hogy a végeredmény nagyságrendje egyértelmű volt. Egy másik feladatban egy fehérje fel- és letékeredésére vonatkozó egyensúlyi állandót és sebességi állandót kellett meghatározni. Ez akár bevezető példa lehetne az egyetemi általános kémia könyvekben, csak a megoldásra használt grafikus ábrázolás kicsit régimódi. A kinetikai feladat volt talán a legszellemesebb, a hidrogénmolekulák csillagközi por felületén lejátszódó keletkezésének mechaniz-



musát vizsgálták. A szokatlan az volt, hogy levezetéseket és képletek megadását várták, ami az értékelésnél nem volt ideális.

A hatodik feladat a fémkomplexek izomériája, elektronszerkezete körül mozgott, de került egy kis klasszikus analitika is bele. Persze, akit bőségesebben kioktattak a fémkomplexek témaköréről, az könnyebben juthatott tovább a feladatban.

Elképesztett bennünket, hogy egy-egy feladatot (250 diák 3–4 oldalas munkája) csak egy ember javított. Csoda, hogy a szükséges 24 óra alatt megvoltak, de nem csoda, hogy rettentő bőkezűek voltak a pontokkal. Azt persze csak remélhetjük, hogy konzisztensen voltak engedékenyek.

A laboratóriumi és az elméleti forduló feladatainak magyar fordítása elérhető az olimpia magyar honlapján (<http://olimpia.chem.elte.hu>).

A magyar csapat szigorúan kéthetes válogatóját és előkészítőjét az ELTE Kémiai Intézete végezte. A tágabb keretbe az Országos Középiskolai Tanulmányi Verseny és a Középiskolai Kémiai Lapok levelező versenyének legjobbait hívtuk meg. Egy hét után a 28 főből 12-t hívtunk meg a második fordulóra. Az idei felkészítésben közreműködött Berkes Balázs, Daru János, Igaz Sarolta, Kóczán György, Kotschy András, Magyarfalvi Gábor, Perényi Katalin, Sánta Zsuzsanna, Szabó András, Szalay Roland, Szalay Zsófia, Tarczay György, Varga Szilárd és Vesztergom Soma.

A diákolimpia alatt az olimpia intézőbizottságának több tagját is megválasztották. Idén egy európai tag kerülhetett be. Erre a pozícióra Magyarország képviselőjét szavazta meg a 64 ország képviselőiből álló nemzetközi zsűri. A diákolimpiai program támogatásáért ezúton is szeretnénk köszönetet mondani az Oktatási Minisztériumnak.

Magyarfalvi Gábor

HÍREK AZ IPARBÓL

Richard R. Schrock, 2005. évi Nobel-díjas látogatása Budapesten. A ThalesNano Zrt. vezetésének meghívására 2009. augusztus 4-én Budapesten járt **Richard R. Schrock**, a Massachusetts Institute of Technology (MIT) professzora, aki megosztva nyerte el a 2005. évi kémiai Nobel-díjat az olefin metatézis módszer kifejlesztéséért. Ez a környezetbarát eljárás különösen alkalmas különböző szerkezetű szerves molekulák előállítására, amelyek igéretesek a gyógyszeriparban és a műanyagok gyártásában.

A Magyar Kémikusok Egyesülete, az ACS Magyar Tagozata és a ThalesNano Zrt. közös szervezésében a tudós népes hallgatóság előtt tartott előadást a Graphisoft Park előadótermében „Thousands of MAP Catalysts for Olefin Metathesis: Efficiency, Longevity, and Asymmetry at the Metal” címmel. Többek között a homogén szerves fémkatalizátorok immobilizálására történt kísérletekről számolt be, ami a ThalesNano Zrt.-vel kialakítandó tudományos együttműködés egyik fontos területe.

Gyógyszerkutatás

A HIV megelőzéséért. A Sanofi Pasteur, a sanofi-aventis Csoport vakcinaágazata (EURONEXT: SAN és NYSE: SNY) ismertette az elmúlt hat évben Thaiföldön végzett HIV-vakcinakörvizsgálat eredményeit. A több mint 16 000 felnőtt önkéntes részvételével végzett III. fázisú klinikai vizsgálatban kimutatták,

hogy a vizsgálati HIV-vakcina biztonságosnak és mérsékelt hatékonyan bizonyul a HIV-fertőzés megelőzésében.

Az ALVAC® HIV és AIDSVAX® B/E vakcinák ún. prime-boost (primer-élekeztető) kombinációja 31,2%-kal csökkentette a HIV-fertőzések arányát a placebokezeléshez viszonyítva.

„Jóllehet szerénynek mondható, a HIV-fertőzés kockázatának csökkenése statisztikailag szignifikánsnak bizonyult. A vírus 1983-as felfedezése óta ez az első konkrét bizonyíték arra vonatkozóan, hogy a HIV elleni oltóanyag kifejlesztése megvalósítható feladat” – mondta Michel DeWilde, a Sanofi Pasteur egyik vezetője.

A HIV-vakcinát értékelő vizsgálatot a thai Egészségügyi Minisztérium végezte, a vizsgáló csapat pedig kiváló thai és amerikai kutatókból állt.

A 2009. évi Magyar Gyógyszerkutatásért Díj

A Magyarországi Gyógyszerkutatásért Alapítvány és az eddigi díjazottak az 2009. évi Magyarországi Gyógyszerkutatásért díjat **dr.**



Pallos László professzornak, az EGIS Gyógyszergyár NyRt. nyugalmazott kutatási igazgatójának ítélték oda a magyar gyógyszerkutatás területén folytatott igen eredményes, originális magyar gyógyszer kifejlesztését és terápiás alkalmazását eredményező kiemelkedő kutatómunkájáért, továbbá azon meghatározó tudomány- és kutatásszervezési aktivitásáért, amellyel nagymértékben hozzájárult, hogy a rendszerváltás után az EGIS Gyógyszergyár NyRt. és kutatás-fejlesztéssel foglalkozó újabb generációi tovább folytathatják a több mint százéves magyar gyógyszeripar nemzetközileg is magasra értékelt tevékenységét.

Kiemelkedő eredményei között tartjuk számon többek mellett:

a jelentős népgazdasági eredményt biztosító, új típusú, spazmolitikus hatású molekula, a Halidor eredeti magyar készítmény felfedezésében, kifejlesztésében és terápiás bevezetésében játszott meghatározó szerepét, amely a készítményt több országban is a mindennapi terápia részévé tette;

1976 és 1979 között a Gyógynövény Kutató Intézet tudományos igazgatóhelyetteseként, majd 1979 és 1989 között az EGIS Gyógyszergyár kutatási igazgatójaként a K+F egységek aktivitásának megújítását, korszerű kutatási feltételek kialakítását és biztosítását, amely elősegítette és megkönnyítette ezen gyógyszeripari kutatási egységek új gazdasági környezetbe történő beilleszkedését;

a European Federation for Medicinal Chemistry vezetőségi tagjaként 1985 és 1995 között a magyar gyógyszerkutatás érdekében végzett tevékenységét, amely többek mellett lehetővé tette, hogy 1988-ban a „VIIIth International Symposium on Medicinal Chemistry” nemzetközi rendezvényt Budapesten tartsák, amely számos magyar kutatónak megkönnyítette első nemzetközi megjelenését;

a Magyar Kémikusok Egyesület Szerves és Gyógyszerkémiai Szakosztály munkájának irányítását, és ezen idő alatt a két évenkénti Vegyészkonferenciák megszervezésében játszott szerepét, majd az Egyesületben elnökhelyettesként 1996–2002 között végzett példamutató szervező munkásságát.



Vegyipari mozaik

Mi újság a BorsodChemnél? A Wanhua 2009. szeptember 9-én kiadott sajtóközleményében megerősítette, hogy stratégiai befektetőknek érdeklődik a BorsodChem magyar vegyipari csoport iránt. Az azóta eltelt időszakban a Wanhua tárgyalásokat folytatott a BorsodChem vezetésével, a többségi tulajdonos Permirával, a magyar kormány tagjaival, és végül a banki és a köztes hitelezőkkel. A Wanhua minden fél számára előnyös megoldást szeretne elérni, valamint azt, hogy a BorsodChem szakmai és pénzügyi szempontból egyaránt egészséges vállalattá válhasson.

A tárgyalásokon a Wanhua kifejezte jó szándékát, valamint kifejtette a BorsodChemmel kapcsolatos hosszú távú befektetői elképzeléseit, amelyek a következők:

A Wanhua-nak határozott szándékában áll, hogy kölcsönös megengedés útján váljon stratégiai befektetővé a BorsodChemben, ami minden érintett javára válik.

Stratégiai befektetőként a Wanhua segíteni szeretné a BorsodChemet abban, hogy sikeres legyen hiteleinek átstrukturálásában, valamint abban, hogy a BorsodChem magas adósságállománya mihamarabb csökkenjen, és csökkenjen az üzleti tevékenységének pénzügyi kockázata.

Hosszú távú stabilitást biztosítva a BorsodChem és annak dolgozói számára a Wanhua segítségével a BorsodChem Európa vezető vegyipari gyártójává válhat.

A Wanhua szándéka a BorsodChem kazincbarcikai üzemébe beruházni és kibővíteni az üzem gyártókapacitását, amely európai, közel-keleti és afrikai piacokat szolgálna ki. Továbbá a Wanhua biztosíthatja az ázsiai és az észak-amerikai piacra lépés lehetőségét a BorsodChem számára, valamint a BorsodChem termékeinek szélesebb körére nyújt értékesítési lehetőséget már meglévő európai ügyfélkörében.

A Wanhua az MDI és TDI legfejlettebb gyártástechnológiájával rendelkezik. Szándékában áll mind a technológiát, mind szakértelmét megosztani a BorsodChemmel, hozzásegítve a magyar vállalatot ahhoz, hogy hatékonyabban, illetve több és jobb minőségű terméket állítson elő.

A stratégiai partner Wanhua-ával bővülnének a magyarországi gyárban a foglalkoztatási lehetőségek és fokozódna a stabilitás.

A Wanhua az Ázsia–Csendes-óceáni térség legnagyobb izocianát-gyártója. A céget az izocianát-technológia globális vezető innovátoraként ismerik világszerte és a Wanhua helyezi üzembe 2010-ben a világ legnagyobb és legintegráltabb izocianát-gyárát. A Wanhua termékeit 40 országban értékesíti Észak-Amerikában, Nyugat- és Kelet-Európában, Japánban, a Közel-Keleten, valamint Dél-kelet-Ázsiában.

A BorsodChem vezérigazgatója, Wolfgang Büchele szerint a kínai cég hátráltatja a hitelezőkkel történő megállapodást; állítása szerint a Wanhua két hongkongi befektetési alapon keresztül felvásárolta a társaság mezzanine-hiteleinek jelentős részét, s blokkolja az adósságállomány átstrukturálására vonatkozó megállapodást.

Büchele szerint a kínaiakkal történő együttműködésből a cégnek kevés előnye származna, hiszen a BC-nek rendelkezésre áll saját technológiája, értékesítési csapata van Európában, Afrikában és a Közel-Keleten. A Wanhua viszont azonnal előnyhöz jutna a BC kiváló piaci pozíciójából, emellett kihasználhatná, hogy a társaság értékesítési csatornáin keresztül juttatja el a piac szereplőihöz saját termékeit.

Az NFGM közleménye: „A sajtóban közelmúltban megjelent Magyar Fejlesztési Bankkal (MFB) és a magyar állami szerepvállalással kapcsolatosan a Nemzeti Fejlesztési és Gazdasági Minisztérium

(NFGM) kijelenti, hogy jelenleg a Magyar Állam sem közvetlenül, sem az MFB-n, sem más állami szereplőn keresztül nem nyújt hitelt a BorsodChemnek és nem tulajdonos a társaságban.

A Magyar Kormány felelősen tekint a válságtól különösen sújtott iparág nagy múltú vállalatára és munkavállalóira, ezért hangsúlyozottan fontosnak tartja, hogy a BorsodChem mindenkori tulajdonosa hosszú távon gondolkodjék a BorsodChemben és garantálja a hazai munkahelyek megőrzését.

Az NFGM ezért folyamatosan kiemelt figyelemmel kíséri a társaság körül zajló eseményeket, a jelenlegi tulajdonosok és hitelezők, valamint a kínai befektetők közötti tárgyalásokat. A piaci szereplők közötti egyeztetésekbe ugyanakkor a kormány a jelen helyzetben aktívan nem kíván beavatkozni.

A vállalat iránti felelősségtől vezérelve, a magyar kormány eddig is több intézkedést tett. 2009. július 31-én módosította az egyedi kormánydöntésről (EKD) szóló szerződést. Ennek értelmében a 2009–2011. időszakban a BorsodChem létszámvállalás tekintetében eltérhet az eredeti szerződéstől oly módon, hogy plusz egy év monitoring-időszak (2012) során is vállalja az államháztartási bevétel kompenzációját a továbbfoglalkoztatási kötelezettség teljesítésével.

A kormány tekintettel a válság hatásaira, lehetőséget nyújtott arra, hogy a SMART pályázatokon támogatást elnyert vállalatok a megváltozott gazdasági körülményekhez igazíthassák szerződéseik teljesítését.

Amennyiben a BorsodChemnél a munkahelyek megőrzése érdekében szükségessé válik az állami beavatkozás, akkor egy tiszta tulajdonosi és rendezett hitelezői struktúrával rendelkező céggel a Magyar Köztársaság Kormánya kész tárgyalásokat folytatni. (portfólió, napi, MTI)



A MOL stratégiája. Varró László a Portfolio.hu-n válaszolt az olvasók MOL-lal, illetve olajiparral kapcsolatos kérdéseire. A magyar olajtársaság stratégiai és fejlesztési igazgatója elmondta, hogy a következő 5 évben az INA-val és a Pearl-projekttel kapcsolatos teendők fogják a legfontosabb feladatokat jelenteni a társaságnak, valamint a MOL be fog lépni a villamos energia piacára is. A CEZ-zel közösen épített erőművek várhatóan 2013-ig fognak üzembe állni.

A K+F fejlesztésekkel kapcsolatban a MOL két fontos területre fókuszál: nem konvencionális gáz, illetve alternatív energia (biodízel és geotermikus energia).

A nem konvencionális gázzal kapcsolatos K+F-nek az Alföld alatt található nagy mennyiségű gáz esetén extrém módon nehéz technológiai problémákat kell megoldania, amihez a jövőben komoly infrastrukturális beruházások is szükségesek lesznek, így az „alföldi gázzal” csak középtávon lehet számolni az ország gázellátásában.

Az elmúlt időszak biodízel-fejlesztéseinek eredményeként jelenleg is folyamatban van a nemzetközi szabadalmaztatása egy MOL K+F-ben készült 2. generációs biodízel technológiának, amely komoly előrelépést fog jelenteni a cég számára.

A geotermiával kapcsolatban Varró László elmondta, hogy hazánkban alkalmasabb lenne a geotermikus energia fűtés célú hasznosítása, azonban ez a rossz szabályozási környezet miatt mégsem lehetséges, így ők is erőműépítésben gondolkodnak. Az ausztrál partnerekkel létrehozott cég (CEGE) mintegy fél tucat helyet vizsgál, és komoly erőforrásokat szánnak a geotermiára.

Varró László kifejtette, hogy a MOL-hoz hasonló közepes olajtársaságoknak abszolút van helye a világpiacon, ebből is következik, hogy a társaság még sokáig függetlenként tevékenykedhet az energiaiparban.



A HÓNAP HÍREI

EGIS, személyi változások. Az Egis bejelentette, hogy 2009. október 1-jétől dr. Hodász István korábbi kereskedelmi igazgató az új vezérigazgatója. Ettől az időponttól a kereskedelmi igazgatói tisztséget dr. Mázsár Péter tölti be.

Dr. Mázsár Péter korábban a Pfizer termékmenedzsere volt, később az Aventisnél és a sanofi-aventisnél töltött be termékmenedzseri, üzletágvezetői és üzletág-igazgatói pozíciókat. 2006-ban csatlakozott az Egishez mint nemzetközi értékesítési és marketing-igazgató.

Banai Endre összeállítása

Kétéves a TINC

Második születésnapját ünnepli idén ősszel a NanoTudomány Nemzetközi Közössége (The International NanoScience Community – TINC). A 2007 novemberében hazai vegyészek által indított virtuális közeg Európa, Amerika és Ázsia nanotechnológia iránt érdeklődő kutatóinak, diákjainak kedvelt weboldalává vált. A 2300 regisztrált felhasználó aktívan bekapcsolódik a közösség életébe, 13 blog, 60 tematikus csoport és számtalan fórum várja a csatlakozni kívánókat. A www.nanopaprika.eu több mint húsz, nanotudományokkal foglalkozó nemzetközi konferencia és szakmai kiállítás médiapartnere 2009-ben és 2010-ben.

MKE-HÍREK

MKE-programok

26. Borsodi Vegyipari Nap

„A fenntartható fejlődés érdekében...”

Időpont: 2009. november 25. (szerda)

Helyszín: MTA Miskolci Akadémiai Bizottság (Miskolc, Erzsébet tér 3.)

Az MKE Kristályosítási és Gyógyszerformulálási Szakosztálya előadóülést tart.

Időpont: 2009. november 26. 14.00

Helyszín: Budapest, II. Fő u. 68., a MTESZ székház 219. sz. helyisége

Program:

Ambrus Rita (Szeged, Gyógyszer-technológiai Int.), Markovits Imre (EGIS Nyrt.): Beszámoló a BIWIC 2009 „16th International Workshop on Industrial Crystallization” konferenciáról.

Kiss Violetta (CHINOIN Zrt.): Beszámoló az ESCC 2009 „European Symposium on Comminution and Classification” konferenciáról.

Az MKE Kémia és Vegyipar-történeti Szakosztály programjai

A 2009. év a szakosztály életében (Várkonyi E., Farkas B.)

1. Az MKE Kémia- és Vegyipar-történeti Szakosztálya 2009. november 11-én tartja 15 órakor soron következő szakosztályi ülését az MKE Fő utca 68. I. em. 9. termében.

Az ülés programja:

Próder István: Fábián Évától búcsúzunk

Vámos Éva: A VII. Nemzetközi Kémiatörténeti Konferencia (Sopron, 2009. aug. 2–5.)

2. Az MKE Kémia- és Vegyipar-történeti Szakosztálya

2009. december 2-án tartja évzáró ülését 15 órakor az MKE Fő utca 68. I. em. 9. termében.

Az ülés programja:

Prof. Dr. Inzelt György: Kortársak: Mengyelejev és Than Károly

Konferenciák

Kozmetikai Szimpózium 2009

2009. november 12. csütörtök, Budapest

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!

ELŐZETES PROGRAM: www.mke.org.hu

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Kis-Menyhárt Andrea, andrea.menyhart@mke.org.hu

Hungarocoat-Hungarocorr 2009

2009. november 25–26.

Budapest, Eötvös Loránd Tudományegyetem,

1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1.

Jelentkezési lap: www.hungarocoat.hu

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Bondár Mónika, mail@hungarocoat.hu

6th International Congress On Pigments in Food

2010. június 20–24.

Budapest, Eötvös Loránd Tudományegyetem,

1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1.

On-line regisztráció lehetséges a konferencia honlapján

keresztül: <http://www.foodpigments2010.mke.org.hu>

Absztrakt feltöltési határideje: 2009. december 15.

Korai regisztrációs díj fizetési lehetőség: 2010. március 15-ig

Kiállítók jelentkezését szeretettel várjuk!

TOVÁBBI INFORMÁCIÓK: Bondár Mónika, foodpigments2010@mke.org.hu

.....

FELHÍVÁS

Tisztelt Tagtársak!

Kérjük Önöket, hogy a **2010. évi tagdíjat 2009. november 27-ig szíveskedjenek befizetni** az MKE hivatalos lapja, a Magyar Kémikusok Lapja zökkenőmentes eljuttatása érdekében.

Az e havi Magyar Kémikusok Lapja mellett található a tagdíj befizetésére szolgáló csekk. A csekket szíveskedjenek jól olvashatóan kitölteni.

A tagdíjat befizethetik személyesen az Egyesületben készpénzzel, valamint átutalással a CIB Banknál vezetett 10700024-24764207-51100005 számlára. Kérjük, az átutaláson tüntessék fel nevüket és lakcímüket.

A Magyar Kémiai Folyóirat 2009. évi előfizetésének megrendelőlapját mellékeljük; az előfizetési díj fizető egyesületi tagjaink számára 1400 Ft. Kérjük, az előfizetési díjat a tagdíjjal együtt fizessék be a mellékelt csekken.

A közgyűlés által jóváhagyott 2009. évi tagdíjak a következők:

Nyugdíjasoknak, diákoknak, GYES-en lévőknek: 3500 Ft/év

Dolgozóknak: 7000 Ft/év

Ahol munkahelyi összekötő működik, ott a tagdíjat neki kérjük átadni, és ő fogja azt Egyesületünkbe eljuttatni. Ahol a munkahely levonja a munkabérből a tagdíjat, a részünkre megküldendő lista alapján tartjuk nyilván a tagdíj befizetését.

Folyamatosan újuló, egyre több információt tartalmazó honlapunkon (www.mke.org.hu) 2004 novemberétől lehetővé vált, hogy **Egyesületünk minden tagja saját maga ellenőrizhesse, és ha kell, javítsa adatait on-line működő tagnyilvántartó rendszerünkön.**

Kérjük, látogassák meg honlapunkat és segítsék, hogy nyilvántartásunk valóban naprakész lehessen. Aktív közreműködésüket előre is köszönjük.

Ezután is mindent elkövetünk szolgáltatásaink színvonalának emelése, a kedvezményeink – alacsonyabb részvételi díjak, ingyenes álláshirdetés, egyéni és csoportos külföldi tanulmányutak megszervezése, kedvezményes üdülési lehetőségek, a kémiaoktatás segítése – fenntartása érdekében.



Felhívjuk a T. Kollégák figyelmét, hogy az ünnepek miatt a januári Magyar Kémikusok Lapjába a programok leadási határideje: november 14.

A TÖMEGSPEKTROMETRIA (MS) ANALITIKAI ÉS SZERKEZETVIZSGÁLATI ALKALMAZÁSAI témában szakképzési tanfolyamot tartunk 2009. november 16–20. között. A képzés előadások és gyakorlatok szerves egysége, amely módot ad a résztvevőknek ismereteik elmélyítése, új ismeretek megszerzése mellett a tanultak gyakorlatban való alkalmazásának a kipróbálására, begyakorlására is. A képzés időtartama 5 nap, 20 óra elméleti oktatás és 12 óra gyakorlati oktatás. A képzésben részt vehetnek szakirányú felsőfokú végzettséggel és/vagy kromatográfiás előképzettséggel rendelkező technikus minősítéssel rendelkező szakemberek. A tanfolyam végeztével az eredményes értékelő vizsgát tett résztvevők OKLEVELET kapnak arról, hogy az adott modul anyagát sikeresen elsajátították.

A tanfolyam vezetője és előadója Dr. Balla József. A részvételi díj 90 000 Ft + ÁFA. A tanfolyam díja nem tartalmazza az étkezést és a szállást. A képzés államilag nyilvántartott továbbképzés. Nyilvántartási szám: 01-0744-05. Szállás lehetőségével kapcsolatban a Martos-kollégiumban érdeklődhetnek a 30/911-57-55 vagy 30/912-45-06 telefonszámokon.

A Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vegyész-mérnök és Biomérnöki Kara, ill. Szerves Kémiai és Technológia Tanszéke 2010 februárjában indítja negyedik alkalommal a MAB által akkreditált, újjólag megszervezett

Gyógyszerkémiai szakirányú továbbképzési szakot.

A képzésen egyetemi szintű vegyész-mérnök, biomérnök, környezetmérnök, vegyész, biológus, kémia tanár, orvos, gyógyszerész és állatorvos végzettséggel rendelkezők (a régi egyetemi rendszerben végzetek és az új MSc-diplomások) vehetnek részt. A képzés másoddiplomát ad, 4 féléves, diplomamunka-védéssel, illetve záróvizsgálattal zárul, előreláthatólag 2012 februárjában. Félévi óraszám: 120 óra. A képzés heti egy teljes munkanapot vesz igénybe. A tanórák előreláthatóan mindig hétfői napon lesznek, február végétől 12 héten át, ezt követő vizsgaidőszakkal.

Felvilágosítás és előzetes jelentkezés (kérésre jelentkezési űrlap küldése) **Dr. Kádas István tud. főmunkatársnál (BME Szerves Kémiai és Technológia Tanszék, 1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3. Postai cím: BME, 1521 Bp. Pf. 91., tel.: 463-3695; fax: 463-3648, e-mail: ikadas@mail.bme.hu).**

Végleges jelentkezéshez szükséges még a **szakmai önéletrajz** és **oklevélmásolat** benyújtása. A félévenkénti tandíj előreláthatólag: 350 000 Ft (amely nagyobb számú jelentkező esetén még csökkenhet). A tandíjat a munkáltató tanulmányi szerződés kötése mellett részlegesen vagy teljes egészében átvállalhatja.

Jelentkezési határidő: 2010. január 31.

TIT JÓZSEF ATTILA SZABADEGYETEM PROGRAM 2009–2010

Kémia a mindennapokért

A MAGYAR KÉMIKUSOK EGYESÜLETE ELŐADÁS-SOROZATA

Helyszín: TIT József Attila Szabadegyetem,
1088 Budapest, Múzeum utca 7.

Időpont: 2009. november 12-től 2010. április 20-ig,
csütörtök, 17³⁰ óra

Részvételi díj: 10 400 Ft

Beiratkozás a kurzusra: díjbefizetéssel

2009. szeptember 21.–október 2. (utána is van lehetőség)

Díjbefizetési módok:

készpénzbefizetéssel a TIT-nél, 1088 Budapest, Múzeum utca 7., CIB bankszámlára utalással (szálszám: 10700691–43161304–51100005), postai csekken a CIB bank 10700691–43161304–51100005 számlaszámra (utóbbi két esetben a befizetés célja – „Kémia a mindennapokért” – feltüntetendő)

A kurzus rövid leírása

A kémia eredményei közvetlenül járulnak hozzá mindennapjainkhoz és a jelenkor természetesen vett életminőségéhez. Az energiahordozók, az élelmiszerek tartóssága és csomagolóanyagai, a ruhák, amelyeket viselünk, az anyagok, amelyek nélkül a használati tárgyaink nem a megszokott minőségűek lennének, sőt egy részük nem is létezne, mind valamilyen mértékben a kémiai tudás eredményei és termékei. Különösen igaz ez a gyógyszerekre és a gyógyászatban használatos anyagokra, amelyek súlyos betegségeket gyógyítanak, javítják az életminőséget és meghosszabbították az átlagéletkort. A kémia, más tudományokkal együtt, megalapozza azt a fejlődést, amit a jövőben elérhetünk és tovább növelheti azt a jólétet, ami ebből a fejlődésből származik. Míg 2007 a fizika éve volt, **2011 a kémia éve lesz.**

Szükség van a társadalom, a nem szakértő közvélemény ismereteinek bővítésére olyan módon, hogy a tudományos fejlődést, annak eredményeit és pozitív, esetenként negatív hatásait szakemberek ismertessék vagy értelmezzék, elkerülve a nem hozzáértő, a tényeket egyoldalúan, olykor eltorzítva bemutató, ezáltal félrevezető állítások terjedését.

Sorozatunk az érdeklődőknek kíván segíteni a tájékozódásban. Olyan területekre kalauzol el, mint a molekulák világa és az annak megismerését szolgáló korszerű vizsgálati módszerek. „Mit is eszünk?” – az élelmiszer-biztonság napjaink, esetenként aggodalomra is okot adó kérdése mindannyiunk számára, vagy: „Mik azok a vezető polimerek és miért fontosak nekünk? Hogyan jut el egy gyógyszer-molekula a számítógépes tervezéstől a patika polcáig?” Sorozatunk számos hasonlóan érdekes kérdést próbál megválaszolni a Magyar Kémikusok Egyesülete (MKE) kutatóinak tolmácsolásában.

Az előadások

2009-ben:

November 12. A molekulák hangja: az NMR-spektroszkópiáról – Szántay Csaba

November 26. Kalandozásaim a katalizátorok különleges világában – Bakos József

December 10. A csodálatos víz – Beck Mihály

December 17. A nanotechnológia különleges anyagai – Zrínyi Miklós

2010-ben:

Január 14. Környezetbarát (zöld) kémia – Keglevich György

Január 28. A Volta-oszloptól a tüzelőanyag-elemekig – Inzelt György

Február 11. Fémvegyületek gyógyászati alkalmazásai – Kiss Tamás

Február 25. A gyógyszerre válás rögzös útja – Mátyus Péter

Március 11. Drogok a vérben ... – Benkő András

Március 25. Kristállyá szerveződő molekulák – Demeter Ádám

Április 1. Élelmiszer-biztonság. Tudja Ön, hogy mit eszik? – Biacs Péter

Április 15. Az MKE története – Tömpe Péter

Április 20. Az MMKM Vegyészeti Múzeuma kincsei – Próder István



Az MKE Intézőbizottság ülése

(2009. szeptember)

1. Az Intézőbizottság egyetértett azzal, hogy az MKE csatlakozzon a CEE országok (cseh, német, magyar, osztrák, szlovák, szlovén) kémikus egyesületei által benyújtandó EU-s pályázathoz. Az EAC/26/2009 jelű projekt keretében elnyerhető támogatásra az Európai Bizottság Oktatási és Kulturális Igazgatóságánál, az élethosszig történő tanulási programok koordinálása témakör keretében lehet pályázni. A felsorolt országok kémikus egyesületeinek elnökei a „Kémia Nemzetközi Éve 2011” eseményre felkészülés jegyében kezdeményezték a közös pályázat benyújtásában megnyilvánuló együttműködést.

2. Egyesületünk megkezdte A Kémia Nemzetközi Éve magyarországi programsorozata keretében kiemelkedő eseménynek tervezett „MKE I. Nemzeti Konferencia (2011)”-re való felkészülést. A konferencia szakmai szervezőbizottságát Mátyus Péter, az MKE elnöke vezeti, tagjai a kémia tudomány, az oktatás, a vegyipar és a gyógyszeripar képviselői.

3. Kovács Lajos (SZTE) egy természettudományi ombudsman intézmény felállításának kezdeményezését ajánlotta az MKE figyelmébe. Az Intézőbizottság támogathatónak véli az alapgondolatot és egy más szervezetekkel is megtárgyalható javaslatot fog készíteni.

4. Az Intézőbizottság sajnálattal vette tudomásul Bakos József kollégánk döntését, hogy a 2007–2011-es időszak további részében már nem tudja vállalni az intézőbizottsági tagság tisztségét.

Kovács Attila

Emlékeztető

a Magyar Kémikusok Lapja szerkesztőbizottságának és szerkesztőségének 2009. szeptember 7-i üléséről

Jelen vannak: Androsits Beáta, Beck Mihály, Buzás Ilona, Hancsók Jenő, Hermecz István, Horváth Imre, Janáky Csaba, Kalász Huba, Keglevich György, Kiss Tamás, Kovács Attila, Liptay György, Szekeres Gábor, Szépvölgyi János, Tömpe Péter.

Kimentését kérte: Antus Sándor, Biacs Péter, Chladek István, Gál Miklós, Körtvélyessy Gyula, Lente Gábor, Mizsey Péter, Müller Tibor, Rácz László, Szabényi Imre, Zékány András.

Távollétét előzetesen nem jelezte: Juhász Jenőné, Körtvélyesi Zsolt, Nemes András, Müller Tibor, Szabó Ilona.

Az ülés napirendje a következő volt:

Tájékoztatás az MKL megújulásának és 2009-es lapszámait elkészítésének tapasztalatairól.

Tájékoztatás a további laptervekről.

Tájékoztatás az MKL gazdasági helyzetéről.

Egyebek.

1. és 2. napirendi pont

Kiss Tamás, az MKL felelős szerkesztője először bemutatta a szerkesztőség új munkatársait. Ezt követően arról számolt be, hogy a 2009-es évfolyam eddig megjelent számaival, azok tartalmával és külalakjával kapcsolatban számos pozitív visszajelzés érkezett már eddig is. A szerkesztőség egyik célja, hogy évente egy-egy vezérgondolat köré koncentrálja a lapban megjelenő közleményeket. 2009-ben ez az alapgondolat „Nyitás a középiskolák felé”. Ennek jegyében foglalkozott például a lap a köz- és felsőoktatás néhány kérdésével. Be kívánják mutatni a fontosabb tudományos-szakmai konferenciákon, így például az idei Komplexkémiai Konferencián elhangzott előadásokat. Változatlanul tervezik tudományos ismeretterjesztő cikkek megjelentetését. A 2010-es évfolyam vezérgondolata – különös tekintettel arra, hogy a 2011-es esztendő A Kémia Éve lesz – „A kémia jelentősége mindennapjainkban”.

Nagyon fontos technikai előrelépés lesz a lap életében a kéziratok online beküldési lehetőségének megteremtése. A programot szeptemberben próbálják ki, és várhatóan 2009 novemberétől lesz a kéziratok online beküldésére. Egy ideig párhuzamosan fog működni a hagyományos és az online beküldési lehetőség. Kiss Tamás megemlítette, hogy a lap korábbi számainak elektronikus változatai, féléves időeltolódással, már hozzáférhetők az MKE honlapján.

A beszámolót követő vitához hozzászóltak: Kalász Huba, Szekeres Gábor, Hancsók Jenő, Beck Mihály, Kovács Attila, Hermecz István, Szépvölgyi János. A vitában, a lap megújulásával kapcsolatos dicsérő megnyilvánulásokon túlmenően, bíráló észrevételek hangzottak el a lap egyik számában a dopinggal kapcsolatban megjelent cikkhez. Hiányolták az SZB tagjai, hogy a vegyipar problémáival és helyzetével kapcsolatban kevés cikk jelent meg a lapban. A helyzet javítása érdekében az SZB jelen levő kompetens tagjai (Tömpe Péter, Kovács Attila, Hermecz István) felajánlották segítségüket ilyen jellegű írások megjelenésének elősegítésében. Az adott témakörben az SZB számát az ülésen egyéb elfoglaltságaik miatt meg nem jelent tagjai (Körtvélyessy Gyula, Rácz László, Zékány András) támogatására is. Ehhez a kérdéshez kapcsolódik, hogy 2010-ben, a Chinoin megalakításának 100 éves jubileumán, egy, a céggel foglalkozó különszám megjelenése várható.

A hozzászólásokban felmerült az igény, hogy az SZB tagjai online hozzáférhessenek a tervezett lapszámok tartalmához. A vita eredményeként a felelős szerkesztő vállalta, hogy az SZB tagjai – 24 órán belüli véleménynyilvánítási lehetőség biztosítása mellett – elektronikus megkapják a következő lapszámba tervezett cikkek szerzőinek nevét és címét.

Az SZB közlönetét fejezi ki a szerkesztőség munkatársainak a lap tartalmi és formai megújításáért.

3. napirendi pont

Androsits Beáta részletes, havi adatokkal illusztrálta a lap gazdasági helyzetéről szóló beszámolóját. Elmondta, hogy a lap gazdasági helyzete stabil, alapvetően az év eleji terveknek megfelelően alakul. Javítja a pénzügyi mérleget, hogy az MKE, egy Mecenatúra-pályázat keretében, 2 MFt támogatást nyert az MKL kiadásaihoz.

Egyebek

Az SZB következő ülését 2010 januárjában tervezzük. Az ülésre írásos értékelő anyag készül az MKL 2009-es évfolyamáról.

Budapest, 2009. szeptember 18.

Összeállította: Szépvölgyi János

Emlékeztető

a Magyar Kémikusok Lapja szerkesztőségének 2009. szeptember 7-i üléséről

Jelen vannak: Androsits Beáta, Chladek István, Janáky Csaba, Kovács Lajos, Kiss Tamás, Süli Erika

Napirend

Általános köszöntés.

Az online közleménykezelési rendszer kidolgozásának helyzete.

A lap terjedelme növelésének kérdése.

A 2010. év fő feladata a lap számára.

A felelős szerkesztő személyenként megköszönte a szerkesztőség tagjainak áldozatos munkáját, amit az elmúlt év során a lap megújulásának érdekében kifejtettek. Nagyra értékelte, hogy szinte mindenki erején felül részt vállalt abban, hogy az induláskor megbeszélteknek megfelelően mindig legyen elegendő színvonalas anyag a lap időre való megjelenéséhez. A szerkesztőség két hivatásos tagja nagyban hozzájárult ahhoz, hogy – talán szerénytelenség nélkül mondhatjuk – profi színvonalú lapot tudunk hónapról hónapra letenni olvasóink asztalára. A hozzánk eljutott



információk szerint olvasóink egyre növekvő számban elégedettségüket fejezik ki a lap tartalmi és formai megújulásával kapcsolatban. Reméljük, erőnkéből futni fogja a továbbiakban is.

A közlemények on-line beküldésével és kezelésével kapcsolatos rendszer kialakítása Molnár István, az Egyesület számára rendszeresen informatikai szolgáltatásokat végző tanácsadó révén halad, a felgyülemelő egyéb feladatok miatt kissé vontatottan. A rendszer kísérleti kipróbálására 2009 szeptemberére kaptunk ígéretet. Sajnos, ez elmaradt. Reméljük, ez a kis késés nem zavarja a rendszer 2009. évi kipróbálását és 2010-től való bevezetését. 2010 első félévében a régi és az új rendszer párhuzamos működtetése után 2011-től már csak az on-line közleménykezelési rendszer fog működni az MKL háza táján.

A szerkesztőség tudomására jutott, hogy a Gazdasági Bizottság áprilisi ülésén felvetődött a lap terjedelme növelésének elvi kérdése. A szerkesztőség ezt a kérdést úgy látja, hogy pillanatnyilag az évi 12×32 oldal igényes tartalommal való megtöltése, plusz a 4×4 oldal EuChemS-hírelvél megjelenítésével elegendő feladatot jelent a szerkesztőségnek, és nem tartja a lap terjedelmének növelését időszerű kérdésnek.

2009. évre a szerkesztőség fő feladatának azt tartotta, hogy nyissunk a középiskolák felé és próbáljuk meg magunkat jobban láthatóvá tenni a középiskolákban a tanárok és tanulók előtt. Reméljük, ebben valami apró sikert értünk el. 2011 A Kémia Éve lesz, az erre való felkészülésként 2010-ben az szeretnénk bemutatni, hogy a kémia életünk milyen sok területén hagy pozitív nyomot, és segíti azt jobbra, szebbé, teljesebbé tenni.

Kiss Tamás

VISSZHANG

Magyar Kémikusok Lapja Tisztelt Szerkesztősége!

Olvasván októberi számukban Fűri Mária *Óda a kobalt-kloridhoz* című versét, az alábbiak jutottak eszembe:

Még az ötvenes évek derekán a Nők Lapjában olvastam az alábbi versikét. Hölgy írta, de a nevére már nem emlékszem, a vers címe sem. Ezért a címet és az utolsó két sort én toldottam a versikéhez. Akkor még gimnazista voltam, jelenleg már nyugdíjas vegyész vagyok. Íme:

A kémikus paradox panasza

*Anyag vagyok, vegyi összetétel.
Anyag vagyok, ki „lobogva” ég el.
Vízből, sóból, szénből állok holtig,
Míg az anyag bennem fel nem bomlik.
Esteledik, hűvös homály száll rám.
„Fáj az anyag” épp a szívem táján.
Sötétedik, csillag jó az égre,
Az is anyag, „éppen engem kémlel”.*

Egyébként ez a vers énekelhető is a „Kis lak áll a nagy Duna mentében” dallamára.

Dunaújváros, 2008. október 13.

Tisztelettel:
Selmeci Béla

■
Elnézést kérek Selmeczi Béla kedves olvasónktól levele késői közléséért, de sokáig vajdunk „Visszhang” rovatunk megindításával (a felelős szerkesztő).

ISMERETTERJESZTÉS

Kémiai kísérletek a Kutatók Éjszakája szegedi rendezvényén

2009. szeptember 25.

A Kutatók Éjszakája c. rendezvénysorozatot [1] immár ötödjére rendezték meg Európa-szerte, Magyarországon negyedjére, Szegeden pedig harmadjára. Idehaza 2006-ban négy, 2007-ben 11, 2008-ban pedig 14 együttműködő partnerintézmény várta programjaival a látogatókat. 2009-ben szeptember 25-én már 20 városban rendeztek 625 izgalmas, interaktív programot, amelyből 35 Szegeden volt. A korábbi évektől eltérően ezúttal az Európai Unió *nem* támogatta a rendezvényeket összefogó Tempus Közalapítvány pályázatát, mondva csínált formai okokra hivatkozva, amelyen a jogos fellebbezés sem segített. Ez annál is érthetlenebb, mert az Európai Bizottság által kezdeményezett rendezvénysorozat évről évre egyre népszerűbb, tavaly Magyarországon ez a rendezvény összesen 45 ezer látogatót vonzott, ennél költséghatékonyabb módját a természettudományok népszerűsítésének aligha lehet találni. Az Európai Unió támogatásának elmaradása meglehetősen nehéz helyzetbe hozta a szervezőket, mert az idő előrehaladtával kétségessé vált, hogy a rendezvényt színvonalasan meg lehet rendezni, a saját forrásaink ehhez nem voltak elegendők. A Szegedi Tudományegyetem által erre a célra benyújtott és elnyert Mecenatúra-pályázat szerencsére az utolsó pillanatban megmentette a kezdeményezést. Ehhez járult még az a programspecifikus támogatás, amelyet az általunk szervezett műsorok kaptak a Messer Hungarogáz Kft.-től, a Sigma-Aldrich Kft.-től és a Magyar Kémikusok Egyesülete Csongrád Megyei Csoportjától. Ezúton is köszönjük támogatásukat.

Kutatócsoportunk a Szegedi Tudományegyetem Orvosi Vegytani Intézetében a Fizikai Kémiai Tanszék segítségével két program szervezésében vett részt. A tavalyi esemény sikerén felbuzdulva kifejezetten óvodásoknak és általános iskolásoknak is készítettünk életkori sajátágaiknak megfelelő programot ártalmatlan anyagok felhasználásával *A Kisvakond mint kémikus* címmel 17.00 és 19.00 óra között egy 150 m²-es sátorban a Dóm téren. „Óvodás gyerekek a kémikus Kisvakonddal ismerkedhetnek Szegeden, meg fognak érte örülni” – hirdette egy országos internetes portál programajánlójában [2]. Aki jelen volt, az igazolhatja, hogy valóban nagyon lelkesek voltak a részt vevő gyerekek és szüleik.

A következő 11 kísérlet mutattuk be: nátrium-acetátos melegítőpárna kristályosodása; pelenka nedvszívó hatása; kőolajhany; búvós víztaszító (szilanizált) homok viselkedése; szén-dioxiddal működő merülő tengeralattjáró; buborékok szupererős buborékfújó oldatból és viselkedésük tanulmányozása; műhó készítése nedvszívó polimerből; vízben duzzadó polimerből készült óriásbeka; vízben láthatatlan zselégolyók, amelyek törésmutatója megegyezik a vízével; fluoreszcenciával festett poli(vinil-alkohol)-ból és bórxból készített világító rázókeverék; kísérletek héliummal: léggömbfújás, hangmagasság változása a belélegzett gáz hatására.

19.00 órakor a Magyar Kémikusok Egyesülete Csongrád Megyei Csoportja középiskolásoknak kiírt pályázata eredményhirdetése zajlott a színpadon, a díjakat Dr. Hannus István professzor úr, az MKE Csongrád Megyei Csoportjának elnöke nyújtotta át a díjazottaknak.

Nem sokkal ezután kezdődött a „felnőttprogram” (*Hogyan működik? Kísérletek középiskolás diákoknak, szülőknek, felnőtteknek hétköznapi és kevésbé hétköznapi anyagokkal*), amelyet 23.00 óráig kétszer láthatták a nézők. Az alábbi 23 kísérletet mutattuk be:



1. Kóla (diétás kóla és Mentos cukorka egymásra hatásában a kóla szökőkút-szerűen kihat).
 2. A szénsavas ásványvizek kémhatása különböző hőmérsékleteken, különféle indikátorok jelenlétében.
 3. Tojásfőzés – másként (a tojás sósavval lemaratott mészheja alatt a visszamaradó rugalmas héjhártya féligáteresztő tulajdonságú, amelyen a sósav áthatolva kicsapja a tojás fehérjét).
 4. Hidrokoloidok viselkedése (kalcium-alginát gél előállítása és tulajdonságainak bemutatása).
 5. Folyékony nitrogénbe mártott tárgyak (gumi, virágok, gyümölcsök) különös viselkedése.
 6. A melegítőpárna (a nátrium-acetát túltelített oldatának kristályosodása jelentős hőbővel jár, ezért használják melegítőpárnákban).
 7. Kobalt- és nikkelsók elválasztása butanonnal rodanidionok jelenlétében.
 8. Olajfelfutató készlet vízszűrő polimer segítségével.
 9. Szilikonlabda vízűveg alkoholos kicsapásából.
 10. Hidrogén-peroxid és kálium-permanganát reakciója megselezített formában, a keletkező oxigén kimutatása.
 11. Az elefánt fogkrémje (a hidrogén-peroxid látványos bomlása jodidionok és detergens jelenlétében).
 12. Mériük meg az időt egy kémiai átalakulásban! 1. Jódóra (egy klasszikus oszcillációs reakció).
 13. Lítetző nátrium (a fémmátrium vízbontása a víz-hexán elegy felületén, a lejátszódó reakció ciklikus, mechanikus lassítása).
 14. Mériük meg az időt egy kémiai átalakulásban! 2. Zöld-kék-vörös reakció (egy másik oszcillációs reakció feroin redoxindikátor jelenlétében).
 15. Rózsaszínű katalizátor [kobalt(II)-sók katalitikus hatása a hidrogén-peroxid és borkósav reakciójában].
 16. Ezüst-fraktál (ezüstsók elektrolízise: a katódon kiváló ezüst gyorsan növekvő fa alakját ölti az oldat és a levegő határfelületén).
 17. Elektromos áram gyümölcsökből? (az ismert gyümölcs-galvánium réz- és cinkelektrodák felhasználásával).
 18. Csillagszóró a víz alatt (a csillagszórók más éghető anyagoktól eltérően az oxidálószer is tartalmazza, az égésükhöz nincs szükség oxigénre, ez inert atmoszférában és megfelelő körülmények között a víz alatt is megfigyelhető).
 19. Energia a fényben [a metilénkekhez hasonló tionin megfordítható elszíntelenedése vas(II)-só segítségével csak megvilágítás hatására megy végbe].
 20. Kemilumineszcencia (a luminol lúgos közegben hidrogén-peroxidtal oxidálható fénykibocsátás közben, ez különféle fény-átvivőkkel még látványosabb).
 21. Boszorkányóra (az előbbi reakció réz-szulfáttal és kálium-rodaniddal kombinálva).
 22. Az oxigén piros? (szinglett oxigén előállítása lúgos hidrogén-peroxid és klórgáz segítségével; a szinglett oxigén piros szín kibocsátása közben alakul át az általunk ismert színtelen, triplett formává).
 23. A pirogallol kemilumineszcenciája (az előző kísérlet változata, ezúttal pirogallol lúgos-formaldehides oxidációjában).
- A kísérleteket, amelyek sajnos az iskolai oktatásból szinte teljesen eltűntek, a közönség nagy lelkesedéssel fogadta, a felnőtteknek szóló esti programra nagyon sok gyerek is ott maradt, akik rendkívüli aktivitást mutattak. Számos kísérletet nézők bevonásával végeztünk, az önként jelentkezőket ismeretterjesztő könyvekkel jutalmaztuk. Becslésünk szerint mintegy 400–500 fő vett részt a programokban. A kísérleteket hangerősítéssel, világítással ellátott szín-



Előkészületek a szinglett oxigén kimutatásához



Kalcium-alginát hidrokoloid előállítása

PARTYPONTY.HU/FELEVTELEK

padon, a kísérletek és a magyarázatok egyidejű kivettésével és videorögzítésével végeztük. Az előadás igazi színpadi show volt, előre kiszámítható és váratlan elemekkel egyaránt.

A Kutatók Éjszakája 2009 általunk szervezett eseményeit, a kísérletek leírását és rövid magyarázatát, a *Szegedi Egyetem* c. egyetemi magazin [3], a *szegedindex.hu* [4], a *szegedma.hu* [5] és a PartyPonty [6] portálok beszámolóját honlapunkon [7] is összegyűjtöttük. Az eseményről videofelvétel készült, amelyet a Szegedi Városi Televízió és a Telin TV mutatott be, illetve a Szegedi Tudományegyetem videoarchívumába is bekerül.

Az előkészítésben és a helyszíni megvalósításban *Bokros Attila, Bor Pál, Bruncsics Bence, Csikós Orsolya, Fülöp Livia, Kele Zoltán, Kovács Lajos, Kovács Zoltán, Kupihár Zoltán, Pádár Petra, Posta Bálint, Szigili Anett, Szolomájer János, Tóth Péter Sándor és Visy Csaba* vett részt.

Kovács Lajos

HIVATKOZÁSOK

- [1] <http://www.kutatokejszakaja.hu/>
- [2] Kisvakond kémcsövekkel: pénteken Kutatók Éjszakája. <http://www.origo.hu/programajanko/blog/20090924-kutatokejszakaja-2009-szeptember-25-en.html>
- [3] Keresztes Judit: Kíváncsiság és tudomány, Szegedi Egyetem, 2009. szept. 28, <http://www.u-szeged.hu/hirek/egyetemi-élet/kivancsisag-tudomany>
- [4] <http://www.szegedindex.hu/szte/a-gyerekek-heliummal-tepnek-video.html>
- [5] Kutatók Éjszakája Szegeden – képgalériával, <http://szegedma.hu/hir/2009/09/kutatokejszakaja-szegeden-kepgaleriaval/>
- [6] http://www.partyponty.hu/image.php?picid=328090#pic_képtől_kezdődően
- [7] http://www.mdche.u-szeged.hu/~kovacs/KE_2009_f.html

HUNGARIAN CHEMICAL JOURNAL

LXIV. No. 11. November 2009

Contents

Péter G. Szalay: Fireflies, tropical fish, nordic light. What is behind the colourful events of nature?	330
Forum on Public and Higher Education István Labancz: The 576 th experiment	335
Dr. Kónya Józsefné Memorial Competition for Pupils Ádám Balla: Presenting some main research topics of the Agrochemistry and Soil Science Department, Center of Agricultural Sciences and Engineering, University of Debrecen	337
András Pénczes: A lethal poison or the secret to long life?!	341
Bruckner Room Lectures Gábor Mező: Looking for the „magic ball”: targeted delivery of antitumor agents	347
Ádám Bartos: Synthesis of monosubstituted oligoethylene glycols	348
Chembits (Edited by Gábor Lente)	350
The Society's Life	352
News of the Month	353

Kutatók Éjszakája Szegeden

**Hannus István professzor úr díjakat oszt
(a partyponty.hu felvétele)**



Nemcsak szappan-, hanem ködbuborékot is lehet fújni (a partyponty.hu felvételei)

**Indul a visszaszámlálás a kóla zuhanyhoz
(a partyponty.hu felvétele)**

Egy ifjú kutató szilanizált homokot vizsgál
(a partyponty.hu felvétele)

Luminol kemilumeszenciája (Szolomájer János felvétele)

Kobalt-
és nikkelsók
elválasztása
(Szolomájer János
felvétele)

Ők már tudják,
hogya a hélium
könnyebb
a levegőnél
(a partyponty.hu
felvétele)

PF-12 FOTOMÉTER



AKTIVIT Kft.

1145 Budapest, Pétervárad u. 14.

Tel: +36-(1)-470-0125, 221-7865.

Levél: 1581 Budapest 146, PF.: 104.



Fax: 252-9940, Mail: info@aktivit.hu, web: www.aktivit.hu

Környezetvédelmi műszerek, analitikai eszközök



KÉRJE Ön is a magyarnyelvű katalógusunkat !

Az újfajta sokoldalúság felfedezése

PF-12 kompakt fotométer

- Több mint 100 előre programozott mérési módszer
+ saját módszerek tárolhatósága
- Automatikus hullámhossz-állítás
- Háttérvilágított grafikus LCD, magyar segítő menüvel
- Adattárolás GLP szerint
- USB interfész az adatátvitelhez, frissítéshez és tápellátáshoz
- Vízvédett készülékház (IP 67)

MACHEREY-NAGEL



VÍZANALITIKA