



2008

7-8

magyar kémikusok lapja

NITROGÉN / PROTEIN tartalom mérése

*Dumas módszer szerinti égetéssel,
automata analizátorokkal*



Az új szabványos módszer!

A Dumas módszer előnyei:

- * vegyszermentes - környezetbarát
- * nagy mintabemérés: 1...5 g
- * pontos ismételhetőség
- * abszolút pontosság
- * felügyelet mentes
- * tökéletes égés
- * gyors (6 perc)
- * robosztus



AKTIVIT Kft.

H-1581-Budapest, Pf.: 104.

H-1145-Budapest, Pétervárad u. 14.

Tel: 221-7865, 470-0125. Fax: 252-9940.

KÉRJE RÉSZLETES TÁJÉKOZTATÓNKAT !

magyar kémikusok lapja

63. évfolyam, 7-8. szám, július–augusztus

hungarian chemical journal

A MAGYAR KÉMİKUSOK EGYESÜLETÉNEK – A MTESZ TAGJÁNAK –
TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ FOLYÓIRATA ÉS HIVATALOS LAPJA

TARTALOM / CONTENTS

197 Beköszöntő

198 Mobilitás és környezet

198 Geiger András – Bíró Szabolcs – Gergó Péter:
Hulladék gumiabroncsok hasznosítása, gumibitumenek előállítása és alkalmazása

203 Hancsók Jenő – Magyar János – Baladincz Jenő: Záró- és összegző közlemény

204 Horváth Márton – Mátravölgyi Norbert: Csővezetékek rekonstrukciójának tervezése

212 Megújuló ipari nyarsanyagok

212 Benkő Zsuzsa – Réczey Istvánné: A lignocellulózok enzimes degradációja.
A hemicellulázok, mint segítőenzimek

219 MKE Egyesülettörténeti Fórum. Ami a „Kék könyvből” kimaradt

219 Fábán Éva: Neumann Zsigmond (1860–1927) élettörténete
és munkássága

222 „Több mint 100 óra tudomány” – Interjú Igor Tkatchenkoval

224 Könyvismertetés

225 Gondolatok az Irinyi Versenyen

225 Szemle

226 Vegyeszeletek

230 Deli József: 85 éves a katorinoidkutatás Pécsen

233 Vegyipar és kémiatudomány

240 Egyesületi élet



Apponyi Albert program

A projekt a Nemzeti Kutatási és Technológiai
Hivatal támogatásával valósult meg.



Nemzeti Kutatási és Technológiai Hivatal

Szerkesztőség:

KISS TAMÁS felelős szerkesztő
GÁL MIKLÓS olvasószervező
KÖRTVÉLYESSY GYULA szerkesztő
MIZSEY PÉTER szerkesztő
SÜLI ERIKA szerkesztőségi titkár

Szerkesztőbizottság:

SZÉPVÖLGYI JÁNOS, a Szerkesztőbizottság elnöke,
SZEKERES GÁBOR, örökös főszerkesztő,
ANDROSITS BEÁTA, 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.

A nyomdai előkészítést végezte: AbiPrint Bt.

Nyomás és kötés: Áldási és Németh Nyomda,
felelős vezető: Áldási Pálné. Tel./Fax: 333-4754.

Terjeszti a Magyar Kémikusok Egyesülete.

Az előfizetési díjak befizethetők CIB Bank
10700024-24764207-51100005 „MKL” megjelöléssel.

Előfizetési díj egy évre 8400 Ft.

Egy szám ára: 700 Ft. Külföldön terjeszti

a Batthyany Kultur-Press Kft. H-1014 Budapest,
Szentháromság tér 6. 1251 Budapest, Postafiók 30
Tel./Fax: 36-1-201-8891, Tel.: 36-1-212-5303

Hirdetések-Anzeigen-Advertisements:

SÜLI ERIKA, Magyar Kémikusok Egyesülete,
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 honlapunkon

(www.mkl.mke.org.hu) olvashatók.

Index: 25 541

HU ISSN 0025-0163 (nyomtatott)

HU ISSN 1588-1199 (online)

Kedves Olvasók!

A nyári számot tartja a kezében. Szabadsága közben jutott lapunkhoz, amikor éppen csak beugrott a munkahelyére, mert nem tudott meglenni a benti dolgok nélkül? Esetleg főnöke nem tudott meglenni maga nélkül és még a megérdemelt nyári pihenője közben is bekérte egy rövid időre? Üljön le, lapozza át, hogy lássa, mit kínálunk olvasni-valóként.

Sok mindent és sokfélét, bízva abban, hogy a bő választékban mindenki megtalálja a maga-maga számára érdekes cikkeket. Találhat itt tudományos jellegű cikkeket – nem túl mélyeket, inkább ismeretbővítőket, melyek megértéséhez nem kell alapos tudományos felkészültség, és amelyek biztos, hogy nem csak egy szűk olvasórétegnek szolgálnak érdekes ismeretekkel. Olvashatnak egy-egy-letünk múltjáról, *Neumann Zsigmond* életéről és munkásságáról, mint eddig felderítetlen tudománytörténeti morzsáról, ami a centenáriumi „kék könyvből” kimaradt. Múltunk ismerete nélkül a jövőnk is bizonytalan, erről a jövőről lesz szó a 2. EucheMS konferencián Torinóban. A Szervezőbizottság elnökével, *Igor Tkacsenkóval* készült interjút a *Nachrichten aus der Chemie*-ből vettük át. Szívesen emlékezhetünk vissza rá, hogy az első konferenciát 2 évvel ezelőtt itt Budapesten rendeztük meg nagy sikerrel. Olvashatjuk továbbá a Náray-Szabó István-díjjal kitüntetett *Kucsman* professzor elgondolkodtató szavait, melyeket kitüntetésének átvétele alkalmából mondott a Küldöttgyűlésen.

Sok hírrel is szolgálunk ebben a számban. Budapesten járt – van-e aki e nevet nem ismeri – *Oláh György* magyar Nobel-díjas kémikus. Tavaly a Centenáriumi Kongresszus díszvendége lett volna, de családi okok miatt nem tudott velünk ünnepelni Sopronban. Most előadás-sorozatot tartott, mi pedig Fabinyi-emlékéremmel köszöntük meg Neki, amit a magyarországi kémiaiért tett. Apró tudományos színesek szólnak arról, amiről már lekéstünk, mert mások már felfedezték, és így kitörölhetjük kutatói elképzeléseink amúgy igen gazdag tárházából. Nyári olvasmányt is igyekszünk ajánlani könyvismertetésünkkel. Beszámolunk többek között vegyiparunk gyarapodásáról (TEVA új épület átadása), az Industria kiállításáról és az azon sikerrel szerepelt hazai kisvállalkozásról, középiskolások számára kiírt pályázat eredményhirdetéséről (Debrecen), *Szabó Zoltán Gábor* kémikus professzor születése 100. évfordulójának tiszteletére a Szegedi Tudományegyetemen rendezett emlékülésről, valamint szakosztályaink és szakcsoportjaink nemzetközi és hazai tudományos konferenciáiról és szimpóziumáról. Gazdag a lista. Reméljük, talál benne érdekes olvasnivalót. Fogjon hozzá!

A Szerkesztőség átalakulóban van, így csak a magam nevében kívánhatok kellemes nyári pihenést olvasóinknak. Találkozunk szeptemberben.

2008. július

a felelős szerkesztő

Szerkeszti: Hancsók Jenő*

Magyar János**

Baladincz Jenő***

Hulladék gumiabroncsok hasznosítása, gumibitumenek előállítása és alkalmazása

GEIGER ANDRÁS**

BÍRÓ SZABOLCS*

GERGÓ PÉTER*

Az elmúlt évtizedekben felhalmozódott elhasznált gumiabroncs-hulladékok nagyon súlyos környezetterhelést jelentenek. Ennek veszélyeit, illetve a hulladék újrahasznosítás jelentette előnyöket felismerve egyre szigorúbb előírások és szabályozások léptek életbe az ártalmatlanításukra és felhasználásukra vonatkozóan.

1. Gumiabroncs-hulladékok felhalmozódása és veszélyei

Az iparilag fejlett államokban évente 9 kg hulladék gumiabroncs keletkezik minden lakosra számítva [1]. Az Egyesült Államokban 2-3 milliárd tonnányi illegálisan lerakott hulladék gumiabroncsot tartanak számon. Ehhez mérhető az Európai Unióban található 5,5 milliárd tonna is [2]. Hazánkban több mint 2,7 millió gépjármű fut, és évente közel 40-50 ezer tonna hulladék gumiabroncs keletkezik [3].

A kültéri abroncsátrolás legnyilvánvalóbb veszélye a rendkívül környezetszennyező tüzek kialakulása. Ha egy nagy gumiabroncshegy meggyullad, akkor azt az intenzív hő- és füstképződés miatt nagyon nehezen lehet eloltani, ha egyáltalában lehetséges az eloltás. A levegő- és talajszennyezés csak súlyosbodik, ha habbal vagy vízzel próbálják az oltást végezni. Ezért is gyakran hagyják a teljes felhalmozott gumimennyiséget kiégni. Számos példa mutatja a veszély és a környezetszennyező hatás nagyságát. 1983-ban 7 millió abroncs égett a Virginia állambeli Rhinehartban. 3 km magas, 75 km hosszú füstfelhő gomolygott fölötte 9 hónapig. A légszennyezés mellett a felszíni vizeket ólommal és arzénnel is szennyezte. 1999-ben villámcsapás következtében Westleyben, Kaliforniában, több millió abroncs kezdett égni, amely során jelentős mennyiségű pirolízisolaj is képződött, ami egy kiszáradt patak medrében begyulladt [1]. Az oltás 30 napot vett igénybe, és 3,5 millió USA-dollárba került.

A hulladék gumik devulkanizálását *Arthur Marks* 1899-ben szabadalmaztatott lúgos eljárása alapján egé-

szen a XX. század közepéig alkalmazták mindaddig, amíg a nyerskaucsuk magas ára elérte az ezüstét. Ezért a gumi-termékekben az újrahasznosított kaucsuktartalom megközelítette az 50%-ot. Ez a II. világháború alatt kifejlesztett szintetikus kaucsukok megjelenésével 1960-ra 20%-ra csökkent. Az olcsó kőolaj, a szintetikus kaucsukok elterjedése a gumi-újrahasznosítás fokozatos visszaszorulásához vezetett. Amikor az 1960-as évek végén, az 1970-es évek elején a radiálgumik megjelentek, az acéltartalmú használt abroncsok őrlése, darabolása egyre nehezebbé vált. Ennek következtében a hulladék abroncsok őrlésére és újrahasznosítására meglévő régi infrastruktúra szinte teljesen használhatatlanná vált. 1995-ben a hagyományos abroncs és gumiiipar már csak 2% újrahasznosított anyagot használt.

A hulladék gumiabroncsok lerakásának (deponálásának) kockázatait felismerve a XX. század végétől fokozatosan szigorodtak a kezelésükre, felhasználásukra vonatkozó előírások. Jelenleg a hulladék gumiabroncsok és a belőlük előállított gumiőrlemények lerakása is tilos [2], előírás szerint a keletkező mennyiség legalább felét anyagában kell újrahasznosítani. Az elmúlt évtizedben elért műszaki fejlődés (pl. hatékony őrlő módszerek, új környezetbarát devulkanizáló eljárások) nagyon valószínűsítik, hogy az abroncsok újrahasznosítása jelentősen növekedni fog. A hagyományos gumiiipari termékeken kívül számos új felhasználási területet találtak a használt gumiabroncsoknak.

2. Hulladék gumiabroncsok kezelési lehetőségei

A hulladék gumiabroncsok kezelése, ártalmatlanítása már kezdetektől sok gondot okozott [1]. A gumi magas ára miatt megpróbálkoztak az újrahasznosításával, de ennek mindmáig komoly nehézségei vannak. A begyűjtést, szállítás, lerakást, feldolgozást nehezíti az abroncsok nagy térfogata.

A használt gumiabroncsok *újrafutóztatása* rendkívül hatékony módszer. A személygépkocsi abroncsok egyszer, a nehéz járművek abroncsai ötször, hatszor is újrafutóztathatók. Ezzel az eredeti abroncsok élettartama is megegyezőződik, de az újrafutóztatásra már alkalmatlan gumiabroncsot valamilyen más módszerrel kell újrahasznosítani.

* Pannon Egyetem, Ásványolaj- és Széntechnológiai Tanszék, 8201 Veszprém, Pf. 153

** MOL Nyrt. – Magyar Olaj- és Gázipari Részvénytársaság, 2443 Százhalombatta, Pf. 1.

*** MOL–LUB Kenőanyag Gyártó Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. 2931 Almásfüzitő, Fő út 21.

A hulladék gumiabroncsok elégetésével *energetikai hasznosítás* valósul meg, amely során megszabadulnak a hulladéktól. A gumiabroncsok fűtőanyagként való hasznosítása cementművekben, mészégetőkben, papírgyárakban vagy erőművekben abban az esetben ésszerű, ha az újrahasznosítás nem jelent életképes megoldást.

Általános értelemben a hulladék gumiabroncs-újrahasznosítás azt jelenti, hogy a használt abroncsokat gumiörleménnyé alakítják, eltávolítják belőle az acélt, erősítő szájakat és más szennyező komponenseket, az örleményt pedig különböző termékek előállítására használják fel. Építőipari célokra leggyakrabban 25-300 mm-es hulladék gumiabroncs aprítékot használnak hagyományos építési anyagok, pl. út töltelék, kavics, zúzott kő vagy homok helyett. A gumiabroncsipar használja fel a világ gumikompozíciójának 65%-át, így legkézenfekvőbb újrahasznosítást a gumiörlemények új abroncsokban való felhasználása jelentheti. Ez a megoldás leginkább azokon a területeken jöhet szóba, ahol a sebesség és a teljesítmény nem kiemelt fontosságú, pl. a mezőgazdasági gépek gumiabroncsainál. Ehhez a megoldáshoz a kisebb szemcseméretű örlemények a legkedvezőbbek. A gumiszemcsék felületének aktiválásával javítható a gumiszemcsék tapadóképessége. Felületaktiválásra ajánlottak hidrogén-peroxidos, vízzel [11], de plazmával való kezelést is [4].

A devulkanizálás során a gumi kémiai visszaalakítását valósítják meg azáltal, hogy a térhálósított, elasztikus állapotából az eredeti plasztikus, önthető formájába alakítják vissza. A folyamat során a molekulaszervezetben felszakítják a kénkötéseket. Ha megfelelő devulkanizáló módszert alkalmaznak, akkor a friss gumikeverékekhez sokkal több gumiörleményt adhatnak.

Ragasztó felhasználásával, sajtolással műszakilag kevésbé igényes termékek állíthatók elő gumiörleményből, pl. istállók padozata, vasúti keresztezések burkolata, mozgatható fekvőrendőrk és tornamatracok. Játsszóterek, atlétikai pályák borításához is felhasználható a gumiörlemény.

Az 1980-as évektől legintenzívebben az USA-ban vizsgálják a hulladék gumiabroncsok pirolízisének a lehetőségeit. 2007 májusában nagy nyilvánosságot kapott a CBpCarbon Industries, Inc. technológiája, amelyet a cég magyarországi üzemében sikerrel ki is próbáltak [5].

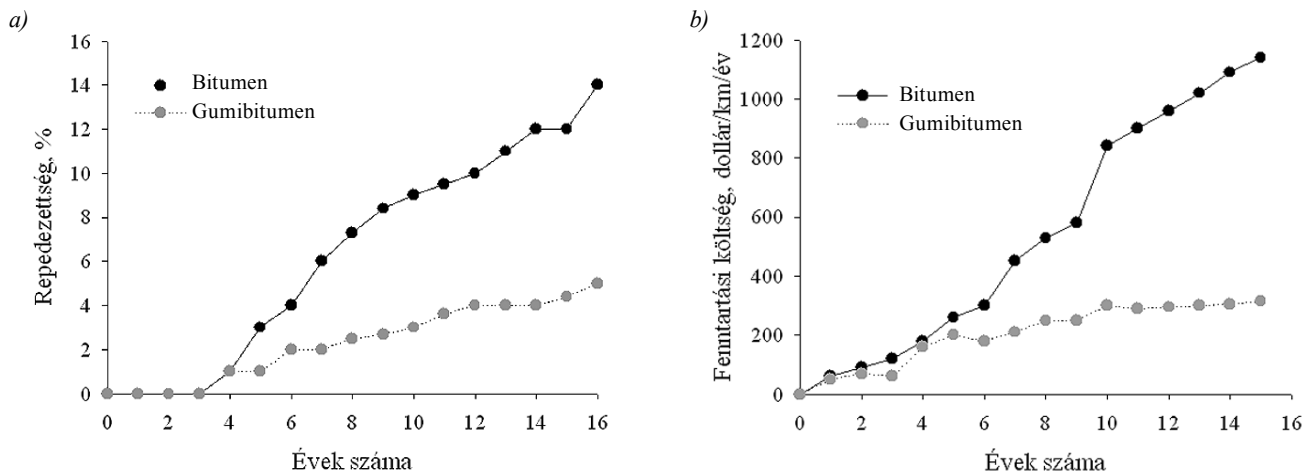
A hulladék gumiabroncsokból előállított gumiörlemények nagy mennyiségben való felhasználási lehetőségét jelenti az utépítési bitumenekhez való keverésük, és így előállított gumibitumenek aszfaltkeveréshez való felhasználása.

3. Gumiörlemények felhasználása gumibitumenek előállítására

A hulladék gumiabroncsból előállított gumiapríték bitumenhez keverését és az így előállított kötőanyag alkalmazását már az 1920-as években is alkalmazták. A gumiörlemény bitumenhez való keverése és szélesebb körű utépítési alkalmazása és elterjedése az amerikai *Charles McDonald* nevéhez köthető, aki az 1960-as években kezdte kísérleteit gumibitumenek előállítására. A gumibitumen definíciószerűen gumiabroncsból származó örlemény és bitumen összekeverésével előállított olyan termék, amelynek előállításához a végeredményre vonatkoztatva legalább 15% gumiörleményt használtak fel. A gumibitumen jelentősen eltér a 3% latexet tartalmazó gumival adalékolt bitumentől. Az utóbbi homogén, míg a gumibitumenben a diszpergált gumi részecskéi világosan megkülönböztethetők.

A gumiörlemények felhasználásával előállított gumibitumenek utépítési alkalmazása sokkal többet jelent egyszerű hulladék-újrahasznosítási megoldásnál. A gumibitumenek utépítési alkalmazása során bebizonyosodott, hogy a gumibitumen kötőanyaggal épített aszfaltutak minősége és tartóssága lényegesen jobb volt, mint a normál bitumenekkel épített utaké. Továbbá ezek repedezettsége és fenntartási költsége lényegesen kisebb, mint a hagyományos bitumennel épített aszfaltutak esetében (1. ábra) [6].

Legfontosabb előnyként a hosszabb élettartamot, kisebb életciklusköltséget, szélesebb alkalmazhatósági hőmérséklet-intervallumot, zajcsökkentő hatást és a kisebb deformálódást szokták kiemelni [6]. Szemben a kimondottan bitumenmódosítási célra előállított polimerekkel (pl. etilén-vinil-acetát, sztirol-butadién-sztirol blokk-kopolimer) a gumiörlemény alkalmazása lényegesen olcsóbb volt, viszont a gumibitumen minőségi-



1. ábra. Bitumen és gumibitumen felhasználásával előállított utak repedezettsége a) és fenntartási költsége b) az építéstől eltelt idő függvényében

leg elérte, sőt egyes paraméterek tekintetében (pl. hideg oldali viselkedés, fáradás) felül is múlta a drága, polimerekkel módosított bitumenekét [7]. A gumibitumenek útépitési alkalmazása még ma is az Egyesült Államokban a legelterjedtebb, de Ázsiában és Európában, elsősorban Spanyolországban és Portugáliában is felismerték már a gumibitumenek, illetve a felhasználásukkal előállított aszfaltutak nyújtotta előnyöket. Portugáliában például 2007-ben kormányrendeletet adtak ki a gumiörlemények gumibitumenként való alkalmazásának támogatására [8].

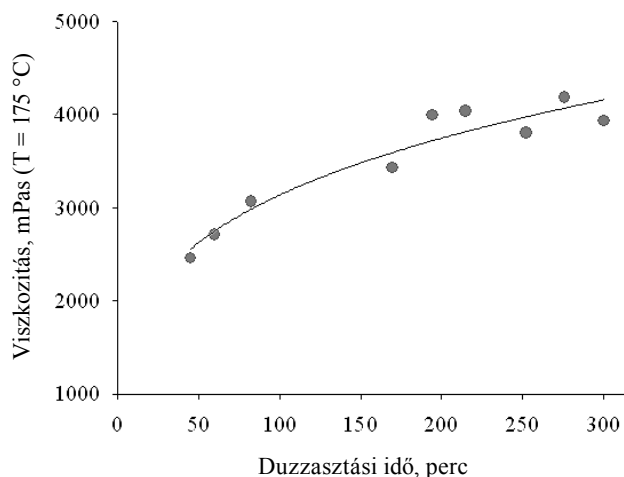
Gumiörlemények aszfaltútépítéshez való felhasználására két fő eljárástípust ismertettek a szakirodalomban [9]. A száraz eljárás során a gumi szemcséket először a közettel majd forró bitumennel keverik össze. A nedves eljárással viszont a gumiörleményt először a forró bitumennel keverik össze, mert így jobban ki lehet használni a gumiban lévő értékes polimerek kedvező tulajdonságmódosító hatását. A nedves eljárással előállított gumibitumen továbbfejlesztésének következő lépcsőjét a kémiaiilag módosított, illetve a kémiaiilag stabilizált gumibitumenek jelentették. Ezek a kötőanyagok már sokkal stabilisabbak és a gumiörlemény aktív módosítószerként viselkedik a bitumen-gumi diszperz rendszerben.

3.1. Száraz eljárás

A száraz eljárás során a gumiörleményt még a bitumen-kötőanyag bekeverése előtt a forró aszfaltkeverék előállításakor a közetbe adagolják [9]. Ezzel az eljárással sűrű, nyitott és hiányos szemcseméret-eloszlású aszfaltkeverékeket egyaránt elő lehet állítani. Az örlemény szemcseméret-eloszlásának illeszkednie kell a közet szemcseméretéhez. A gumiport vegyszerekkel előzetesen reagáltatják vagy előkezelik, így biztosítják az optimális részecske-duzzadást. Általában a gumi a teljes aszfaltkeverék max. 2-3%-át teszi ki. A használt gumiköpenyek aszfaltburkolatokban való felhasználására az 1980-as évek végén, valamint az 1990-es évek elején néhány újabb, valamivel megbízhatóbban reprodukálható eljárást dolgoztak ki (pl. az aszfaltkészítés során kb. 4 órán át még melegen tartották az aszfaltot [9]). Ez jelentős útminőség-javulást eredményezett a klasszikus száraz eljárással készült aszfaltokhoz képest, de a nedves eljárással előállított gumibitumenek felhasználásával készült aszfaltok tulajdonságai mellett még ezek is elmaradtak.

3.2. Nedves eljárás

Nedves eljárás alkalmazásakor a gumiörleményt a bitumenhez keverik, ezáltal a bitumenes kötőanyag tulajdonságai az alkalmazott recepttől függő mértékben, kedvező irányban változnak. Gumibitumenek nedves eljárással történő előállítására többféle megoldás létezik. Mindegyikben közös vonás, hogy az eljárás során keletkező végtermék a diszperzió inhomogenitása miatt ülepedésre hajlamos. Ennek ellenére kiválóan alkalmazható a legkülönbözőbb műszaki megoldásokra a kopórétegtől a felületi repedezések kezelésén át a fugamasszáig.



2. ábra. Dinamikai viszkozitás változása 175 °C-on a duzzasztási idő függvényében

A bitumen és a gumi keverése során a két komponens között kémiai reakciók, gélesedési és duzzadási folyamatok is lejátszódnak, feltéve ha az alkalmazott reakcióidő elegendően hosszú, és az alkalmazott hőmérséklet kellően nagy [13]. A megfelelő érlelési idő a dinamikai viszkozitás folyamatos nyomon követésével meghatározható (2. ábra) [6].

A klasszikus nedves eljárás során max. 0,42 mm szemcseméretű gumiport adagolnak aromás duzzasztó olajat is tartalmazó bitumenbe. Ehhez előnyösen természetes kaucsukot is tehetnek és az elegyet 190-210 °C-on keverik. A folyamathoz speciális szivattyúk, keverőberendezések szükségesek, és a végtermék tárolhatósága rendszerint korlátozott az erős szétülepedési hajlam miatt. Ha nagyon finom szemcsésű gumiörleményt használnak, az ülepedési hajlam kisebb, de hátrányként jelentkezik a gumibitumen végtermék hideg tulajdonságainak romlása.

A nedves eljárással készített termékeket hézagkitöltésre, porlasztással történő felvitellel kötőréteggént vagy aszfaltkeverő üzemben kötőanyagként használják fel. Mivel ez a kötőanyag még azelőtt alakul ki, mielőtt a kötőanyaggal érintkezésbe kerülne, ezért a tulajdonságait közvetlenül meg lehet határozni. A kutatások során megállapították, hogy a gumibitumen tulajdonságait a gumi típusa, szemcsemérete, koncentrációja, a gumiörlemény-adagolás (méret és mennyiség, adagok száma, adagolás ideje), a bitumen fajtája és koncentrációja, a hígítószer típusa és koncentrációja, térhálósító reagensek, esetleges polimer adalékok móltömege, típusa, funkciós csoportjai, a hígítószerrel történő érlelési idő és a reakció időtartama, ill. hőmérséklete határozza meg [10].

A kedvezőbb körülményekből adódó jobb felhasználási tulajdonságok miatt várható volt, hogy a gumibitumennel készült aszfaltburkolatok élettartama hosszabb lesz, mint a száraz eljárással készült vagy a nem módosított bitumen-kötőanyaggal készült utaké. Ezt a várakozást a későbbi életciklus elemzések messzemenően igazolták. Kiderült, hogy a hagyományos kötőanyagból készült burkolatok élettartama a gumibitumenek használatával megközelítőleg kétszeresére növelhető.

3.3. Kémiailag módosított gumibitumenek előállítása

A kémiailag módosított gumibitumenek előállítása során vagy a gumiörlemény felületét változtatják meg valamilyen vegyi kezelés során mielőtt a bitumennel érintkeztetik, vagy pedig a gumibitumen előállítása során valamilyen speciális vegyi anyagot is alkalmaznak. Mindkét módszernek az a célja, hogy javítsa a gumi-bitumen rendszer kompatibilitását, növelje a gumiörlemény ülepedéssel szembeni ellenállását.

A kémiailag módosított gumibitumenek előállításában úttörő szerepe volt *Memonnak*, aki egy glicidil-metakrilát, butil-akrilát, etilén terpolimer típusú összeférhetőséget javító adalék alkalmazását ajánlotta a hidrogén-peroxidos gumiaktiválás mellett [11]. A hidrogén-peroxid ugyanis karboxilcsoportokat hoz létre a gumiban lévő koromrészecskéken, amelyek reagálnak a bitumen funkciók csoportjaival és így stabilabb gumibitumen állítható elő.

A BRIT orosz cég eljárásában nagy hőmérsékleten kénport adagoltak a gumi-bitumen keverékhez, amivel igen stabilis végterméket tudtak előállítani. Az így előállított kémiailag módosított szerkezetű gumibitumen alkalmas tetőfedő szigetelőlemezek, fugázó anyagok, útépitési kötőanyagok előállítására. Hátránya a technológiának, hogy csak 0,8 mm alatti szemcseméret-tartományú gumiörleményt tudtak alkalmazni.

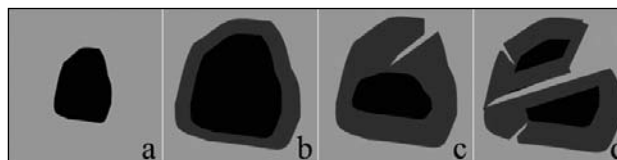
A hazai gumibitumenes kutatások során a gumiörlemény felületével kölcsönhatásra képes ülepedésgátló adalékot alkalmaztak, és ezzel sikerült javítani a gumibitumen tárolási stabilitását [12].

4. A gumibitumen szerkezetének kialakulása

A gumibitumenek szerkezete a gumirészecskék duzzadása, degradációja és a gumi előállításához használt lágyítóolajok kioldódása eredményeképpen alakul ki [13]. A gumi degradációs folyamata tovább bontható devulkanizációs és depolimerizációs részlepesekre, melyek aránya erősen hőmérsékletfüggő [13, 14]. A gumiörlemény oldódása, illetve duzzadása során a gumiszemcsék a bitumen olajos frakciójának komponenseit abszorbeálják [16, 17], melynek során méretük 2-5-szörösre növekszik (3. ábra) [15].

160-220 és 40-60 penetrációtartományú bitumenek vizsgálatakor azt tapasztalták, hogy a nagyobb penetrációjú, vagyis a kisebb molekulatömegű vegyületeket nagyobb arányban tartalmazó bitumen komponensei kezdetben sokkal gyorsabban diffundáltak a gumiszemcsékbe, mint a keményebb, kis penetrációjú bitumen komponensei. 160 °C-on 48 órán keresztül tartó érintkeztetés után az abszorbeált mennyiségek közti különbségek ugyan csökkentek, de a nagyobb penetrációjú lágy bitumenből mintegy 75%-kal nagyobb mennyiség hatolt a gumiszemcsékbe [16].

Ezeket a vizsgálati eredményeket erősíti meg az is, hogy a bitumeneket alkotó vegyülettípusok közül az apo-



3. ábra. A gumirészecskék duzzadása és degradálódásának egyszerűsített sémája. a – gumirészecske, b – megduzzadt gumiszemcse, c – megduzzadt gumiszemcse, melyen a depolimerizáció nyomai láthatóak, d – depolimerizálódott gumirészecske

láris n-alkánok és n-alkilbenzolek esetén tapasztalták a legnagyobb kölcsönhatási hajlamot gumival való érintkeztetés során, mivel ezek szerkezete főrésze legjobban a gumiörlemény vázszerkezetével [17]. Bizonyítást nyert továbbá az is, hogy a gumiban található zsírsavak, melyek a polimer regenerálódását segítik elő, kioldódnak, és a bitumen nafténes-aromás részében koncentrálnak [17]. A vulkanizált kötött kén nem, vagy csak igen nehezen választható el a kaucsuktól, ezért a bitumen olajos részének csak akkor van intenzív duzzasztó hatása, amikor a gumi vulkanizáltsági foka kicsi. Minél több a gumiban levő keresztkötések száma és minél kisebb, a főleg kénhidak által összekötött szénláncok hossza, annál lassabb a diffúzió sebessége a duzzadás során [18]. A gumiörleményben a kötött kénen kívül más vegyi és töltőanyagok is vannak, amelyek a gumiörlemény szemcsenagysága és felületi sajátosságai mellett szintén befolyásolják az olajos részek hatását és abszorpcióját. A bitumenek különböző kémiai szerkezetű összetevői, illetve ezek aránya kiemelt fontosságú, ugyanis elegendő részhányadú olajos frakció szükséges ahhoz, hogy a hozzáadott polimert duzzasztani, illetve oldani tudja.

Fizikai tulajdonságokat tekintve minél kisebb a gumiszemcsék nagysága és nagyobb a szemcsék felülete, annál gyorsabban játszódik le a gumirészecskék duzzadása. A gumiörlemény duzzadását az alkalmazott érintkeztetési időtartam, hőmérséklet és keverési paraméterek mellett döntően meghatározza a bitument alkotó molekulák kémiai szerkezete, illetve a különböző kémiai szerkezetű összetevőinek aránya [19]. Emiatt a különböző eredetű kőolajokból előállított bitumenek különböző oldóhatással rendelkezhetnek [20]. A bitumenben elegendő nagyságú olajos frakció szükséges ahhoz, hogy a hozzáadott polimert duzzasztani, illetve oldani tudja [19].

Az aszfalténeket, a bitumen legnagyobb molekulatömegű komponenseit a kisebb molekulatömegű malténés fázis tartja oldott állapotban. Ha nagy a bitumen aszfaltén koncentrációja, akkor a gumiörlemény adagolása és duzzadása után előfordulhat, hogy az aszfaltén egy része kicsapódik, a kötőanyag használhatatlanná válik.

Bitumen csoport-összetételi vizsgálatokat IATROSCAN analízissel szoktak végezni, ez azonban gumibitumenekre nem hatékony a kötőanyagban lévő fel nem oldódott, diszpergált részecskék miatt. Mivel ez a kromatográfiai megoldás nehézkesen végezhető, jellemzően a móltömeg-eloszlást meghatározó gélkromatográfiai vizsgálatok terjedtek el.

ÖSSZEFOGLALÁS

Geiger András – Bíró Szabolcs – Gergő Péter: Hulladék gumibroncsok hasznosítása, gumibitumenek előállítása és alkalmazása

A közleményben bemutatják a hulladék gumibroncsok okozta veszélyeket, illetve azokat a fontosabb lehetőségeket, amelyekkel ez a hulladékprobléma kezelhető. Az elhasznált gumibroncsokból előállított gumiorlémények bitumenekhez való keverése és gumibitumen előállítása nemcsak hulladékkezelési lehetőség, hanem egy olyan útépitési kötőanyag előállítását is jelenti, amely alkalmazásával a hagyományos bitumeneknél sokkal jobb minőségű aszfaltút építhető.

IRODALOM

- [1] Reschner, K.: Scrap Tire Recycling, 2006., http://www.entire-engineering.de/str/Scrap_Tire_Recycling.pdf.
- [2] ETRMA: Annual Report, 2006., <http://www.etrma.org>.
- [3] Sinka, G.: A gumi és a környezetvédelmi szabályozás. Gondolatok és kérdések 2005 júliusában, Műanyag és gumi, 42 (7), 2005.
- [4] US 5927620 Memon, M.: Activated method for treating crumb rubber particles, 1999.
- [5] <http://www.cbpcarbon.com/index.php?cmd=pyrolysis>.
- [6] Zareh, A. – Way, G. B.: 35 Years of Asphalt-Rubber Use in Arisona, Proceedings Asphalt Rubber 2006 Conference, Palm Springs, California, 2006.
- [7] Martínez, G. – Caicedo, B. – González, D. – Celis, L.: Performance of a test truck using crumb rubber asphalt and other modifiers, Proceedings Asphalt Rubber 2006 Conference, Palm Springs, California, 2006.
- [8] Portugee Government Order: Ministries of the Environment, Planning and Regional Development and of Public Works, Transportation and Communications, Number 4015/2007, January 30, 2007.
- [9] Pinheiro, J. – Soares J.: The effect of crumb rubber and binder-rubber interaction time on the mechanical properties of asphalt-rubber mixtures (Dry process), Asphalt Rubber Proceedings 2003, 707–718, 2003.
- [10] Way, G. B.: OGFC meets CRM where the rubber meets the rubber 15 years of durable success, Asphalt Rubber Proceedings 2003, 49–65, 2003.
- [11] US 5762700, Memon, M. – Ghulam, M.: Catalytic process for producing free radicals on crumb rubber, 1997.
- [12] WO/2007/068990, Bíró, Sz. – Bartha, L. – Deák, Gy. – Geiger, A.: Chemically stabilized asphalt rubber compositions and a mechanochemical method for preparing the same, 2007.
- [13] Abdelrahman, M.: Controlling the Performance of Crumb Rubber Modifier (CRM) Binders through the Addition of Polymer Modifiers, Journal of the Transportation Research Record, 1962, 2006.
- [14] Takallou, H. B. – Takallou, M. B.: Effects of mixing time and temperature on the viscoelastic properties of asphalt rubber binder, Asphalt rubber proceedings (2003), 311–324, 2003.
- [15] Leite, L. F., Silva, A., Edel, P., Goretti, G., Herrman L. A.: Asphalt rubber in Brazil: pavement performance and laboratory study, Asphalt Rubber Proceedings (2003), 229–248, 2003.
- [16] Airey, G. – Rahman, M. – Collop, A. C.: Adsorption of bitumen into crumb rubber using the basket drainage method, International journal of pavement engineering, 4(2), 2003.
- [17] Gawel, I. – Stepkowski, R. – Czechowski, F.: Molecular Interactions between Rubber and Asphalt, Ind. Eng. Chem. Res., 45, 3044–3049, 2006.
- [18] Singleton, T.: Effects of rubber-bitumen interaction on the performance of impact absorbing asphalt, Young Research Forum, SCI Construction Materials Group, London, United Kingdom, 27 April 2007.
- [19] Planche, J. P.: Aging and Durability – Moderator's Report, Session 5A, 3rd Eurasphalt & Eurobitumen Congress, 12–14 May, 2004, Wien, Austria.
- [20] Airey, G. – Rahman, M. – Collop, A.: The influence of crude source and penetration grade on the interaction of crumb rubber and bitumen, Asphalt Rubber Proceedings (2003), 375–398, 2003.

A Magyar Kémikusok Lapjának médiaajánlata a 2008. évre

A Magyar Kémikusok Lapja (MKL) a Magyar Kémikusok Egyesületének (MKE) 1945-ben alapított, egyetlen magyar nyelvű gyakorlati kémiával foglalkozó mérnöki szintű folyóirata, az MKE hivatalos lapja.

Szerkesztésének legfontosabb célkitűzése a mérnöki szintű ismeretterjesztés és tapasztalatcsere a kémiai technológia valamennyi területén, a vegyipari és egyesületi hírek közlése.

Az MKL-ban megjelenő **hirdetések és fizetett közlemények 2008-ban havonta a MKE tagjaihoz és az előfizetőkhez jutnak el.**

Olvasóink között található az ország valamennyi vegyipari gyáranak, illetve kémiával és kémiai technológiával foglalkozó intézeteinek és intézményeinek döntéshozói és véleményformálói.

Az MKL színes és fekete-fehér hirdetéseket egyaránt megjelentet.

Kérjük, hogy a hirdetéseket az alábbi minőségi követelmények szerint küldjék meg szerkesztőségünknek. **A hirdethető felület mérete egész oldalnál 245 × 170 mm, fekvő oldalnál 120 × 170 mm, álló fél oldalnál 245 × 80 mm.**

Lapunk a tárgyhoz 5-ig jelenik meg. Megrendelésüket, ill. hirdetésüket és fizetett közleményük anyagait a tervezett megjelenés előtt **két héttel** kérjük szerkesztőségünk címére megküldeni (Magyar Kémikusok Lapja Szerkesztősége, 1027 Budapest, Fő u. 68.).

Hirdetési alapidjaink 2007-ben a következők (ezer Ft-ban áfa nélkül):

Terjedelem	Fekete-fehér	Színes belív	Borító II., III.	Borító IV.
Egész oldal	88	160	+20%	+30%
Fél oldal	50	100	+20%	+30%
Negyedoldal	32	73	+20%	+30%

Többszöri megjelenéskor kedvezményt biztosítunk.

A **fizetett közlemények (PR cikk)** megjelentetésének díja megegyezik a fekete-fehér hirdetés alapidjával. Megegyezés szerinti méretű **szórólapot és prospektust** is elhelyezhetünk a Magyar Kémikusok Lapjában.

A PR cikk kéziratának leadási formája megegyezik az egyéb cikkekével (l. az MKL útmutatóját).

Várjuk jelentkezésüket, kérdéseikkel forduljanak szerkesztőségünkhöz! További felvilágosítással készséggel állunk rendelkezésre!

Süli Erika, 1027 Budapest, Fő u. 68., Tel.: 201-6883, e-mail: mkl.mke@org.hu

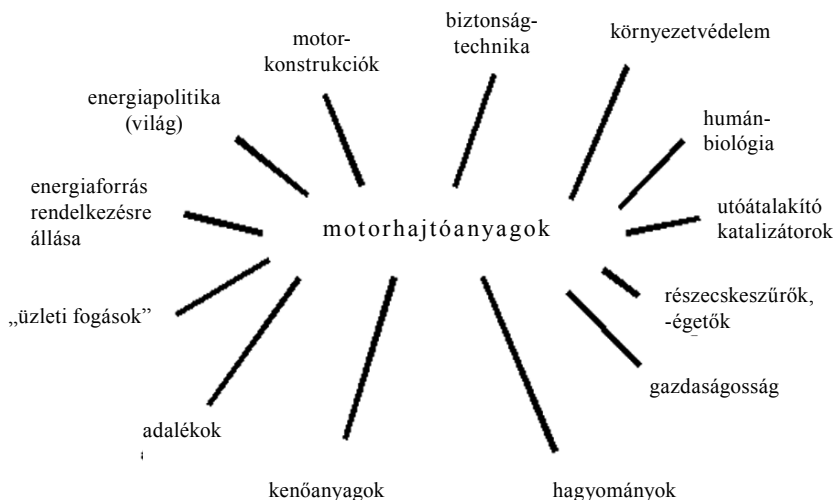
Záró és összegző közlemény

HANCSÓK JENŐ*
MAGYAR JÁNOS**
BALADINCZ JENŐ***

A mobilitás és környezet kapcsolatrendszerének állandóan fokozódó jelentőségét a környezetszennyezéssel és a fenntartható fejlődéssel kapcsolatban egyre többen és egyre gyakrabban hangsúlyozzák – különösen a szárazföldi megvalósulás során. A cikksorozatban a mobilitás megvalósításának tárgyi eszközeit döntő részarányban (>95%) kitevő belső égésű motorok üzemanyagainak (motorhajtóanyagainak és kenőanyagainak) korszerű követelményeit, előállításuk legfontosabb kiemelt lehetőségeit és a főbb fejlesztési irányokat mutattuk be a környezetvédelmi kihívások tükrében – természetesen a teljesség igénye nélkül. Ennek oka az, hogy ezeket számos tényező befolyásolja, illetőleg határozza meg. (Például a motorhajtóanyagok esetében lásd 1. ábra). Ezért teljes összefüggésében való tárgyalásuk messze meghaladta volna e cikksorozat célkitűzéseit és terjedelmi lehetőségeit. A cikksorozat egyes közleményei rendszerszemléletben ismertették a mobilitás néhány kiragadott elemének (motorhajtóanyagok: motorbenzinek és dízelgázolajok keverőkomponensei és adalékai, kenőolajok: alapolajok és adalékai) legújabb, gazdaságos és környezetbarát gyártásának korszerű megoldásait.

Kiemelten és kritikailag elemezve tárgyaltuk a bio- és hulladékeredetű (hagyományos és újgenerációs) motorhajtóanyagokat, illetőleg komponenseket a kőolaj-eredetűekkel összehasonlításban.

A bioeredetű motorhajtó- és kenőanyagok elterjedése – a fosszilis eredetűekkel legalább azonos minőségben és bekerülési költségen – feltételezi az étkezési és takarmányozási célú, valamint az ipari felhasználásra kerülő mezőgazdasági termékek között a fenntartható fejlődést szolgáló arány, illetőleg egyensúly megtalálását. Ezenkívül nyilvánvalóan azok a bioeredetű üzemanyagok alkalmazása fog előtérbe kerülni, amelyek a mai korszerű gépjárművek átalakítását nem, illetőleg csak minimális költségű átalakítását igénylik, azaz például nem kell alapvetően a gépjárművet a hajtóanyaghoz illeszteni.



1. ábra. A motorhajtóanyagok típusát és minőségét befolyásoló tényezők

Kiemeltük annak fontosságát, hogy a motorhajtóanyagok és kenőanyagok kiválasztását rendszerszemléleten alapuló, teljes életciklus-elemzés adatait is figyelembe véve tegyük meg, mert csak így hozható egyértelmű és reális döntés. Ennek segítségével, valamint a már meglévő motorhajtóanyag- és kenőanyaggyártó technológiák alapanyag- és energiatakarékosságát eredményező korszerűsítésével jelentős erőforrás- és készletmegtakarítás, továbbá károsanyag-kibocsátás csökkentés (például szén-dioxid) érhető el.

Néhány cikk – a mobilitás megvalósításának rendkívül szerteágazó környezeti és természeti forrásokkal való kapcsolatrendszerének példáiként – az előállításkor (az alapanyag kémiai átalakításakor) nagy mennyiségben felhasznált, aktivitásukat véglegesen elveszített, és veszélyes hulladékoknak minősülő katalizátorok feldolgozását, újrahasznosítását tárgyalja. Ugyancsak a mobilitás és környezeti hatásainak teljes életciklusú kapcsolatrendszerben történő tárgyalásának fontosságára utaltunk a használt gumiabroncsok útépítésben való felhasználási lehetőségeinek bemutatásával.

Összességében a fenntartható fejlődés egyik alappillére továbbra is a mobilitás marad. Ennek környezetbarát megvalósításához szükséges egyik fontos láncszem pedig az üzemanyagok rendszere. Ezek környezetbarát, energiatakarékos és gazdaságos rendelkezésre állásának biztosításához a lehetőségek feltárása és felismerése ugyanolyan fontos, mint az új „meghajtásláncok” feltalálása és kifejlesztése.

* Pannon Egyetem, Ásványolaj- és Széntechnológiai Tanszék, 8201 Veszprém, Pf. 153

** MOL Nyrt. – Magyar Olaj és Gázipari Részvénytársaság, 2443 Százhalombatta, Pf. 1.

*** MOL-LUB Kenőanyag Gyártó Kereskedelmi és Szolgáltató Kft. 2931 Almásfüzitő, Fő út 21.

Bevezetés

A csővezeték rehabilitációs döntések megkönnyítése érdekében fontos a csőhálózatok állapotának feltárása. A vezetékek öregedése, tönkremenetele ugyanis nem kizárólag az életkor függvénye, hanem a vezetéket körülvevő egyéb üzemeltetési és környezeti adottságok együttes hatásának következménye. Ennek megfelelően szükség van a fém anyagú vízcsőhálózatra korróziós szempontból befolyással lévő villamos közlekedési alállomások, a katódos védelmi berendezések és hatáskörük területi eloszlásának ismeretére is.

Néhány gondolat a korrózióról

Alapfogalmak

Definíció szerint a korrózió fizikai-kémiai kölcsönhatás a fém és környezete között, amely változást eredményez a fém tulajdonságaiban, és amely gyakran vezet a fém, a környezet, illetve az ezekből álló technikai rendszer funkcionális jellemzőinek romlásához.

A korrózió mértéke az egységnyi felületen (dm^2 , m^2) átalakult fém tömegével vagy az elkorrodálódott fémréteg vastagságával adható meg: $[K] = \text{g}/\text{dm}^2$, g/m^2 illetve mm , μm .

Korróziósebességen (helyesebben: fajlagos korróziós tömegáram sűrűsége) az időegység alatt átalakult fém tömegét értjük: $V_k = dK/dt$; $[V_k] = \text{g}/(\text{dm}^2\text{nap})$, $\text{g}/(\text{m}^2\text{év})$ illetve $\text{mm}/\text{év}$.

A korrodálódó fém és a korrodáló környezet között kialakuló korróziós potenciál méréséhez létre kell hozni egy olyan cellát, amelyben az egyik elektród a korrodálódó fém, a másik elektród pedig stabilis elektródfolyamattal rendelkező összehasonlító elektród. A két elektród között mért elektromos feszültséget nevezzük az összehasonlító elektródra vonatkoztatott korróziós potenciálnak.

A talajkorrózió

A talaj háromfázisú (szilárd, folyadék, gáz) heterogén rendszer. Mechanikai összetétele helyileg állandó. Jellemzőinek többsége már kis távolságon belül is eltérő. A legtöbb talaj vízszintesen és függőlegesen is inhomogén. A talajnedvesség oldott állapotban oxigént, ásványi sókat, savakat vagy lúgokat tartalmaz. Gyakran a szerves anyag mennyisége is jelentős. A talajnedvesség másképp megfogalmazva elektrolitoldat, amelyben a legtöbb fém és ötvözet bizonyos sebességgel oldódik, más szerkezeti anyagok (beton, műgyanta) is károsodhatnak. Az oxigén

diffúzió útján, vagy a mélyebb rétegekbe szivárgó felszíni vizekben oldva jut az acélszerkezetekhez. A talajjellemzők változásának mértéke több tényezőtől függ (mechanikai összetétel, időjárási és domborzati viszonyok stb.). A mechanikai összetétel a nedvességtartalom, a sótartalom és az oxigénkoncentráció helyi értékét is befolyásolja. A szerves anyagok és a kémiai összetevők (sók, savak, ill. bázisok) a nedvesség, az oxigén, valamint a talajban élő mikroorganizmusok hatására átalakulhatnak, a folyamatot a pH változása kíséri.

A talajok jellegét korróziós szempontból is figyelembe kell venni. A talaj szilárd részeinek átmérője tág határok között változhat. Az iszapos és agyagtalajok kolloid frakciót is tartalmaznak. A szemcseméret eloszlása és a nedvességtartalom együttesen szabja meg a levegő (oxigén) diffúziójának mértékét. A szemcseméret eloszlásától függ a víztartó és vízmegkötő, a vízáteresztő, a kapilláris vízemelő képesség és a fajlagos ellenállás.

A talajszerkezet bonyolult módon befolyásolja a korróziós szempontból nagyon jelentős nedvességtartalmat. Egy kritikus nedvességtartalom értékig a korróziós aktivitás nő, majd azon túl csökken. Kis nedvességtartalomnál a talaj fajlagos ellenállása nagy, a korróziós folyamatok gátoltak. Nagy nedvességtartalomnál a fém-talaj határfelület oxigén ellátottsága csökken, ezért a korróziós folyamatok sebessége is kisebb. Ennek ellenére, számos más tényező hatása miatt a különböző talajok korróziós aktivitása a nedvességtartalommal nincs egyenes arányosságban. Ezért nem elegendő a talajfajta és a nedvességtartalom ismerete, pontosabb következtetést lehet levonni a talajkorróziós laboratóriumban mért minimális fajlagos ellenállás és redoxipotenciál adatokból. A minimális fajlagos ellenállást a talajt egyre jobban nedvesítve határozzuk meg, annál a pontnál, ahol mint feljebb említettük a korróziós aktivitás a legnagyobb. A redoxipotenciál pedig a talaj-elektrolit oxigéntartalmával van összefüggésben.

Kóboráram korrózió

Kóboráramnak a nem áramvezetés céljára használt fém-szerkezetekben, talajban mesterséges áramforrás vilamos erőterének hatására keletkező áramot nevezzük. Kóboráram bármilyen földelt, egyenáramú berendezésből származhat. Bár a korróziót kis mértékben, főleg a talaj egyes félvezető tulajdonságú elemeinek egyenirányító hatása miatt a váltóáramú kóboráram is fokozza, ez a hatás nem éri el az egyenáramú kóboráram korrózió hatásának 10%-át.

Az áram útját a talajban a talajrétegek ellenállása és a talajban lévő különböző fém-szerkezetek elhelyezkedése, ellenállása határozza meg. A fém-szerkezetek általában kis ellenállású acélcövek, amelyek néha meglepő távolságra

* VEKOR Kft., Veszprém

vezetik el a kóboráramot. A talajba fektetett fém szerkezetekben keltett kóboráram minimum két helyen lép át a fém-talaj határfelületen. Az egyik helyen a talajból a fém szerkezet felé, a másik helyen a szerkezetből a talaj felé irányul. A belépés helyén a talaj-elektrolit ionos jellegű áramvezetését a fém elektronvezetése váltja fel, itt redukációs folyamatok játszódnak le. Ezeknek a katódos reakcióknak a fémre nincs káros hatásuk, sőt akadályozzák a korróziót. A fém szerkezetből a talaj felé irányuló áram hatására oxidációs folyamat, anódos oldódás történik. A fém elektronvezetését a talaj-elektrolit ionvezetése váltja fel. Az elektrolízis sebességét a Faraday-törvény alapján számolhatjuk, vasra $9 \text{ kg/A} \times \text{év}$.

A talajban folyó kóboráramra következtetni lehet a talaj különböző pontjai között mérhető feszültségből. Ezt a feszültséget az áram és a két vizsgálati pont közötti talajréteg ellenállásának nagysága határozza meg. A mért feszültséget a két pont távolságával osztva a térerősséget mV/m egységekben fejezzük ki. A mérési adatok előjelét is figyelembe véve a térerősségnek iránya is van, így vektorokként a mérések összegezhethetők és felrajzolhatók. A talajban az áram a negatívabb mérési pont felé folyik. Általánosságban mondhatjuk, hogy a $2,5 \text{ mV/m}$ -nél nagyobb térerősség esetén a talajban korróziós szempontból veszélyes mértékű kóboráram lehet, ilyenkor célszerű alaposabb vizsgálatot végezni.

A talajban lévő fém szerkezetekben folyó kóboráramra a fém szerkezetek potenciáljának mérésével is következtethetünk. A potenciál mérésére réz/réz-szulfát összehasonlító elektródot használunk. Ebben az esetben az egyik elektród a fém szerkezet vizsgált pontja, amelyet fémes vezető köt össze voltmérőn keresztül a referenselektroddal. A mérőlánc a talajon keresztül záródik. A voltmérőn a két elektródból álló galvánelem elektromotoros ereje mérhető. Ebből és a referens-elektrod jól reprodukálható, ismert elektródpotenciáljából számolható a másik elektród potenciálja. A mérőláncba iktatott voltmérőn mért értéket a továbbiakban az adott ponton mért szerkezet-potenciálnak nevezzük.

A szakirodalom és saját tapasztalataink szerint az acél nyugalmi, kóborárammentes potenciálja réz/réz-szulfát referens-elektroddal szemben a talajban -350 mV -tól -650 mV -ig változik a talajtól, acétfajtától függően. Ha az egyenletes sebességű folyamatot kóboráram befolyásolja, a potenciál megváltozik. Ha az áram a fém-talaj határfelületen a szerkezet felé irányul, a potenciál a nyugalmi potenciálnál negatívabb lesz. Ellenkező esetben a potenciál pozitívabbá válik.

Az öntöttvas és korróziós tulajdonságai

Az öntöttvas kétszáz éve a víz- és szennyvízhálózatok kedvelt anyaga. Elterjedtségét indokolja a hosszú évek alatt kialakult, kedvező fektetési technológiája és korrózióállósága. Vízvezeték anyagaként 1455-től használják (Dillenberg-kastély). Franciaországban 1664 és 1688 között $7,9 \text{ km}$ hosszú vízvezeték építettek öntöttvasból (Versailles). Az első, viszonylag nagy falvastagságú és így

nagy korróziós ráhagyással tervezett öntöttvas vízvezeték-hálózat 1804-ben, az Egyesült Államokban (Philadelphia) épült. A XIX. század végén Angliában és Magyarországon (kezdetben Angliában öntött csövekkel) is épültek vízvezetékrendszerek. Egy részük ma már több mint százéves és még mindig üzemel. A csövek külső felületét vékony kátrányos bevonattal védték a talajkorróziótól. 1920-tól elterjedt a cementhabarcsos bevonat alkalmazása is. 1902-től Angliában jelentek meg előírások, elvárások az öntöttvas csövekkel kapcsolatban. Megállapították, hogy a talaj minőségének (laza, agyagos, lúgos stb.) döntő szerepe van a korrózió szempontjából [1].

Öntöttvasnak az $1,7\%$ -nál nagyobb széntartalmú nyersvasból, általában átolvasztással készített ötvözeteket nevezzük. Az öntöttvas állandó ötvözőelemei közül fontos szerepe van a szénnek, szilíciumnak és a foszfornak. Ezek befolyásolják a szövetszerkezetét és döntő szerepük lehet az ötvözetben lévő szén megjelenési formájára. Ez lehet grafit, vagy karbid; a grafit lehet durva vagy finom, lemezes vagy gömb alakú. Az öntöttvas tulajdonságait döntően szövetszerkezete határozza meg. Korrózióállósága jobb, mint a szénacélé. A gyakorlatban használatos, különleges kezelés nélküli öntöttvasak $2,5\text{--}3,5\%$ szén tartalmúak, a grafit formája lemezes, a töret színe alapján szürke vasöntvénynek is nevezzük. A vízvezeték csöveit évtizedekig ilyen anyagból készítették. Ma már inkább a nagyobb szilárdságú, gömbgrafitos csöveket fektetik.

A szürke vasöntvények korrózióállósága nemcsak a kémiai összetételtől, a szövetszerkezettől, a grafit alakjától, az ötvények tömörségétől, hanem a korrodáló környezet kémiai jellegétől, mikroorganizmusok, kóboráramok jelenlététől és az üzemeltetés körülményeitől is jelentősen függ.

A szürke vasöntvények korrózióállósága természetes és vízvezeteki vizekben kielégítő, a várható korróziósebesség $0,025\text{--}0,15 \text{ mm/év}$. Tengervízben gyorsabban korrodálódnak. Normál, semleges kémhatású, kóborárammentes, kedvező talajviszonyok mellett az öntöttvas csövek élettartama $100\text{--}200$ évet is elérhet [1]. Normál talajban az átlagos korrózió $0,05 \text{ mm/év}$. Ha a talaj minimális fajlagos ellenállása $>10 \Omega \cdot \text{m}$, akkor a legmélyebb korrózió mélyülési sebessége $0,375 \text{ mm/év}$. Az 1. táblázatban 10 éves megfigyelési adatok alapján sorolták be a talajokat [2].

A régóta talajban fekvő öntöttvas csöveken jellegzetes korróziófajta megjelenését figyelték meg. A szürke vasöntvények szövetszerkezete több fázisból áll (ferrit,

1. táblázat

Öntöttvas korróziójának sebessége talajban

A talaj minimális fajlagos ellenállása, $\Omega \cdot \text{m}$	Mélyülési sebesség, mm/év
> 10	0,375
5–10	0,500
2–5	0,750
< 2	1–1,125

cementit, foszfid, grafit, és különböző zárványok), ezért fennáll a lehetősége az elektrokémiai kioldódásnak, a szelektív korróziónak. A korrózió a grafitlemezek mentén elhelyezkedő fémes fázisban indul meg és hatol be az öntvény belsejébe. A fémes fázis elfogy a grafitlemezek mellől, üreg képződik, amelyet szivacsos szerkezetű, nem-fémes maradványok töltenek ki. Az öntvény megtartja alakját, méretét, de helyenként elveszíti fémessé, így mágneses jellegét is. A „faragható” szilárdságú réteg barnásfekete színű. Átlagos körülmények között ez a fajta korrózió lassú, amit galvánáramok gyorsíthatnak.

A jelenség elnevezését 1990 óta ISO MSZ szabvány precízen szabályozza, ennek ellenére a hazai és nemzetközi szakirodalomban a „grafitosodás” szóhasználat a szokásos, noha kifejezőbb a „vastalanodás” használata, hiszen a vas oldódik ki az öntöttvasból.

Az öntöttvas vízvezetékcsövekben a vastalanodás akkor jelentkezik és gyorsul fel, ha a csövek hosszú ideig szennyezett (kloridos, szulfidos), változó nedvességű, kóborárammal terhelt talajban vannak. A nagy bajt okozó katasztrofális törésekre akkor kerül sor, ha egyéb tényezők (megváltozó terhelés, állandó, vagy véletlenszerű rezgés, lökés, ütés stb.) hatására a vastalanodott, kis szilárdságú, rideg anyag repedése és a gyors repedésterjedés bekövetkezik.

A cső belső felületén (az ivóvíz oldalon) a vastalanodás általában (de nem minden esetben) kisebb mértékű. Ilyen foltok keletkeznek kloridionok és oldott oxigén jelenlétében, vagy levegő/víz határfelületeken.

Budapesti kóboráram térkép

A rekonstrukció előkészítésének első lépéseként adatgyűjtéssel (BKV, Gázművek) kóboráram veszélyeztetési térképet készítettünk Budapest egész területére.

A gyűjtött adatokat úgy értékeltük, hogy a veszély megállapítható, ha a csővezeték körzetében 2,5 mV/m-nél nagyobb térerősséget mértek és a vektor iránya a cső anódos veszélyeztetettségére utal. Veszélyeztetettnek minősítettük (ha korábbi mérési adataink az ellenkezőjét nem igazolták) a villamos közlekedés transzformátor alállo-

másainak 250 méteres, a hídfők 50 méteres, valamint a Fővárosi Gázművek létesítményeinek (drenázs, szutirázs, katódos védelem) 100-200 méteres körzetét (a működő berendezés teljesítményének függvényében).

Roncsolásmentes, feltárásos vizsgálatok

A csővizsgálatokat munkagödrökben, a csővezeték megbontása nélkül és annak folyamatos üzemelése közben végeztük. A munkagödör helyének kijelölését, kialakítását a megbízók végezték. Budapesten főleg öntöttvas főnyomó csöveket tártak fel (1–2. kép), esetenként az éppen bekövetkezett csőtörések helyszínén.

A vizsgálati módszer

A csővizsgálatokat feltárt munkagödrökben, a csővezeték megbontása nélkül és annak folyamatos üzemelése közben végeztük. Tisztában vagyunk azzal, hogy a több kilométeres csőhálózat egy-egy méteres mintázása hordoz bizonytalanságot. Értékelésünk minden esetben erre a kis szakaszra vonatkozik, de bízunk abban, hogy az óvatos általánosítás a Vízművek és a szakértők tapasztalatai alapján megengedett.

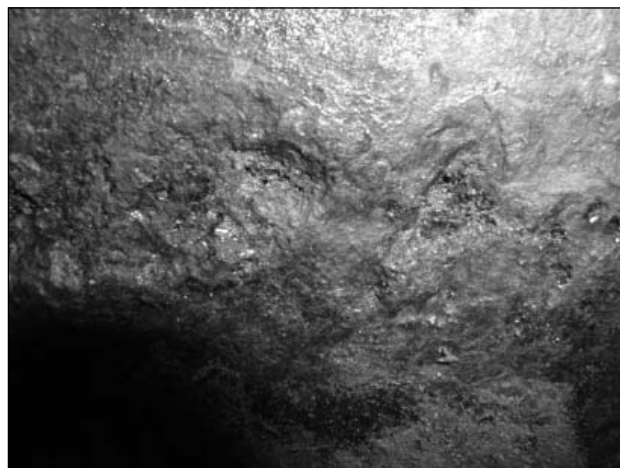
A vizsgálatok alapján a csőszakaszokat minősítettük. Mivel a csövek kijelölése nem véletlenszerű volt, hanem a rehabilitációra már figyelembe vett szakaszokra koncentrált, nem meglepő, hogy sok a kritikusnak minősített helyszín.

A falvastagság vizsgálata

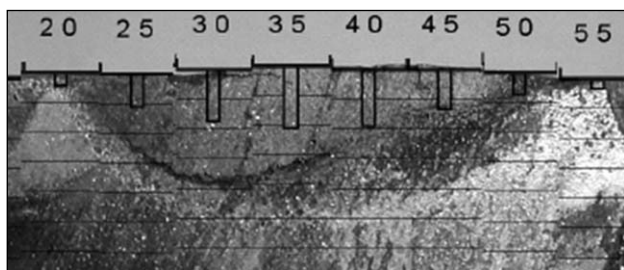
Az általunk használt mérési eljárás nagy előnye, hogy a fémcső (acél, öntöttvas, korrózióálló acél, réz- vagy alumíniumcső) falának szövetszerkezeti elváltozását, falának vékonyodását, gyengülését, vagy kezdődő, esetleg már meglévő korróziós lyukadását, eróziós károsodását jelzi, így előrejelzést ad a vizsgált csőszakasz gyenge pontjaira. Az előrejelzés lényege, hogy segítségével elkerüljük a vezeték törésekor jelentkező, sokszor katasztrofaközeli helyzetet. Így a csővezeték öreg, de jó állapotú szakaszait



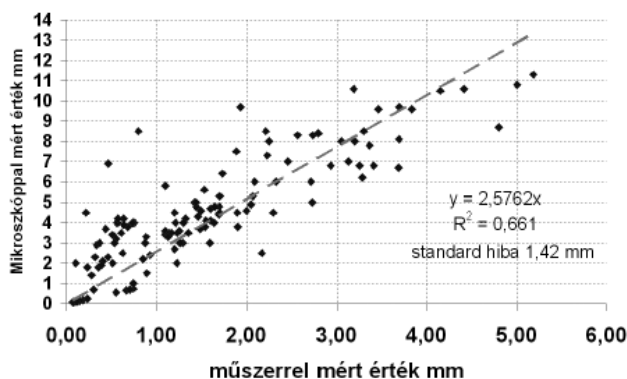
1. kép. Feltárás a Nagy Fuvaros utcában



2. kép. A 135 éves cső felülete



3. kép. Vastalanodott csőminta vizsgálata



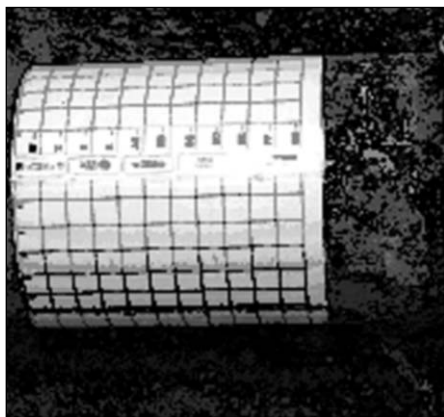
1. ábra. Kalibrálási diagram

a gazdálkodó szervezetek nem cserélik ki feleslegesen, és a pénzügyi forrásokat a leggazdaságosabban, csak a valóban tönkrement részek rekonstrukciójára fordíthatják.

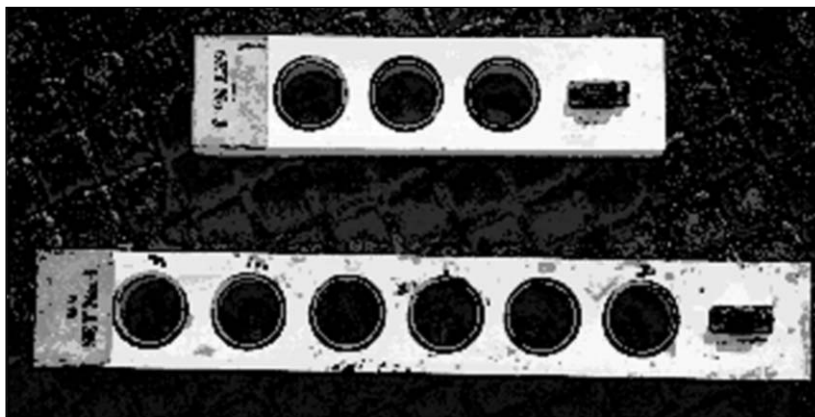
A mérési módszer

Mágnesezhető anyagokra a mérési eljárás alapelve már régóta ismert, röviden MFL néven említik a szakirodalomban (Magnetic Flux Leakage – mágneses fluxus veszteség). A mágneses fluxus az egységnyi felületen áthaladó mágneses erővonalak számát jelenti. Ha egy mágnezt helyezünk egy mágnesezhető anyag közelébe, akkor a mágneses erővonalak áthaladnak a mágnesezhető anyagon is. Az ilyen anyag vastagsága meghatározza az áthaladó mágneses mező nagyságát. Az érzékelők a mágneses fluxust mérik.

Annak eldöntésére, hogy a mért csővékonyodás kívülről, vagy belülről történt, a feltárt csőszakaszon a vastalanodást ElektroPhysik gyártmányú, MINITEST 4100 készülékkel, F20 mérőfejjel is mértük (VEKOR-módszer).



4. kép. Falvastagság mérés előkészítése



5. kép. BEM antenna sorai

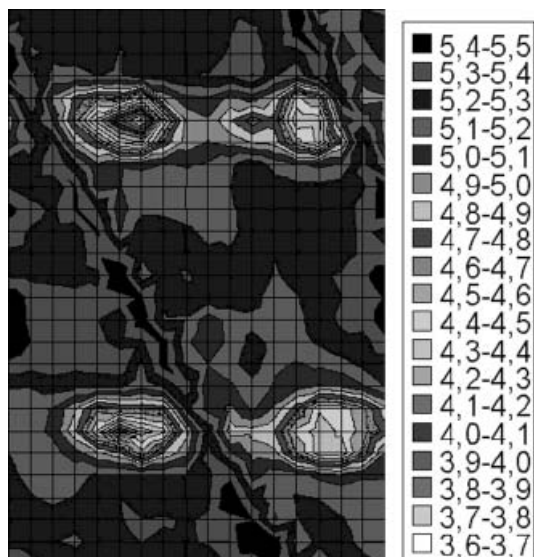
A módszer pontosítása érdekében lemezgrafitos öntöttvas cső mintákkal laboratóriumunkban mérés technikai kutatást folytattunk. A vastalanodott felületen egy vonalban, mágnes fejes vastagság méréseket végeztünk, majd a mintát pontosan e vonal mentén elvágva, mikroszkóppal megmérve értékeltük a vastalanodást (3. kép).

Adataink szerint az ElektroPhysik Minitest 4100 bevonat vastagság mérő, mágneses fejjel, a teljesen vastalanodott részeket 70-80%-os pontossággal méri. Vizsgálatunk szerint a vastalanodás következő rétege vegyes szerkezetű, ebben a rétegben már vannak mágnesezhető szemcsék (3. kép). Az 1. ábrán az ép fémrészig mért mikroszkópos adatok függvényében ábrázoltuk a műszeres mérések adatait. Bizonyítottuk, hogy a mágneses fejjel végzett mérések eredményét hárommal szorozva már nagy biztonsággal (és ez a biztonság fontos) az ép fémréteget jutunk, így megadható a cső maradék falvastagsága. A mérés relatív szórása 1,7%, a konfidencia intervallum 1,9%.

A mérés gyakorlata

Az ausztrál Rock Solid cég által kifejlesztett BEM (Broadband Electro Magnetics: Szélessávú Elektromágneses Eljárás) módszer akár 80 mm vastag szigetelésen keresztül is használható. Ebben az esetben az a lényeges, hogy a detektált anyagtól állandó legyen a távolság. Vagyis a felületet meg kell tisztítani, de a korróziós egyenetlenség nem zavaró. A méréshez a talajtól megtisztított vezeték külső palástjára, az antennasoron található érzékelők egymástól való távolságának megfelelően, négyzet alakú papírt helyezünk (5×5 cm). Ezt a „sorvezetőt” használva (4. kép), az antennasorral (5. kép) elvégeztük a csőfal elektromágneses állapotvizsgálatát. A meglévő szigetelést, vagy festékréteget nem kellett a cső palástjáról eltávolítani.

A mérési adatokat e-mailen továbbítottuk az adatok számítógépes értékelését végző ausztrál partnerhez, aki a falvastagság-változásokat ábrázolta (2. ábra). Az izometrikus vonalak az 50 mm átmérőjű falrész átlagolt vastagságát mutatják. Felhívjuk a figyelmet arra, hogy az átlagolás miatt a kis átmérőjű bemaródások nem jelentkeznek, de a veszélyes mértékű vékonyodások behatárolhatók.



2. ábra. Bevonatos acél csőfal vastagsága

A letisztított csőszakaszon szemrevételezéssel ellenőriztük a felületet. A láthatóan grafit részeken mértünk az F20 mérőfejjel. Több ilyen méréssel megkerestük az adott felületen legmélyebbnek tűnő vastalanodást. Ha a vastalanodott rész a tisztítás során kiesett, akkor a mélyedést teljesen kikapartuk és a mélységet tűs mikrométerrel ellenőriztük.

Kiegészítő vizsgálatok

Ha a falvastagság méréséhez a csővezeték feltárása már megtörtént, célszerű kiegészítő méréseket is végezni.

A csővezeték ellenőrzése

A vizsgálat során elvégeztük:

- a cső kerületének mérését
- a cső fektetési mélységének mérését
- az útburkolat vastagságának mérését
- a gödörben lévő egyéb csövek helyzetének dokumentálását
- fénykép készítését.

A talaj korrozivitásának vizsgálata

A talaj értékelését a régi MSZ 18094 szabványsorozat alapján végezzük. Munkánk során figyelembe vesszük az újabb szabványokat is (MSZ EN 12501:2003. A korrózió valószínűsége talajban). Ezek elveikben nem térnek el a korábbiaktól, de a kritériumaik kevésbé konkrétak. A talajmintát mindig a gödör homlokfalából, a továbbmenő csővezeték mellől vesszük.

A szerkezetpotenciál mérése

Az öntöttvas csövek korróziós potenciálja jól szellőző, nem agresszív talajban -450 és -550 mV tartományban van. Ha ez az érték ennél negatívabb, akkor kb. -700 mV-ig vagy fokozottabb a korrózió, vagy a cső katódos kóboráram által

befolyásolt. Hasonlóan kóboráramot, de anódos, oldó irányú jelez, ha a korróziós potenciál -350 mV-nál pozitívabb. A mért potenciálok értékelésénél az időbeli változást is vizsgáltuk (MSZ EN 13509:2003, A katódos védelem mérési módszerei).

Ha a potenciál rövid időn belül változik, ingadozik, akkor ezt kóboráram okozza. Nem mindegy azonban az időbeli gyakoriság. Ezért a mért értékeket hisztogrammal és eloszlásfüggvénnyel is ellenőriztük. Veszélyesnek tekintjük azt, ha a mérési időtartam legalább 30%-ában a potenciál a feltételezett nyugalmi potenciálhoz képest 300 mV-nál nagyobb mértékben pozitívabb. A katódos kóboráram befolyásolást elfogadhatatlanul nagynak kell tekinteni, ha a szerkezetpotenciál -1100 mV-nál negatívabb (IR-mentes). Egy negatív potenciál-eltolódás valamely létesítmény egy részén jelzi, hogy vannak a létesítménynek más részei, amelyek anódosan befolyásoltak. Ha nagyon negatív potenciál-eltolódásokat (pl. $U > 500$ mV, belefoglalva az ohmos feszültségesést) mérünk, ajánlatos a területen az anódosan polarizált helyet is megkeresni.

Térerősség mérése

A mérés során háromelektrodos módszert alkalmazunk. Az egyik elektródot lehetőleg a feltárt cső mellé, a gödörbe helyezzük el, a másik két elektróddal igyekszünk derékszögű háromszöget képezni. Elhelyezésükhöz talajkapcsolat kell, ehhez füves területet, utcai fák tövét, az út menti kertet lehet figyelembe venni. Az elektródok távolsága $10-15$ m. Ha nem sikerül derékszögű háromszöget képezni, akkor a kiértékelésnél a háromszög szögeit is figyelembe kell venni. Nagyon vigyázni kell arra, hogy a vizsgált csövünk ne legyen a két távolabbi elektróddal egyező oldalon, azaz a mérés ne keresztezze a csövet. Ha feszültség-ingadozás van, akkor kb. 1 óráig folytatjuk a mérést.

Ha a térerősség időben változik, akkor nem mindegy az időbeli gyakoriság. Ezért a mért értékeket hisztogrammal és eloszlásfüggvénnyel is ellenőriztük. Általánosságban

mondhatjuk, hogy ha az időtartam legalább 30%-ában 2,5 mV/m-nél nagyobb az anódos térerősség, akkor korróziós szempontból veszélyes mértékű a kóboráram (a legújabb szabványban 0,5 mV/m a küszöbérték, ami felett az adatokat szakértőnek célszerű elemezni). A kóboráram irányát X-Y ábrával vizsgáltuk.

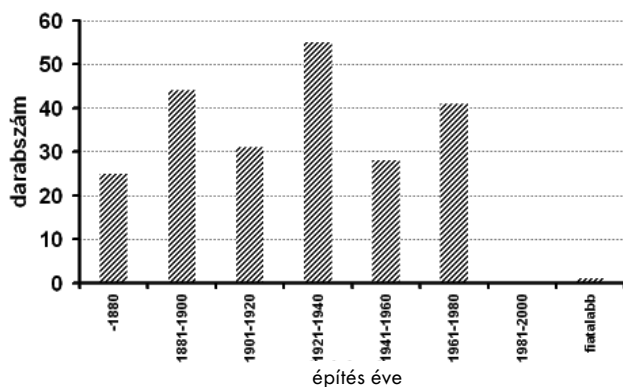
A budapesti vizsgálat adatainak elemzése

Statistikai vizsgálat

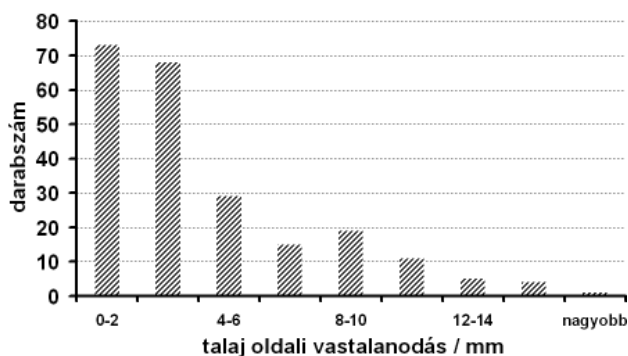
Eddig 232 db csőfal mérését és korróziós környezetének értékelését végeztük el. Esetenként két cső is volt egy gödörben, tehát a feltárások száma ennél kisebb, 218 darab. A vizsgáltak között van néhány duktil cső, és néhány csőszakasz nem talajban, hanem betoncsatornában van. A talajkorróziós hatás szempontjából értékelhető lemezgrafitos öntöttvas cső darabszáma végül 224. Ezeket a csöveket az elmúlt 150 évben telepítették, a csőfektetés évének eloszlása a 3. ábrán látható.

A vizsgálat többnyire külső vastalanodást jelzett, csak 26 helyen regisztráltunk a külsőnél nagyobb mértékű belső korróziós sérülést. A 4. ábrán látható hogy több helyen mértünk 8mm-nél nagyobb külső vastalanodást.

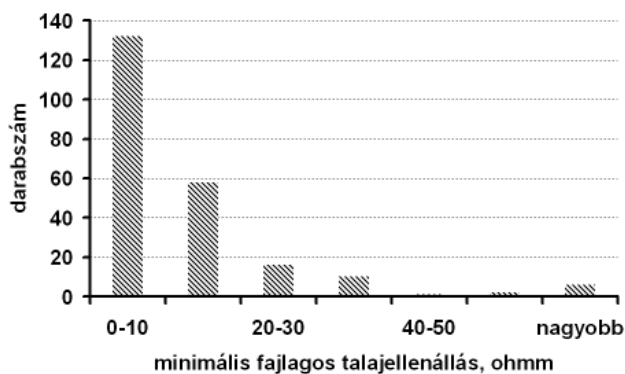
Megállapítottuk, hogy a cső mellett ma már szinte sehol sincs homokágy, és a talaj a legtöbb esetben erős korróziós hatású. A több paraméter közül a sok információt integráló minimális fajlagos talajellenállások láthatók az 5. ábrán. A korrózió szempontjából fontos, hogy Budapesten, a vízvezetékek fektetési mélységében sok a nedvesebb talaj (6. ábra). Néhány esetben bebizonyosod-



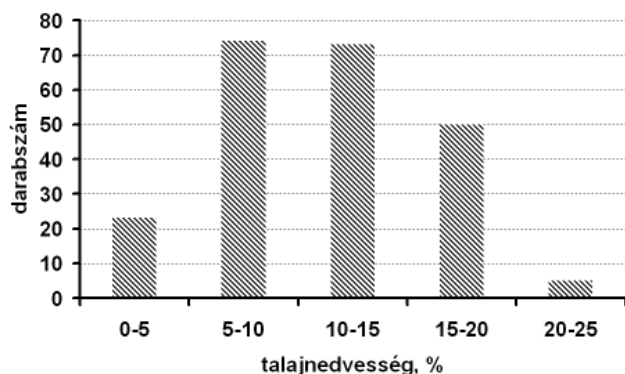
3. ábra. Budapesti öntöttvas csövek kor histogramja



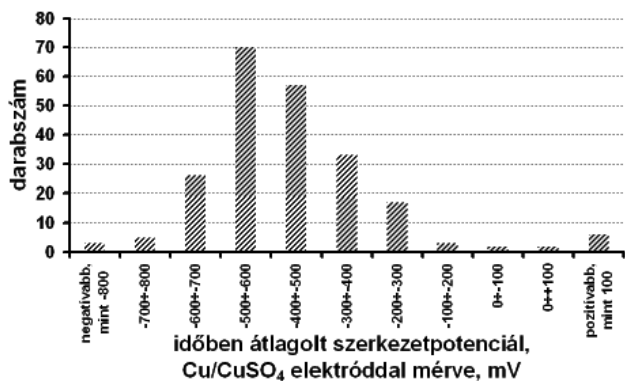
4. ábra. A legmélyebb vastalanodás histogramja



5. ábra. Talajellenállás histogramja



6. ábra. Talajnedvesség histogramja



7. ábra. Cső szerkezetpotenciáljának histogramja

dott, hogy ez sajnos magából a vízvezetékből származott (már volt egyéb haszna is a feltárásnak), de az esetek többségében ez természetes állapot.

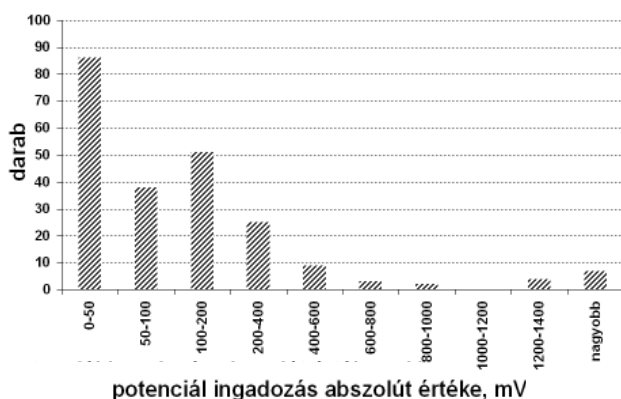
Az átlagos szerkezetpotenciál a kóboráram következtében nagy tartományt fog át, természetesen vannak árammentes területek is (7. ábra).

A vizsgált helyeken a csövek szerkezetpotenciálja aránylag szűk tartományban ingadozott (8. ábra). Az esetenként nagy térerősség (9. ábra) nem mindig érintette a vízcsövet.

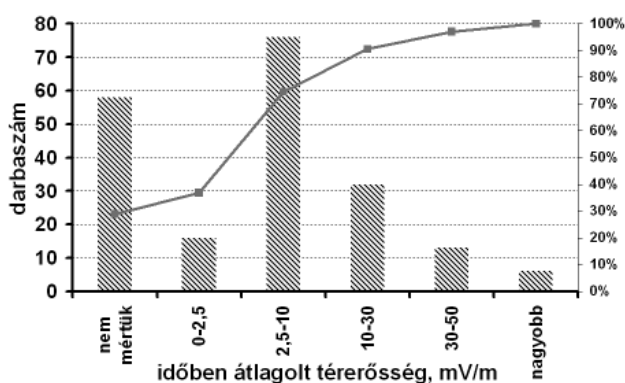
A korróziós állapot elemzése

Az életkor függvényében vizsgáltuk az adatokat (10. ábra). A behúzott trendvonal a szakirodalomban is megtalálható 0,05 mm/év korróziósebességet eredményezte.

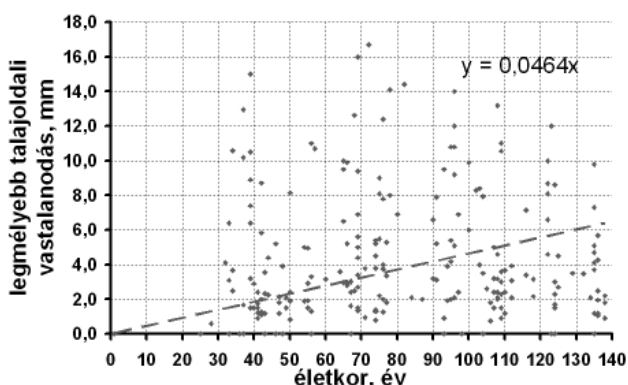
Sajnos a csövek eltérő minősége befolyásolja az értékelést. Feltűnő, hogy az öregebb csövek között sok olyan



8. ábra. Potenciál ingadozás hisztogramja



9. ábra. A Budapesten mért télerősségek hisztogramja és eloszlása



10. ábra. Vastalanodás az életkor függvényében

van, amelyeknél a korrózió sebessége a várhatónál kisebb (10. ábra, a trendvonal alatti terület 90-140 évig), ugyanakkor fiatalabb csöveknél mértünk túl gyors korróziót. A törési statisztikából is ismert, hogy a második világháborút közvetlen megelőző időszakban és a hatvanas években fektetett csövek rosszabb minőségűek. Véleményünk szerint a csövek minőségének ma mérhető paramétere nem oka az eltérő viselkedésnek. Különböztetés lehet az öntési kéreg eltávolításában (homokszórásos öntvénytisztítás bevezetése) és a kátránybevonat bitumenre cserélésében, vagy elhagyásában.

A továbbiakban elvégeztük a paraméterek korrelációs vizsgálatát. A statisztikai próba adatszámát figyelembe vevő Student t próba szerint korreláció állapítható meg ($\alpha = 0,1$), ha a korrelációs együttható meghaladja a 0,115 értéket. A 2. táblázatban ezeket vastagítottuk.

Mint a táblázatban látható, a korrózió mértékének a VEKOR-módszerrel mért legmélyebb vastalanodást vetjük. A táblázat alapos tanulmányozása érdekes eredményre vezet. A vastalanodás korrelál a talaj eredeti állapotában mért fajlagos ellenállásával, a laboratóriumban mért minimális fajlagos ellenállással, a talaj nedvességtartalmával és redoxi-potenciáljával.

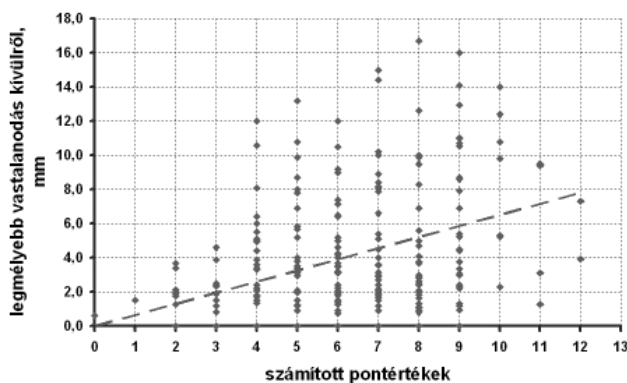
Meglepő, hogy a vastalanodás és a korróziós potenciálok között nem találtunk korrelációt. Ezt magyarázhatja az a mérés technikai tény, hogy a potenciált a vizsgált felületen nem tudjuk mérni. A felületet letisztították, a talajt eltávolították. A potenciált a gödör falánál mérjük (itt veszünk a talajmintát is), ez információt ad a cső többi részére. A szakirodalom és saját korróziós kutatásaink alapján biztosak vagyunk abban, hogy a korróziós potenciál fontos adat, ezért a továbbiakban is figyelembe vesszük.

Érdekesekek a paraméterek közötti „kereszt” korrelációk. Ezek közül több természetes, hiszen vannak nyilvánvaló összefüggések. Ilyen például a kétféle talajellenállás, vagy ezek és a nedvességtartalom közötti kapcsolat. Ugyanakkor figyelemreméltó a talaj redox potenciálja (oxigéntartalma) és a szerkezetpotenciálok közötti összefüggés. Ha jobban átgondoljuk, az összefüggések – és azok előjele – egyik esetben sem mond ellent a korrózióról alkotott elméleti elképzeléseinknek.

Az elemzést folytatva a korróziós veszély értékelésére pontozásos módszert dolgoztunk ki (3. táblázat). Az értékelésnél figyelembe vettük a laboratóriumban mért minimális fajlagos talajellenállást, a talajnedvességet, a talaj redox-potenciálját, a cső szerkezetpotenciáljának középértékét, csőpotenciál-ingadozás maximumát és a cső korát.

A kiszámított pontérték függvényében a mért vastalanodás mértéke látható a 11. ábrán. A tendencia egyértelmű, de nagy a szórás. Mértünk kis pontértékű környezetben aránylag nagy vastalanodást és fordítva. Egyértelmű, hogy a mérhető paraméterek nem képezik le maradéktalanul a bonyolult korróziós folyamatot. Az egyetlen mérhető adat, a korróziós mikrocellák áramsűrűsége viszont mai módszerekkel nem mérhető. Az öntési kéreg, a bevonat, a lerakódott korróziótermékek hatása nem számszerűsíthető.

Véleményünk szerint javítható az értékelés, ha a pontérték mellett a vastalanodás mért értékét is figyelembe



11. ábra. A talajkörnyezet értékelése és a mért korrózió közötti kapcsolat

Korrelációs vizsgálat

összes, 224 db	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1 minimális talaj ellenállás [$\Omega \cdot m$]	1,00									
2 eredeti talajellenállás [$\Omega \cdot m$]	0,80	1,00								
3 nedvesség, %	-0,31	-0,56	1,00							
4 pH	-0,12	-0,09	-0,08	1,00						
5 redoxpotenciál, mV	0,24	0,23	-0,19	0,36	1,00					
6 átlag potenciál (mv)	0,09	0,13	-0,23	0,23	0,03	1,00				
7 katódos potenciál (mv)	0,07	0,18	-0,27	0,01	-0,01	0,62	1,00			
8 anódos potenciál (mv)	0,02	0,07	-0,21	0,14	0,02	0,74	0,42	1,00		
9 dE, mV	-0,01	-0,01	-0,10	0,15	0,03	0,53	-0,01	0,90	1,00	
10 vastalanodás (mm)	-0,23	-0,25	0,27	-0,01	-0,16	0,04	-0,07	0,02	0,05	1,00

3. táblázat

Talajkörnyezet korróziós értékelése lemezgrafitos öntöttvasra

Paraméter		Hozzárendelt pont
Laboratóriumban mért minimális fajlagos talajellenállás (Ωm)	< 5	4
	5–10	3
	10–15	1
	≥ 15	0
talajnedvesség	≥ 15	2
	10–15	1
	< 10	0
talaj redox-potenciál (mV)	< 380	2
	380–420	1
	≥ 420	0
cső szerkezetpotenciál középértéke (mV)	≥ -350	2
	-350÷-450	1
	-450÷-650	0
	< -650	-1
csőpotenciál-ingadozás (mV)	≥ 300	1
	< 300	0
csőéletkor (év)	> 100	3
	100–55	2
	55–30	1
	≤ 30	0
az összeadott pontok értékelése	≥ 9	nagy korróziós veszély
	9–5	közepes veszély
	≤ 5	nincs veszély

4. táblázat

Értékelő mátrix

Talajkörnyezet pontértéke	< 5	9–5	> 9
Vastalanodás			
> 8 mm	3	3	3
4–8 mm	1	2	3
< 4 mm	1	1	2

lemezük. Elemzésünk alapján a fenti mátrix alkalmazását javasoljuk (4. táblázat):

A szerzők megköszönik, hogy a Fővárosi Vízművek Zrt. és a Duna Menti Regionális Vízmű Zrt. támogatta kutatásukat.

IRODALOM

- [1] Artinger István – Németh Árpád: Korróziós Figyelő 43. 182–188. (2003)
- [2] Roberge, Pierre R.: Handbook of Corrosion Engineering: McGraw-Hill 1999; 1140 pages

ÖSSZEFOGLALÁS

Horváth Márton – Mátravölgyi Norbert: **Csővezetékek rekonstrukciójának tervezése**

Dolgozatunkban elemeztük a lemezgrafitos öntöttvas csövek korróziójának jellemző folyamatait, a falvastagság és a talajkörnyezet korróziós hatásának mérési módszereit. Részletesen bemutattuk komplex vizsgálati eljárásunkat. Elemeztük a budapesti vízvezeték-hálózat gyűjtött adatainkat. Értékelési módszert dolgoztunk ki a korróziós veszély mértékének becslésére.

vesszük. Gyakorlatunkban a csövek rekonstrukciójának tervezését segítő korróziós értékelésnél három kategóriát használunk. A vizsgált helyszíneket korróziós veszély nincs (1), közepes (2), illetve kritikus (3) minősítéssel jel-

Lignocellulózok enzimes degradációja

A hemicellulázok, mint segítő enzimek

BENKŐ ZSUZSA***

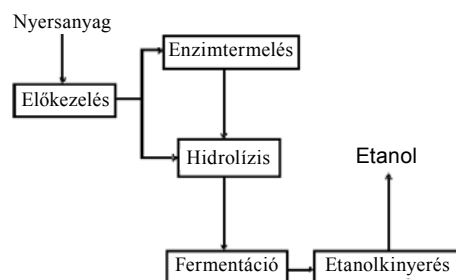
RÉCZEY ISTVÁNNÉ**

Bevezetés

A növényi biomassa a szén, földgáz és kőolaj után mennyiségét tekintve a negyedik legnagyobb energiaforrás. A Földön található teljes élő anyag becsült mennyisége közel 2000 milliárd tonna [1]. Magyarországon a biomassa teljes mennyisége 350-360 millió tonna, az ebből évente újrateermelődő mennyiség 105-110 millió tonna [2]. A növényi biomassa tehát jelentős megújuló nyersanyagbázist jelent, amelynek fő tömegét a lignocellulózok alkotják. Ezek fő építőegységekként cellulózt, különböző hemicellulózokat és lignint tartalmaznak. Ilyenek például a fű és fafélék, illetve a különféle növényi szárak (pl. kukoricaszár, búzaszalma). A három fő komponens mellett kis százalékban fehérjék, pektinek és olajok is találhatók ezekben a nyersanyagokban.

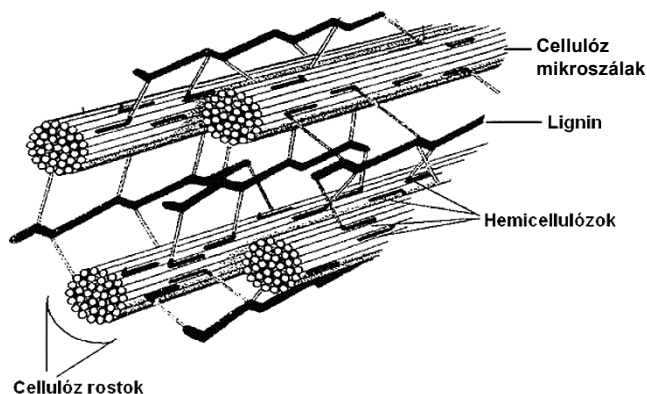
A lignocellulóz biomassa felhasználási spektruma széles, takarmányozásra ugyanúgy alkalmas, mint papíripari feldolgozásra, étetéssel pedig energiatermelésre is használható. A lignin frakció kötő- és ragasztóanyagként, míg a hemicellulóz polimerek és a fehérjék funkcionális élelmiszerekben [3], vagy biodegradálható műanyagok adalékanyagaiként is alkalmazhatók [4]. A cellulóz sokrétű felhasználási lehetőségeire példa a papírgyártás, alkalmazás a szálerősítésű kompozitokban illetve a textilipari hasznosítás [5]. A lignocellulózok cellulóz komponense alkotóelemeire bontva a bioetanol-előállítás alkalmas nyersanyaga lehet. Ez utóbbi alkalmazásnak különös hangsúlyt ad, hogy a fosszilis üzemanyagkészletek 40-50 évre prognosztizált kimerülése esetére megfelelő helyettesítő motorhajtóanyagról kell gondoskodni. Jelenleg nagy cukor- és keményítőtartalmú mezőgazdasági terményekből állítanak elő üzemanyag-alkoholt, de az élelmiszerellátás növekvő problémái miatt egyre komolyabban foglalkozni kell az ún. második generációs (cellulóz alapú) etanol-előállítás lehetőségével is. A lignocellulóz alapú etanol-előállítás folyamatát sematikus mutatja az 1. ábra.

E technológia két fő lépése a lignocellulózokban található poliszacharidok hidrolízise monoszacharidokká,



1. ábra. Üzemanyag-alkohol előállítása lignocellulózokból

majd az így kapott cukrok, elsődlegesen a glükóz fermentációja etanollá. A lignocellulózok lebontása, a bennük lévő szénhidrát polimerek hidrolízise kisebb oligomerekké illetve monomerekké megvalósítható savas hidrolízissel is (egylépcsős tömény savas vagy kétlépcsős híg savas), azonban enzimes hidrolízissel a reakció jobban irányítható, szelektívebb, homogén termék keletkezik és nem képződnek inhibitorok. Ily módon elkerülhető a vegyszerek alkalmazása, nincs szükség drága saválló tartályok használatára és a hulladék kibocsátás is minimális. A nyersanyag – komplexitásából adódóan – mikroorganizmusoknak és vegyszereknek is rendkívül ellenálló, a cellulóz hozzáférhetősége a hidrolitikus enzimek számára korlátozott. Ez azonban javítható a biomassa előkezelésével, és a hidrolízisben alkalmazott enzimek megfelelő kombinálásával. Előkezeléssel ugyanis a sejtfalat alkotó – kovalens kötésekkel stabilizált – merev polimerhálózat (2. ábra) fellazítható, majd enzimekkel hatékonyabban degradálható. Mivel az etanol-előállítás célkomponense,



2. ábra. Lignocellulózok fő alkotóelemeinek térbeli elhelyezkedése: a hemicellulózok szorosan körülölelik a cellulóz rostokat, egyúttal hozzáragasztják a lignin régióit is

* Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, MTA Szerves Kémiai Technológiai Kutatócsoport, Budapest

** Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Mezőgazdasági Kémiai Technológia Tanszék, Budapest

*** Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Alkalmazott Biotechnológia és Élelmiszertudományi Tanszék, Budapest

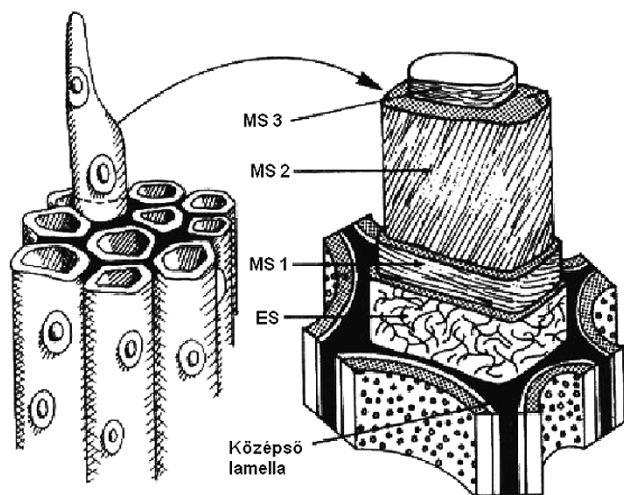
a cellulóz az előkezelés ellenére is hemicellulózzal részlegesen borított maradhat, érdemes a cellulóz hidrolízise során az ezt végző celluláz enzimek mellett ún. segítő enzimeket alkalmazni.

Ebben a cikkben a lignocellulóz degradációt segítő enzimeket mutatjuk be, az egyes enzim komponensek egyedi tulajdonságai mellett érintve azok szinergizmusát, együttes hatását is. Emellett kitérünk a lignocellulózok, különösen a hemicellulózok szerkezetének vázlatos ismertetésére is.

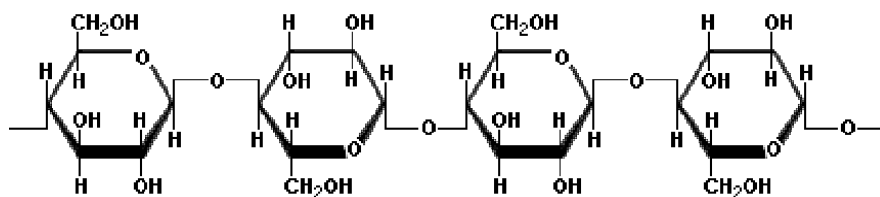
A lignocellulózok szerkezete

A növényi sejtfal vastagsága, összetétele rendkívül változatos lehet, ám általánosságban igaz, hogy a növényi sejtfal két típusa különböztethető meg, az ún. elsődleges és másodlagos sejtfal (3. ábra).

Az elsődleges sejtfal a sejt növekedése során létrejövő vékony, rugalmas, plasztikus és elasztikus megnyúlásra is képes réteg, mely rendezetlenül elhelyezkedő cellulóz rostokból, amorf hemicellulóz mátrixból, pektinekből és fehérjékből áll. Mechanikailag erős sejtek esetében a sejt növekedésének befejeződése után egy ún. másodlagos sejtfal is kialakul. Ez három rétegből tevődik össze (3. ábrán). Az elsődleges sejtfalhoz legközelebb lévő réteg (MS 1) meglehetősen vékony, melyben a helikális cellulóz láncok véletlenszerű, kereszthálós elrendeződése jellemző. A középső réteg (MS2) a legvastagabb, melyben a cellulóz mikrofibrillumok paralel elhelyezkedése tipikus. A lument (belső membrán rész) körülölelő legbelső (MS3) réteg vékony, szerkezete sokkal kevésbé rendezett, mint a másik két másodlagos sejtfal rétegé.



3. ábra. A növényi sejtfal szerkezete (ES: Elsődleges sejtfal, MS 1-3: Másodlagos sejtfal)



4. ábra. A cellulóz elsődleges szerkezete

A növényi biomassa legnagyobb hányadát, mintegy 40%-át a cellulóz polimerek alkotják [6]. A cellulóz homopoliszaharid, legkisebb ismétlődő egysége a cellobióz, amelyben két glükózmolekula kapcsolódik α -1,4-kötéssel dimerre, úgy, hogy benne a glükóz monomerek egymáshoz képest 180° -kal elforgatva helyezkednek el (4. ábra).

A cellulóz hosszú (eredettől függően 100-15 000 glükóz egységnyi) lineáris polimer, mely inter- és intramolekuláris hidrogénkötések kialakítására nagymértékben hajlamos. Az így stabilizált makromolekuláris rendszer nagyfokú rendezettséggel jellemezhető, vízben oldhatatlan, kémiaiilag stabil és enzimeknek is ellenálló.

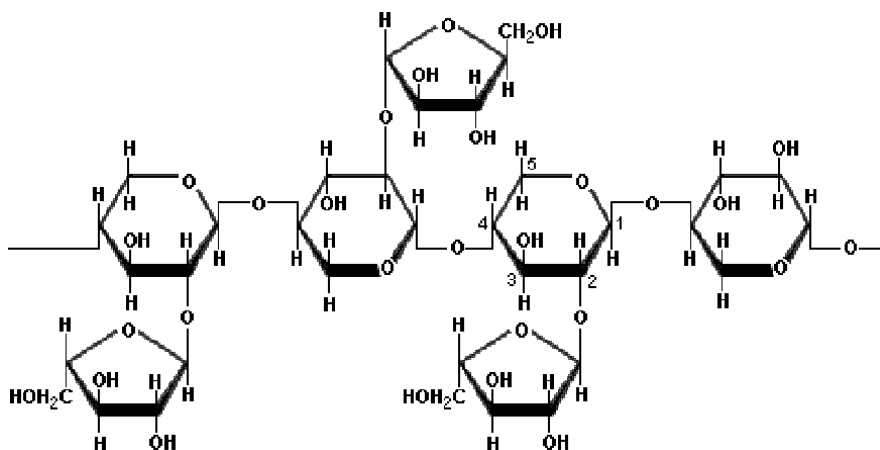
A hemicellulózok a biomassa 25-30%-át alkotják. Meglehetősen nagy változatosságot mutatnak mind polimerizációs fok mind összetétel tekintetében. Láncosságuk általában kisebb a cellulózokénál, ugyanakkor nagyszámú oldallánc helyezkedik el a fő vázon, így a hemicellulózok kevésbé kristályos, reaktívabb molekulák. Legfőbb alkotóelemeik az L-arabinóz, D-galaktóz, D-glükóz, D-glükuronsav, D-mannóz és D-xilóz, de ezen kívül L-fukóz, L-rhamnóz és L-galaktóz is megtalálható oldalláncaikban. Nagyfokú variabilitásuk miatt, a hemicellulózok osztályozása nem egyszerű, hiszen lehetséges eredet, elsődleges szerkezet, oldalláncok fajtája vagy sejten belüli előfordulásuk szerint is. Jelenleg az egyik legelfogadottabb csoportosításuk alapja a főlánc szerkezete [7]:

- xilánok
- mannánok
- vegyes kötésű β -glükánok
- xiloglükánok
- arabinogalaktánok.

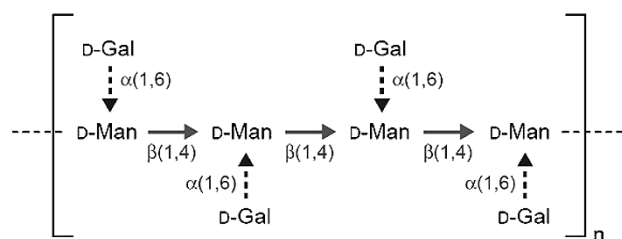
a) *Xilánok vagy D-xiloglükánok*: a másodlagos sejtfal fő hemicellulóz komponensei, kétszikű növények esetében szárazanyagának 20-30%-át, egyszikűek esetében akár 50%-át is alkotják [8]. β -1,4-D-xilopiranoz főláncú heteropolimerek, melyek különböző rövid szénhidrát láncokkal lehetnek szubsztituálva. Ezek az oldalláncok D-glükuronsavból (vagy ennek 4-O-metiléteréből), L-arabinózból, és/vagy D-xilózból, D- vagy L-galaktózból illetve D-glükózból állhatnak [9].

A xilánok kölcsönhatása a sejtfal többi komponensével függ a növény és a sejt fajtájától, illetve a főlánc szubsztituenseitől. Adszorpciója cellulózon nagymértékben függ a xilán polimerizációs fokától (méretétől) és a xilánláncban található szubsztituensek fajtájától. Jellemzően, a szubsztituátlan xilánok adszorbeálódnak leginkább a cellulóz felszínén. Minél több ilyen xilóz egység van a főláncban, annál könnyebben jön létre kapcsolat az egyes xilán láncok között, ami elősegíti adszorpciójukat a cellulózon [10]. Ligninhez uronsav oldalláncukon keresztül észterkötéssel kapcsolódnak. Ezenkívül szerkezeti fehérjékkel és pektinokkal is kapcsolatba kerülhetnek.

b) *Mannánok vagy D-mannoglikánok*: két alcsoportjuk különböztethető meg, a galaktomannánok



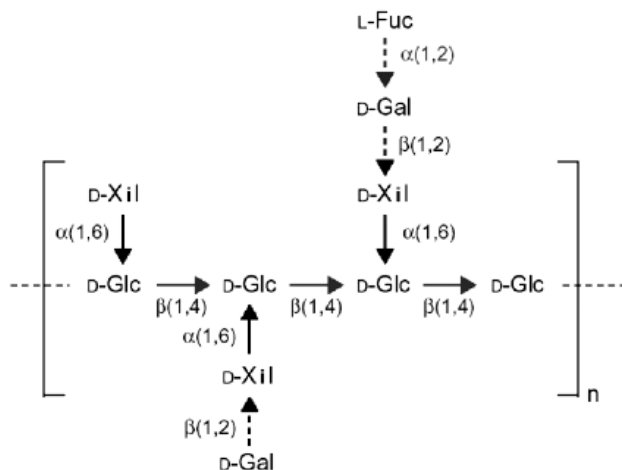
5. ábra. Az arabinoxilánok szerkezete



6. ábra. Galaktomannán általános szerkezete [12]

és a glükomannánok. Az előbbi lineáris főláncát csak β -1,4-D-mannopiranoz míg, az utóbbit β -1,4-D-mannopiranoz, illetve β -1,4-D-glükopiranoz alkotja. Mindkét típus főláncbéli mannóz egységeihez α -D-galaktopiranoz kapcsolódhat. Szubsztituátlan mannánok előfordulása meglehetősen ritka szemben a 30-96%-ban galaktózzal helyettesített galaktomannánokkal és galaktoglükomannánokkal [11].

c) *Vegyes kötésű β -glükánok*: az 1 $\rightarrow$ 3 és 1 $\rightarrow$ 4 kötések tartalmazó β -D-glükánok alkotják a gabonafélék egyik fontos hemicellulóz komponensét. A zab és az árpa fajok általában 3-12% β -glükánt tartalmaznak. Létfontosságú molekulák, melyek a sejt növekedése során a cellulóz mikroszálakkal szoros asszociációban vannak. Ebben az elágazást nem tartalmazó polimerben a glükopiranoz egységek közötti 1 $\rightarrow$ 4 és 1 $\rightarrow$ 3 kötések aránya 70:30%.



7. ábra. Xiloglükán polimer sematikus ábrázolása

választ el egy-egy 1 $\rightarrow$ 3 kötésű egység [13].

d) *Xiloglükánok vagy D-xilo-D-glükánok*: minden magasabb rendű növényben megtalálhatók, az elsődleges sejtfa fő hemicellulóz komponensei. Kétszikűek esetében az elsődleges sejtfa szárazanyagának 20-25%-át, fűfélék esetén 2-5%-át, fák esetén pedig körülbelül 10%-át tehetik ki [14]. Egyes növény fajokban (pl. *Impatiens*, *Cyclamen* és *Tamarindus*) a keményítőt helyettesítő tároló poliszacharid [15], de legtöbb esetben szerepe az elsődleges sejtfa fal erősítésében és hormon hatású fukóz tartalmú oligoszacharid oldalláncok révén a sejt növekedésének szabályozásában van.

Főlánc cellulóz analóg, β -1,4-D-glükopiranoz egységekből épül fel. Az analógia következtében a főlánc a cellulózzal hidrogénhidak révén igen erős asszociációra képes [16]. Az így kialakuló ellenálló polimerhálózat az elsődleges sejtfa stabilitásáért felelős, megakadályozza az ozmózisnyomás miatti esetleges sejt összeroppanást. Kötődésének erősségét a cellulózhoz a molekulatömegén kívül nagyban befolyásolja a galaktózcsoportok száma is [17].

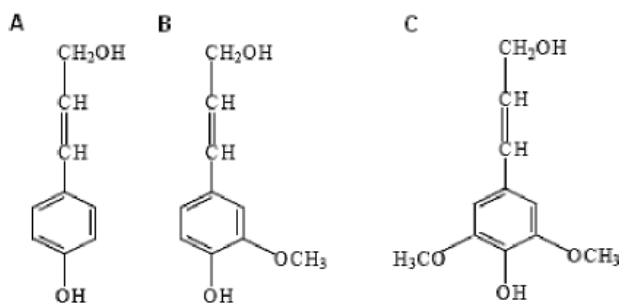
A főlánc főként α -D-xilopiranoz egységekkel szubsztituált (kétszikű növényekben 60-75%-ban, fűfélékben 30-40%-ban), így a leggyakoribb ismétlődő egységek a XXXG és XXGG [18]. Az előbbiben három xilózzal szubsztituált glükóz egységet követ egy szubsztituátlan, míg az utóbbiban két szubsztituáltat követ egy szubsztituátlan. A xilopiranoz csoportok további lehetséges szubsztituensei: β -D-galaktopiranoz, α -L-fukopiranoz illetve α -L-arabinofuranóz.

e) *Arabinogalaktánok vagy L-arabino-D-galaktánok*: az egyik típusuk lineáris (1 $\rightarrow$ 4)- β -D-galaktopiranozid egységekből felépülő láncú, amely 20-40%-ban lehet szubsztituálva α -L-arabinofuranózzal. A másik típusba tartozó arabino-3,6-galaktánok (1 $\rightarrow$ 3)- β -D-galaktopiranozid egységekből felépülő láncúak, amelyekben a szubsztituensek arabinóz és galaktóz tartalmú mono- és oligoszacharidok. Kétszikűek és gabonafélék sejtfa falában fehérjékhez kapcsolódva fordulnak elő, a pektinek egyik komponense.

A lignocellulózok 15-25%-át adó *lignin* fenil-propán alegységekből felépülő rendkívül variábilis aromás polimer gyűjtőneve [19]. Fő alkotóelemei a *p*-kumar-alkohol, a koniferil-alkohol és a szinapil-alkohol monomerek (8. ábra).

Az elágazó szerkezetű, éter és szén-szén kötések tartalmazó lignin hálózat a hemicellulózzal együtt impregnálja a cellulóz rostokat a másodlagos sejtfa falban [20]. Szerepe, hogy a sejtfa falat erősítse, gyakorlatilag a ligninek tesz lehetővé a növények „lábra állását”. Nagy mennyiségben található továbbá a növény sejtfa középső lamellájában, ahol egyfajta „ragasztóanyag” szerepét tölti be, a sejtek összekapcsolásáért felelős [21]. A lignin aromás gyűrűi miatt

Általában 3-4 1 $\rightarrow$ 4 kötésű cellulóz jellegű láncszakaszt



8. ábra. A lignin monomer építőegységei: A. p-kumar-alkohol, B. koniferil-alkohol, C. szinapil-alkohol

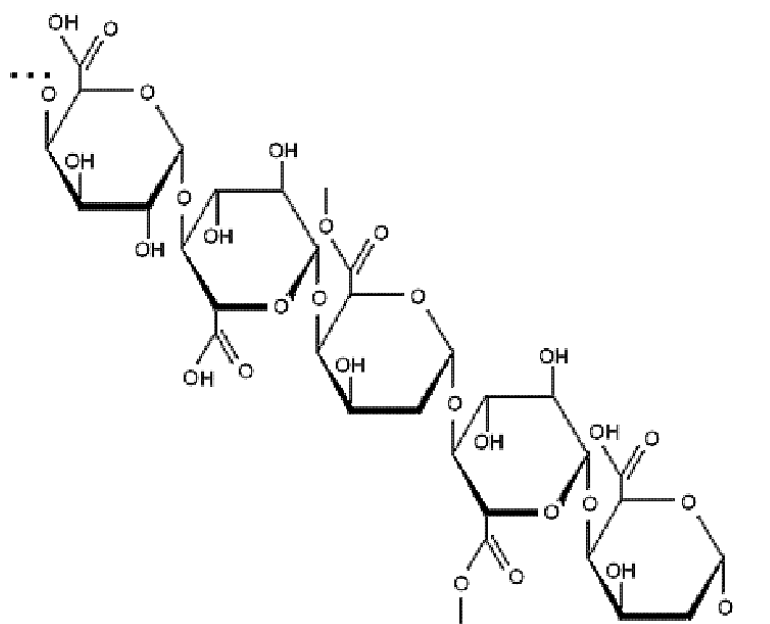
képes elnyelni az ultraibolya sugárzást, melynek hatására gyökös mechanizmusú oxidáción keresztül több aromás gyűrűből álló konjugált rendszerek jönnek létre. Ezek már el tudják nyelni a látható fény egy részét. Ezért sárgulnak/barnulnak meg a fából készült termékek.

A *pektinek* galakturonsavban gazdag savas poliszacharidok, melyek hidratált gél képezve „összeragasztják” az egyes sejtfal polimereket, nagyobb mennyiségben a középső lamellában fordulnak elő, ahol a sejtek közti kapcsolat megteremtéséért és a víztranszport szabályozásáért felelősek. Fővázukat lineáris α -(1,4)-D-galakturonsav polimer alkotja, melyhez legtöbbször L-ramnóz, D-galaktóz, L-arabinóz vagy D-xilóz kapcsolódik.

A fentiekén kívül a lignocellulózok kis mennyiségben extraktívokat (szerves oldószerekkel vagy vízzel extrahálható komponensek, terpenoidok, fenolszármazékok, zsírsavak és viaszok), illetve fehérjéket is tartalmaznak.

Lignocellulózokat lebontó enzimek

A növényi poliszacharidok degradációjához sok fajta enzim szükséges. Ezeket az enzimeket három nagy csoportba sorolhatjuk: exopoliszacharidázok, endopoliszacharidázok, és minden más hidroláz, ami az előző kettőbe



9. ábra. A pektinek általános szerkezete

nem sorolható. Az endoenzimek a polimer láncot random módon bárhol képesek megtámadni, így nagy szerepük van a poliszacharidok molekulatömegének kialakításában. Az exoenzimek a polimer illetve oligomer láncokat támadják meg a nem-redukáló láncvégeknél mono-, ritkábban diszacharidokat felszabadítva. A harmadik csoportba tartozó enzimek olyan nem szénhidrát jellegű csoportokat hasítanak le a sejtfal poliszacharidjairól, mint például az O-acetil, O-metil vagy O-feruil csoportok [22].

A cellulóz hidrolízisét glükózzá több tagból álló *celluláz enzim rendszer* végzi, melyet exo- és endoenzimek alkotnak. Az exoglukanázok vagy más néven cellobiohidrolázok (*CBH*, EC 3.2.1.91), a cellulóz lánc végéről cellobióz egységeket hasítanak le, az endo-1,4- β -D-glukanázok (*EG*, EC 3.2.1.4) a cellulóz láncot véletlenszerűen hasítják hosszabb-rövidebb oligomereket létrehozva. A cellulázokhoz soroltak, valójában szoros értelemben nem celluláz enzimek (hiszen nem a cellulóz polimeren hasítanak), de a teljes hidrolízis folyamatában kritikus fontosságú szerepet töltenek be a harmadik csoportot alkotó 1,4- β -D-glükózidázok (*BGL*, EC 3.2.1.21), melyek a cellobiózt hidrolizálják glükóz monomerekké [23,24].

A cellulóz hidrolízise során a celluláz rendszer tagjai között szinergizmus figyelhető meg. Szinergizmus alatt azt értjük, amikor két (vagy több enzim) együttműködő hatása nagyobb, mint az enzimek elkülönült alkalmazásából eredő hatások összege. Vagyis ha két enzim működése között szinergizmus figyelhető meg, a két enzim egymást segítve tud együtt működni. Ez azt jelenti, hogy az egyik enzim reakciójának terméke, a másik enzim szubsztrátja. Az egyes celluláz komponensek között annál nagyobb a szinergizmus mértéke minél kristályosabb, rendezettebb a cellulóz szerkezete. Amorf, vagy vízzoldhatóvá tett cellulóz származékokban, ez az együttműködés csökken.

„Segítő” enzimek

Olyan enzimek, amelyek a cellulázokkal együttműködve segítik a lignocellulózok teljes lebontását. Mivel a cellulózrostok részlegesen hemicellulózzal borítottak, így elsődlegesen hemicellulázok alkalmazása segíti elő a teljes degradációt, annak révén, hogy eltávolítják a hemicellulózt a cellulóz felületéről, de ugyanilyen segítő hatást fejthet ki ligninázok és pektinázok alkalmazása is.

Xilánázok

Xilánok teljes degradációjához az enzimeknek több csoportja szükséges: *endo*-1,4- β -xilánázok (EC 3.2.1.8), 1,4- β -D-xilozidázok (3.2.1.37), α -L-arabinofuranozidázok (3.2.1.55) és α -D-glükuronidázok (3.2.1.1) [25]. Míg az endoxilánázok és β -D-xilozidázok feladata a xilán lánc hasítása, addig az α -L-arabinofuranozidázok a láncvégén található nem-redukáló arabinóz szubsztituensek hidrolíziséért felelnek. Az

endo- β -1,4-xilánázok az oldhatatlan xilán láncot rövidebb, oldható xilooligomerekké hidrolizálják, majd a β -D-xilozidázok a xilooligomerekből és xilobiózból szabadítják fel a D-xilózt. Az α -D-glükuronidázok az α -1,2-glikozidos kötéseket hasítják a xilóz és a D-glükuronsav csoportok, vagy azok 4-O-metil étere között.

A hemicellulózok oldalláncaiban megtalálható savcsoportok hasítását végzik az észterázok. A xilóz és ecetsav csoportok között hasítanak az *acetil xilán észterázok* (3.2.1.6), arabinóz oldallánccok és ferulsav (4-hidroxi-3-metoxi-fahéjsav) között a *ferulsav-észterázok* (3.1.1.73), arabinóz oldallánccok és *p*-kumársav között a *p*-kumaril-észterázok [26]. Az észterázok szerepe különös jelentőségű, mivel az acetil-, feruloil- és kumarilcsoportok eltávolításával xilánról csökken a lignin kötődése a cellulózhoz, ezáltal könnyebben válik lehasíthatóvá [27].

Xiloglükánázok

A xiloglükánok módosításában, degradációjában szerepet játszó enzimek a *xiloglükán specifikus endoglükánázok* (2.4.1.207/3.2.1.51) – melyek magukba foglalják a xiloglükán endo-transzglikozidázokat és a hidrolázokat is – a xiloglükánon aktív β -D-galaktozidázok (3.2.1.23), α -L-fukozidázok (3.2.1.63) és a xiloglükán oligoszacharidokon aktív α -D-xilozidázok (3.2.1.37) [28].

Mivel az elsődleges sejtfal fő hemicellulóz komponense a xiloglükán, a xiloglükánáz enzimeknek fontos szerepe van a sejtfal szerkezetének kialakításában, illetve a sejt növekedése során, hiszen ezek kisebb oligomerekre bontják a polimert, melyek azután újra egyesülve már nagyobb polimer láncokat hoznak létre, így téve lehetővé a sejtfal megnyúlását. Ebben a folyamatban a xiloglükán transzglikozidázok különleges feladata, hogy az ún. ping-pong mechanizmus révén egy donor xiloglükánról egy kis egységet lehasítanak, majd ezt egy másik akceptor oligomerhez kötik.

A növényi eredetű β -D-galaktozidázok képesek a xiloglükán láncvégi nem redukáló β -D-galaktopiranóz szelektív lehasítására, viszont a galaktomannánok α -helyzetű galaktopiranóz egységét nem tudják hidrolizálni. A α -L-fukozidázok közül szintén növényi eredetűeket (pl. borsóból, káposztából) sikerült izolálni, azonosítani. Ezek jellemzően láncvégi α -(1,2)-fukóz csoportokat képesek lehasítani, nagy molekulatömegű polimereken viszont nem aktívak. Végül az α -D-xilozidázok a xiloglükán glükóz egységekből felépülő főláncáról, pontosabban annak oligomer darabjairól képesek a xilóz szubsztitueneket hidrolizálni.

Mannánázok

Endo- β -mannánázok (3.2.1.78) hidrolizálják kisebb darabokra a mannán láncokat, melyeket a β -D-mannozidázok (3.2.1.25) tovább degradálnak. Az esetleges galaktóz szubsztituenseket α -D-galaktozidázok (3.2.1.22) távolítják el a főlánc mannóz egységeiről.

Egyéb degradációban szerepet játszó enzimek

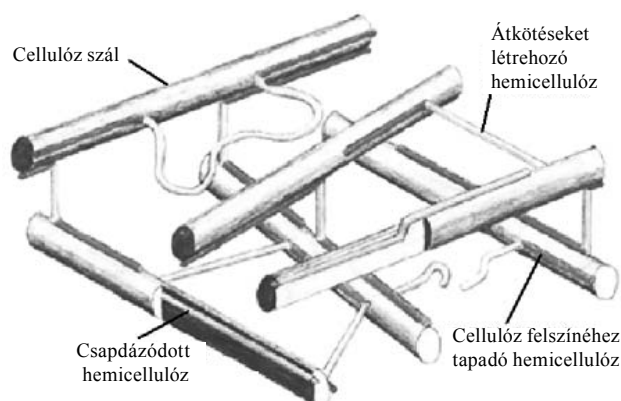
A lignin degradációjáért felelős enzimek a *ligninázok*, melyek baktériumok és gombák által termelt nem specifikus oxido-reduktázok. Legismertebb képviselőik a mangán-peroxidázok, a lakkázok (rezet tartalmazó oxidázok), és a lignin-peroxidázok [29].

Pektinek degradációját végzik az endopoligalakturonidázok, exopoligalakturonidázok és a pektin metil észterázok. Az első két enzimnek feltehetően jelentős szerepe van a sejtfal savas polimerjeinek degradációjában, és lehetővé teszik a sejtek egymáshoz „ragadását”. Az utóbbi pedig a metil-észter csoportok lehasadását segíti elő pektinről.

A cellulázok és segítő enzimek közötti kölcsönhatások

Az előzőekben ismertetett lignocellulóz degradáló enzimek között többrétű kooperáció valósulhat meg. Az enzimek közti együttműködés szükséges is amennyiben a lignocellulóz teljes degradációja a cél, hiszen a szerkezet nagyon komplex és ellenálló. Az egyes cellulóz szálak között a hemicellulóz molekulák átkötéseket hoznak létre, részlegesen beboríthatják a cellulóz rostok felszínét, továbbá a lignint a cellulózhoz tapasztják. Ennek eredményeként gátolt a cellulázok hozzáférése a szubsztrátjukhoz, a cellulózhoz. Ezen felül a hemicellulózok részben „csapdázódhatnak” a cellulóz rostokban, emiatt igen nehezen hozzáférhetővé válnak, csak együttes cellulázos-hemicellulázos kezeléssel távolíthatók el (10. ábra).

A cellulázok és a főlánc hasítására képes hemicelluláz enzimek közti kölcsönhatás eredményeként a cellulóz rostot borító hemicellulóz polimerek rövidebb oligomerekké darabolódnak. Ezek a hosszabb-rövidebb oligomerek részben fel is „emelkednek” a cellulóz lánc felszínéről [17], így szabad hozzáférést biztosítva a cellulázoknak a cellulóz felszínéhez, részben pedig az exo-hemicellulázok számára így szubsztrátok képződnek, melyek azután



10. ábra. A hemicellulózok különböző régiói a növényi sejtfalat alkotó lignocellulóz hálózathoz: átkötéseket létrehozó, könnyen hozzáférhető hemicellulóz régiók; cellulóz felszínéhez szorosan tapadó hemicellulóz régiók; cellulóz rostokban részlegesen csapdázódott, nagyon nehezen hozzáférhető hemicellulózok [16]

tovább képesek hidrolizálni az oligomer cukrokat vízzoldható monomerekké.

Ezenkívül a teljes hidrolízist pozitívan befolyásolják azok a hemicellulázok, melyek nem a hemicellulóz polimerek főláncát hasítják, hanem a rájuk elhelyezkedő szubsztituenseket [30]. Ilyenek például a α -L-arabinofuranozidázok, α -D-glükuronidázok, acetilxilán-észterázok, ferulsav-észterázok, α -L-fukozidázok, vagy α -D-xilozidázok. Vannak ugyanis olyan poliszacharidázok, amelyek csak szubsztituátlan főlánc egységeket tudnak hidrolizálni, így a szubsztituensek eltávolításával (a főlánc „leborotválásával”) ezek az enzimek is ki tudják fejteni degradáló hatásukat. Jó példa erre a cellulázok néhány endoglukanáz képviselője (*Trichoderma reesei* EG I és EG III). Ezek a cellulóz analógnak tekinthető xiloglükán lánccot csak a nem szubsztituált glükóz egységeknél képesek hidrolizálni, így tulajdonképpen xiloglukanáz aktivitást fejtenek ki (bár ennek ellenére természetesen nem tekinthetők valódi, specifikus xiloglukanázoknak) [31]. A xiloglukanáz polimeren található szubsztituensek eltávolításával tehát ezen endoglukanázok mellék(xiloglukanáz)aktivitása is hatékonyabban érvényesül.

Hasonló elven alapuló együttműködést találtak az alapvetően celluláz aktivitással bíró Celluclast 1.5 L és a β -glükozidáz főaktivitással Ultraflo L kereskedelmi enzimek készítmények (Novozymes) között is. A bennük lévő mellékaktivitásoknak köszönhetően javítani lehetett a xilóz konverzióját a hidrolízisben. Ez a kooperáció három lépcsőben valósul meg. Első lépésben az Ultraflo L-ben megtalálható α -L-arabinofuranozidáz aktivitásnak köszönhetően a xilán láncon lévő arabinózcsoportok lehasadnak. Ezt követően a részben letisztult xilán lánccból az Ultraflo L endo-1,4- β -xilánáz aktivitása xilooligomereket szabadít fel. Ezekből azután a Celluclast 1.5 L-ban kis mennyiségben jelen lévő β -xilozidáz szabadítja fel a xilózt, mint végterméket [32].

A bemutatott példák igazolják, hogy a cellulázok és hemicellulázok (xilánázok, xiloglukanázok, mannanázok) közötti együttműködés egyértelműen előnyös a lignocellulózok teljes degradációjához. Ennek az egymást segítő működésnek nem csak az az előnye, hogy a degradáció teljesebb, hanem, hogy optimális összetételű enzim keverékek használatával lehetőség nyílik a hidrolízisben használt enzimek mennyiségének csökkentésére is, mivel az egyes enzim komponensek felerősítik egymás hatását [33]. Segítő enzimek alkalmazásával csökkenthető a cellulóz teljes hidrolíziséhez szükséges celluláz enzimek mennyisége, ami a cellulóz hidrolízis költséghatékonyságában fontos. Továbbá, segítő enzimek alkalmazásával kevésbé optimális, alacsonyabb hőmérsékleten kivitelezett (így alacsonyabb energiaigényű) előkezelés ellenére is megfelelő cukorkihozatal érhető el a hidrolízisben. Ha ugyanis kevésbé erőteljes az enzimes hidrolízist szükség-szerűen megelőző előkezelés, a cellulázok hozzáférése kisebb a cellulózhoz, hiszen sok a maradék hemicellulóz és ezáltal a cellulózhoz kötött lignin a rendszerben, de hemicellulázok alkalmazásával ez javítható.

Összefoglalás

Ebben a közleményben megkíséreltük bemutatni, hogy a megújuló nyersanyagbázis fő tömegét adó lignocellulózok felhasználása sokrétű, közülük egy új lehetőség az üzemanyag-alkohol előállítás. Ennek ipari megvalósulását egyelőre gátolja a technológia nagy költsége, amit részben a hidrolízisben alkalmazott enzimek magas ára okoz. A hidrolízishez szükséges enzimek mennyisége csökkenthető, ha kihasználjuk a cellulóz hidrolizáló enzimek és az ún. segítő (hemicelluláz, lignináz) enzimek közti együttműködést. Napjainkig leginkább az együttműködést a hemicellulázokkal sikerült feltérképezni. Bebizonyosodott, hogy alkalmazásukkal a cellulázok hozzáférése szubsztrátjukhoz javul, így a folyamat hatékonysága növelhető. A jövőbeni kutatások feladata lehet a kölcsönhatások megvizsgálása ligninázok esetében is, és olyan szelektív, adott szubsztrátra specifikus enzim „koktélok” kifejlesztése, amelyekkel a cukorkihozatal növelhető, a technológia pedig gazdaságosabbá tehető.

IRODALOM

- [1] Whittaker, R. H. – Likens, G. E.: (1975) The Biosphere and Man, in Leith, H. & Whittaker, R. H.: http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Template:Cite_book/editor&action=edit Primary Productivity of the Biosphere, Springer-Verlag, Berlin, Ecological Studies, 14, 305–328
- [2] Energiatermelés biomasszából, <http://www.biomasszaeromuvek.hu/energiatermeles/altalanos>
- [3] Gáspár, M. – Réczey, K.: Hemicellulózok jellemzése és felhasználása, Magy. Kém. Lapja, 62, 162 (2007)
- [4] Gáspár, M. – Benkő, Zs. – Dogossy, G. – Réczey, K. – Czigány, T.: Reducing water absorption in compostable starch-based plastics, Polymer Degradation and Stability, 60, 563 (2005)
- [5] Víg, A. – Sallay, P. – Rusznák, I.: Textilipari szálak anyagok megújuló forrásokból, Magy. Kém. Lapja, 63, 85 (2008)
- [6] Wymann, C. E. – Dale, B. E. – Elander, R. T. – Holtzapfel, M. – Ladisch, M. R. – Lee, Y. Y.: Coordinated development of leading biomass pretreatment technologies, Bioresource Technology, 96, 1959–1966 (2005)
- [7] Ebringerová, A. – Hromádková, Z. – Heinze, T.: Hemicellulose, Adv. Polym. Sci., 186, 1–67 (2005)
- [8] Ebringerová, A. – Heinze, T.: Xylan and xylan derivatives-biopolymers with valuable properties, 1. Naturally occurring xylans structures, isolation procedures and properties, Macromolecular Rapid Communications, 21, 542–556 (2000)
- [9] Kabel, M. A. – Carvalheiro, F. – Garrote, G. – Avgerinos, E. – Koukios, E. – Parajó, J. C. – Girio, F. M. – Schols, H. A. – Voragen, A. G. J.: Hydrothermally treated xylan rich by-products yield different classes of xylo-oligosaccharides, Carbohydrate Polymers, 50, 47–56 (2002)
- [10] Kabel, M. A. – van den Borne H. – Vincken, J.-P. – Voragen, A. G. J. – Schols, H. A.: Structural differences of xylans affect their interaction with cellulose, Carbohydrate Polymers, 69, 94–105 (2007)
- [11] Lundqvist, J. – Teleman, A. – Junell, L. – Zacchi, G. – Dahlman, O. – Tjerneld, F. – Stalbrand, H.: Isolation and characterization of galactoglucan from spruce (*Picea abies*), Carbohydrate Polymers, 48, 29–39 (2002)
- [12] Reiter, W.-D.: Biosynthesis and properties of the plant cell wall, Current Opinion in Plant Biology, 5, 536–542 (2002)
- [13] Ebringerová, A.: Structural diversity and application potential of hemicelluloses, Macromol. Symposium, 232, 1–12 (2006)
- [14] Hayashi, T.: Xyloglucans in the primary cell wall, Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol., 40, 139–168 (1989)
- [15] Buckenridge, M. S. – dos Santos, H. P. – Tiné, M. A. S.: Mobilisation of storage cell wall polysaccharides in seeds, Plant Physiol. Biochem., 38, 141–156 (2000)
- [16] Pauly, M. – Albersheim, P. – Darvill, A. – York, W. S.: Molecular domains of the cellulose/xyloglucan network in the cell walls of higher plants, The Plant Journal, 20, 629–639 (1999)
- [17] Vincken, J.-P. – de Keizer, A. – Beldman, G. – Voragen, A. G. J.: Fractionation of Xyloglucan Fragments and Their Interaction with Cellulose, Plant Physiology, 108, 1579–1585 (1995)

- [18] Fry, S. C.: The Structure and Functions of Xyloglucan, *Journal of Experimental Botany*, 40, 1–11 (1989)
- [19] Ralph, J. – Lundquist, K. – Brunow, G. – Lu, F. – Kim, H. – Schatz, P. F. – Marita, J. M. – Hatfield, R. D. – Ralph, S. A. – Christensen, J. H. – Boerjan, W.: Lignins: Natural polymers from oxidative coupling of 4-hydroxyphenyl-propanoids, *Phytochemistry Reviews*, 3, 29–60 (2004)
- [20] Christiernin, M.: Structure of lignins in developing xylem of Norway spruce, *Plant Physiology and Biochemistry*, 44, 693–699 (2006)
- [21] Suhas, Carrott P. J. M. – Carrott, R. M. M. L.: Lignin – from natural adsorbent to activated carbon: A review, *Bioresource Technology*, 98, 2301–2312 (2007)
- [22] Minic, Z. – Jouanin, L.: Plant glycoside hydrolases involved in cell wall polysaccharide degradation, *Plant Physiology and Biochemistry*, 44, 435–449 (2006)
- [23] Bhat, M. K. – Bhat, S. Cellulose degrading enzymes and their potential industrial applications, *Biotechnology Advances*, 15, 583–620 (1997)
- [24] Reczey, K. – Szengyel, Zs. – Eklund, R. – Zacchi, G.: Cellulase production by *T. reesei*, *Bioresource Technology*, 57, 25–30 (1996)
- [25] Subramanian, S. – Prema, P.: Biotechnology of microbial xylanases: enzymology, molecular biology, and application, *Critical Reviews in Biotechnology*, 22, 33–64 (2002)
- [26] Foreman et al.: Transcriptional regulation of biomass-degrading enzymes in the filamentous fungus *Trichoderma reesei*, *The Journal of Biological Chemistry*, 278, 31988–97 (2003)
- [27] Tabka, M. G. – Herpo, I. – Gimbert, I. – Monod, F. – Asther, M. – Sigoillot, J. C.: Enzymatic saccharification of wheat straw for bioethanol production by a combined cellulase xylanase and feruloyl esterase treatment, *Enzyme and Microbial Technology*, 39, 897–902 (2006)
- [28] Grishutin, S. G. – Gusakov, A. V. – Markov, A. V. – Ustinov, B. B. – Semenova, M. V. – Sinityn, A. P.: Specific xyloglucanases as a new class of polysaccharide-degrading enzymes. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1674, 268–81 (2004)
- [29] Valanskova, V. – Snajdr, J. – Bittner, B. – Cajthaml, T. – Merhautova, V. – Hofrichter, M. – Baldrian, P.: Production of lignocellulose-degrading enzymes and degradation of leaf litter by saprotrophic basidiomycetes isolated from a *Quercus petraea* forest, *Soil Biology & Biochemistry*, 39, 2651–60 (2007)
- [30] Berlin, A. – Gilkes, N. – Kilburn, D. – Bura, R. – Markov, A. – Skomarovsky, A. – Okunev, O. – Gusakov, A. – Maximenko, V. – Gregg, D. – Sinityn, A. – Saddler, J.: Evaluation of novel fungal cellulase preparations for ability to hydrolyse softwood substrates – evidence for the role of accessory enzymes, *Enzyme and Microbial Technology*, 37, 175–184 (2005)
- [31] Vincken, J. P. – Beldman, G. – Voragen, A. G. J.: Substrate specificity of endoglucanases: What determines xyloglucanase activity? *Carbohydrate Research*, 298, 299–310 (1997)
- [32] Sørensen, H. R. – Pedersen, S. – Viksø-Nielsen, A. – Meyer, A. S.: Efficiencies of designed enzyme combinations in releasing arabinose and xylose from wheat arabinoxylan in an industrial ethanol fermentation residue, *Enzyme and Microbial Technology*, 36, 773–784 (2005)
- [33] Selig, M. J. – Knoshaug, E. P. – Adney, W. S. – Himmel, M. E. – Decker, S. R.: Synergistic enhancement of cellobiohydrolase performance on pretreated corn stover by addition of xylanase and esterase activities, *Bioresource Technology*, 99, 4997–5005 (2008)

ÖSSZEFOGLALÁS

Benkő Zsuzsa – Reczey István: A lignocellulózok enzimes degradációja. A hemicellulázok, mint segítőenzimek

A növényi biomassza fő tömegét alkotó lignocellulózok sejtfalát cellulózból, hemicellulózból és ligninből álló komplex polimer hálózat építi fel, mely értékes megújuló nyersanyagbázist jelent. A lignocellulóz szerkezet vegyszereknek és mikroorganizmusoknak egyaránt igen ellenálló, lebontásukhoz többféle specifikusan hasító enzim együttes, összehangolt működése szükséges. Legjelentősebbek ezek közül a celluláz, hemicelluláz és lignináz enzimek. A cellulázokkal a hidrolízisben együtt működő hemicelluláz enzimek elősegítik a cellulóz degradációját, azáltal, hogy a cellulóz rostok felszínéről eltávolítják a hemicellulóz polimereket, így jobb hozzáférést biztosítva a cellulázoknak a cellulóz szálakhoz. Az irodalom „segítőenzimeknek” nevezi ezeket az enzimeket, melyek működési mechanizmusa az utóbbi években kerül a kutatások középpontjába.

Olimpia Budapesten!

Az Eötvös Lóránd Tudományegyetem, a Magyar Kémikusok Egyesülete társ-szervezésében rendezti a magyar fővárosban 2008. július 12–21-e között a 40. Nemzetközi Kémiai Diákolimpiát, ahol a világ legjobb fiatal vegyészeti versenyznek az olimpiai bajnoki címekért.

Több, mint hatvan ország négy-négy fős csapata, a kísérőkkel együtt mintegy ötszáz vendég érkezik az Eötvös Lóránd Tudományegyetemre, ahol az egy hétig tartó rendezvény során az elméleti és gyakorlati feladatok összesített eredményeiért szerezhetnek arany-, ezüst- és bronzérmeket a középiskolások.

A budapesti Nemzetközi Kémiai Diákolimpia fővédnökei: *Oláh György* Nobel-díjas kémikus, *Sólyom László*, a Magyar Köztársaság elnöke és *Hiller István* oktatási és kulturális miniszter. A verseny fő szponzorai: az Oktatási és Kulturális Minisztérium és a Richter Gedeon Nyrt., támogatói a MOL Nyrt., az EGIS és a Servier gyógyszergyárak, valamint a Sigma-Aldrich Hungary, a Microsoft, a Heidolph Instruments, a Festékipari Kutató Kft., a Waterdeep Kft. és a Cerbona.

Az idei budapesti verseny a 40. a sorban. Magyarország már a négy évtizeddel ezelőtti, 1968-as első Olimpián is részt vett, Csehszlovákiával és Lengyelországgal együtt. A Kémiai Diákolimpia a legszélesebb nemzetközi részvétellel zajló szakmai versengések közé tartozik. A cél nemcsak a felkészültség összemérése, hanem a jövőben várhatóan meghatározó szerepet játszó fiatal kutatójelöltek közötti korai kapcsolatteremtés is.

A versenyfeladatok rávilágítanak a mindenkor rendező ország szakmai hagyományaira, a kémia terén elért kutatási eredményeire, várhatóan így lesz ez Budapesten is. A feladatok ugyan a középiskolás tananyagra épülnek, ám nehézségük miatt sokszor komoly fejtevést okoznak diplomás vegyészeknek is. A csapatok – kísérőiknek köszönhetően – a feladatokat anyanyelvükön ismerhetik meg.

A diákok a két versenynapon kívül a fogadó ország kultúrájával, tájegységeivel ismerkednek, az idei magyarországi programban a fővárosi mellett gödöllői ismerkedés (a diákokat itt szállásolják

el), visegrádi, balatoni és egri látogatás is szerepel. A csapatokat elkísérő tanárok idejét viszont szinte teljesen kitölti a feladatok előkészítése és az értékelés.

A verseny nyitó eseményét július 13-án délelőtt 10 órakor rendezik a Madách Színházban, amelyen fellép többek között *Sebestyén Márta* énekes, a Baptista Haranggyűttes és *Nagy Csaba* tárogatóművész. Az, hogy ki milyen érmet szerzett a versenyen, július 20-án 15 órakor derül ki a záró gálán az ELTE Gömbaulájában, ahol *M. Tóth Géza* Maestro című filmjének vetítése mellett szerepel még a Four Fathers énekegyüttes és a Szabó-Ernyei duó is.

A 40. Nemzetközi Kémiai Diákolimpia elnöke: *Szepes László* professzor (Eötvös Lóránd Tudományegyetem).

Bővebb információ:

www.icho.hu,
illetve *Nikodémusz Zsófiától*,
telefon: 06-1-372-2910,
e-mail: info@icho.hu.

MKE Egyesülettörténeti Fórum

Ami a „Kék könyvből” kimaradt

Szerkeszti: Liptay György**
Tömpe Péter***

Neumann Zsigmond (1860–1927) élettörténete és munkássága

FÁBIÁN ÉVA****

Bevezetés

100 éve „Neumann Zsigmond dr. törvényszéki vegyész mozgalmat indított a Magyar Chemikusok Egyesülete megalakítása végett. A kibocsátott felhívás szerint, mely alatt úgy az elméleti, mint a gyakorlati pályán működő számos szaktárs aláírását látjuk, az új egyesület a kémikusok minden néven nevezendő érdekeinek képviselőjét vállalja feladatául” [1–3].

„Az új egyesület alakuló ülése 1907. június 27-én volt az Egyesült V. kerületi Polgári Kör dísztermében. Budapest, V. kerület Akadémia u. 3. sz. épületben. [28, 22–24, 26–27] (1. kép).

A Magyar Chemikusok Egyesülete 1907. évi június hó 27-én az Egyesület V. ker. Polgári Kör dísztermében tartott

alakuló közgyűlése.

Jelen vannak: körülbelül 40–50-en.

Dr. Neumann Zsigmond üdvözlő a megjelenteket; néhány szóval ismerteti az összejövetel célját, s fölkéri dr. Weiser Istvánt az elnöklésre.

Dr. Weiser I. elfoglalja az elnöki széket, s lendületes szavakkal ecseteli a chemikus kar egyesületbe való tömörülésének szükségességét. Majd a napirend első pontja gyanánt tárgyalásra a megalakulóban lévő egyesület *alapszabálytervezetét* tűzi ki. Az ülés jegyzőkönyvének vezetésére Halmi Gyulát kéri föl.

Az alapszabály tervezet körül hosszabb vita indult meg. Székely Ödön, László Ernő, Dr. Weiser István, Dr. Orient Gyula, Várady Zoltán, Keszler Izsó, Dr. Neumann Zsigmond és Halmi Gyula többszöri felszólalásaik után az alakuló közgyűlés elfogadta a következő *alapszabályt*:

1. kép

Az egyesület hivatalos közlönye, a Magyar Chemikusok Lapja 1. évf. 1. száma 1910. január 15-én jelent meg. A lap felelős főszerkesztője Neumann Zsigmond volt (2. kép).

A magyar vegyészek első országos kongresszusukat 1910. november 5–8. között tartották Budapesten. Ezt a Magyar Mérnök- és Építész-Egylet vegyész-mérnöki szakosztálya, a Természettudományi Társulat kémia-ásványtani szakosztálya, Magyar Vegyészeti Gyárosok Országos Egyesülete, a Magyar Textil- és Textilvegyészeti Iparosok országos egyesülete és a Magyar Chemikusok

Egyesülete közösen rendezték meg [5]. A Magyarországon akkor működő 650 vegyész közül a kongresszuson 221-en vettek részt, különféle egyesületek tagjaként vagy magánemberként [5, 7].

A fentiekben ismertetett egyesületek az elmúlt közel egy évszázadban megszűntek, a Magyar Kémikusok Egyesülete kivételével. Utóbbi 2007. május 29. – június 1. között rendezte meg Sopronban a Centenárium Vegyészkonferenciát, közel 800 fő részvételével. A konferencia Kémia- és Vegyipar-történeti szekciójában május 30-án elhangzott előadásom a dolgozat tárgya [6].



2. kép

Élete

Neumann Zsigmond 1860. január 19-én született a Somogy megyei Tabon, ahol apja orvos volt [8–12]. Középiskolai tanulmányait Nagykanizsán a katolikus Főgimnáziumban és Budapesten a IV. kerületi Főreáliskolában végezte [13–14].

Felsőfokú tanulmányait a bécsi műegyetemen kezdte meg – ahol főleg kémiával foglalkozott – majd a budapesti királyi tudományegyetemen folytatta, ahol vegyész képezést szerzett [8–12]. 1884–1886 között a budapesti tudományegyetem bölcsészeti karán Than Károly professzor mellett, mint ösztöndíjas gyakornok működött [15].

Neumann Than mellett kezdte el az önálló tudományos munkásságát. A vízgőz gazometrikus meghatározásáról, e célra alkalmas és saját módosítású készüléket mutatott be a Természettudományi Társulat VII. szakülésén, 1886-ban [16]. 1888-ban doktorált [17]. Disszertációja „Eudiométeres vizsgálatok ammoniák-oxigén elegyekkel” címmel megjelent nyomtatásban Budapesten 1887-ben [37], majd 1888-ban a MTA kiadványában a Matematikai és Természettudományi Értesítő 6. kötetében [38] és a magyar dolgozatok nemzetközi megismertetésére hivatott Mathematisches und Naturwissenschaftliche Berichte aus Ungarn c. folyóiratban 6. kötetében, Than akadémikus előterjesztésében [42] (3., 5. képek).

Neumann kiváló rajzkészségének maradandó emlékei cikkei ábramellékletének rajzai és Than Károly: A kísérleti

* A Magyar Kémikusok Egyesülete Centenárium Emlékkönyve, Budapest, 2007

** 1027 Budapest, Fő u. 68.

*** EGIS Nyrt., Budapest

**** Országos Műszaki Múzeum Vegyészeti Múzeuma, Várpalota



3. kép

szert alkalmazott, amely pontosabb adatokat szolgáltatott [19]. Neumann vizsgálata eredményeit közölte a MTA fent említett kiadványa 7. kötetében [47].

Neumann 1890-ben kinevezték a királyi Kereskedelmi Törvényszék vegyészévé [8–9]. Ugyanabban az évben saját költségén nyilvános laboratóriumot nyitott Budapesten, az első ipari, kereskedelmi laboratóriumot, V. kerület Vécsey utca 5. sz. alatt, ahol miniszteri engedéllyel nyilvános vegyvizsgálatokat végzett [8, 9] (4. kép). Neumann minden nyáron 2-3 fiatal kémikusnak adott engedélyt, hogy kísérleti laboratóriumában tevékeny gyakorlati vizsgálatokat folytassanak [32].



4. kép

Neumann 1897-ben a m. kir. Szabadalmi Hivatal vegyészeti szakra állandó szakértőnek nevezték ki [20]. Mint törvényszéki vegyész és szakértő sok esetben tanácsokat, illetve engedélyeket adott. A bajai milliós váltóhamisítási ügyben is igénybe vették segítségét, azon kívül a tűzeseteknél, valamint a kárfelméréseknél is kikérték véleményét. Ipari kérdésekben is mérvadó volt véleménye, különösen a cukor- és a műtrágyaiparban. Kapcsolatai európai szintűek voltak, tanácsokat adott ezen a területen is [32].



5. kép

kémia elemei c. könyv II. kötetéhez készített ábrák. Neumannt nevesítve Than a közreműködésért a könyv Előszavában köszönetet mondott [18].

Neumann 1885-től 1890-ig a Budapest Székes Főváros Vegyészeti és Tápszervizsgáló Intézetében segédvegyészként dolgozott [19]. Itt egyik analízise során, a chinin tannában a chinin meghatározására a magyar gyógyszerkönyv második kiadásában előírt utasításoktól eltérő mód-

a MTA, a Természettudományi Társulat folyóirataiban, a Gazdasági Lapokban, a Magyar Chemikusok Lapjában és külföldi szaklapokban jelentek meg [12, 32]. A magyar vegyészek egyik legkiválóbb tagja hosszú betegséget követően rövid szenvedés után hunyt el Budapesten, 1927. március 19-én [31]. Utolsó földi útjára elkísérték barátai, munkatársai. A Magyar Kémikusok Egyesülete nevében az emlékezésért Pfeifer Ignác vegyész-mérnök, egyesületi elnök tartotta [32].

Neumann Zsigmond a rákoskeresztúri izr. temető 15. parcella 2. sor 7. sz. sírjában nyugszik. 1940-ben elhunyt feleségét, Fleischmann Herminát ugyanabba a sírba helyezték el szeretteik. Neumann Zsigmond leszármazottait és hagyatékát közel fél évszázad után sem tudtam megtalálni.

Egyesületi tevékenysége

Neumann már az 1880-as években felvette a kapcsolatot a természettudományok iránt érdeklődő egyesületekkel, elsőként a Természettudományi Társulattal, amelynek ülései voltak a természettudósok első számú vitafelületi fórumai. A Társulathoz tagjai voltak a tudományegyetem és a műegyetem tanárai is. Neumannnak a Társulatban bemutatkozó előadása 1886. október 20-án volt [16].

A későbbiekben majdnem minden évben előadást tartott és publikált tudományos munkásságáról, és külföldi lapokból referált a társulat kiadványában, a Természettudományi Közöny c. folyóiratban [34–35].

A Társulat 1889. január 16-i közgyűlésén tartott előadását: A nitrátok és nitritek képződéséről a víz párolgása közben c. dolgozatát a Társulat 300 forintos, Bugát-pályadíjjal jutalmazta [46].

A Természettudományi Társulat 1891. január 27-i közgyűlésén Ilosvay Lajos műegyetemi tanár „a szigorúbb, szakszerű munkásságra buzdítás érdekében a társulaton belül egymástól függetlenül működő szakértőkezeltek létesítését terjesztette elő” [29].

1892-ben megalakult a Chemia-ásványtani szakértőkezeltek Than Károly és Szabó József elnökletével [29].

Than az 1894. évi közgyűlésen már azt javasolta, hogy „a szakértőkezeltek egy autonóm chemia-ásványtani szakosztállyá alakuljon át, amelynek legfontosabb feladata a Magyar Chemiai Folyóirat megalapítása legyen [29].

A folyóirat az alapítók anyagi támogatásával valósult meg. A kezdeményező Than Károly mellett felsorakozó adományozók Wartha Vince, Ilosvay Lajos, Schenck István mellett ott találjuk Neumann Zsigmondot is [25].

Neumann lelkesedéssel fogadta a szakosztály felállítását, előadásokat tartott többek között a bonyolult összetételű nyersanyagok egyes alkotórészeinek értékszámításáról [58], a szalatinjai [56], a budaörsi [62], a kenderesi ásványvizek [64] vizsgálati eredményeiről.

1896-ban közreműködik a folyóirat összeállításában is. Referense a Gazdasági chemia rovatnak, külföldi lapokból való témafigyelést vállalva.

Neumann a chemia-ásványtani szakosztály munkálataiban részt vállalt: 1893-ban tagja annak a 4 tagú bizottságnak, melynek feladata volt a közgazdaságilag fontos anyagok mindenkire kötelező chemiai vizsgálati módszerének kidolgozása, 1894-ben a bortörvény felülvizsgálatára alakult bizottságnak, 1903-ban részt vett az V. nemzetközi alkalmazott chemiai kongresszuson [29].

Neumann a Természettudományi Társulat mellett szűkebb lakhelye, az Egyesült Lipótvárosi Polgári Körrel is felvette a kapcsolatot, amelynek székhelye Budapest, V. ker. Akadémia u. 3. sz. alatti házban volt. A kör célja „a fővárosi társadalom művelt osztályának oly érintkezési kapcsolatot nyújtani, mely a megfelelő társas szórakozásokon kívül közhasznú célok feletti eszme cserék előmozdítására szolgáljon és a közérdekű célok megvalósítására az összetartás érzetét kifejtse” [22–23].

Ismert, hogy Neumann az Egyesületnek tagja volt 1906-ban, a Polgári Kör éves jelentése 39. oldalán szerepel neve, Neumann Zsigmond dr. vegyész, Vécsey u. 5. felirattal [22], és 1912-ben az Egyesületben funkciója igazgatósági tag [24].

Neumann 47 éves, kiváló analitikus, tudományos munkásságáról számos értékes dolgozat, szabadalom tanúskodik, elismert szakember, szakértő.

Neumann az ismertett szakmai és polgári egyesületekben szerzett tapasztalatait hasznosítja egy új szakmai egyesület megalapításakor.

A korabeli szaklap, a Magyar Vegyészeti Gyárosok Országos Egyesülete folyóirata a Vegyészeti Lapok 1907. évi 12. és 13. számában a Műszaki hírek rovatban tudósít arról, „hogy Neumann Zsigmond dr. törvényszéki vegyész mozgalmat indított a Magyar Kémikusok Egyesülete megalakulása végett. Az új egyesület a kémikusok minden néven nevezendő érdekeinek képviselőjét vállalja feladatául. Célja elsősorban a kémikusok társadalmi állásának (elismerésének) emelése, szellemi és anyagi megóvása és az ilyen ügyekben való kezdeményezés, jogos kívánságai támogatása, megfelelő helyen való előterjesztése, minden olyan intézkedés figyelemmel kísérése és ellenőrzése, mely a kémikusok érdekkörébe vág, a fiatalabb kollegák elhelyezése, minden szakba vágó értesítés, tanács, jogvédelem megadása”.

Az új egyesület alakuló közgyűlése 1907. június 27-én volt, a Lipótvárosi V. kerületi Polgári Kör dísztermében, Budapest, V. kerület Akadémia u. 3-ban [1–3].

Az egybegyűlt 40-50 főt Dr. Neumann üdvözölte, néhány szóval ismertette az összejövetel célját, majd felkérte dr. Weiser István királyi fővegyészt az elnöki tisztség betöltésére. A gyűlés az előterjesztett alapszabály tervezetét megvitatta, és behatárolta azok körét, akik tagjai lehetnek az egyesületnek. Az egyesület elnökének Fabinyi Rudolf kolozsvári egyetemi tanárt, díszelnökének Than Károly egyetemi tanárt, dísztagoknak Wartha Vince és Ilosvay Lajos műegyetemi tanárokat választották meg. A napirend utolsó pontja a tisztikar megválasztása volt. A megalakult Magyar Kémikusok Egyesülete negyedik választmányi ülésén, 1909. okt. 20-án döntés született az egyesület lapjáról és címéről, a főszerkesztő személyéről, a szerkesztőség tagjairól [28].

A Magyar Kémikusok Lapja, a Magyar Kémikusok Egyesületének hivatalos közlönye, tudományos, társadalmi, műszaki kémiai szaklap 1. évf. 1. száma 1910. január 15-én jelent meg. Ebből kitűnik, hogy Dr. Neumann Zsigmond főszerkesztő, László Ernő és Dr. Széki Tibor egyesületi titkárok, szerkesztőtársak „különös megtisztelő szerencsének tekintik azt, hogy az egyesület a lap szerkesztését rájuk bízta. A Beköszöntőben ismertetik az önálló lap megjelentetésének szükségességét. „Korábban

a magyar chemikusok csekély száma, és anyagi gyengesége miatt kellett megelégednie azzal, hogy árvák módjára meghúzódhattak a gazdagabb, és nagyobb családok körében. A rokoncsaládok, ha teljes jóakarattal voltak is irántuk a saját bajaik között rólunk csak mellékesen, szánakozva gondoskodhattak. Az utóbbi évtizedekben a kémikusok száma nálunk is meg növekedett, úgy, hogy az önálló testület megalakítása már nem volt tovább halasztható” [65]. A lapszerkesztőség további tájékoztatása, hogy a „Magyar Chemikusok Lapja havonta kétszer jelenik meg, és kivételre a Cöthenben megjelenő Chemiker Zeitungot vették alapul. Mint társadalmi és tudományos közlöny nagy súlyt helyeznek a kémikusok szociális érdekeinek előmozdítására. Közölnek tudományos és gyakorlati cikkeket. Különös gondot fordítanak arra, hogy a külföldi szaklapokban megjelenő kémiai cikkekről rendszeres és kimerítő referátumot adjanak. Foglalkoznak a kémia fejlesztésével és különösen a hazai iskolákban való tanításával” [65].

„A szerkesztők hangsúlyozzák, hogy a lap nem politizál, kerül minden félreértést és személyeskedést. Mindenkori a legszigorúbban tárgyilagos és igazságos lesz. Hangja mérsékelt és komoly, kíméletes és udvarias lesz. Meghallgatnak mindenkit és nem hallgatják el az igazság érdekében a valóságot. A lap teljes és feltétlen függetlenségének legnagyobb garanciája az, hogy a szerkesztőség tagjai maguk is teljesen független önálló férfiak, aki nem állnak senkinek függő szolgálatában és így nyíltan, menten minden befolyástól nyilváníthatják nézeteiket. A szerkesztők kihangsúlyozzák, ígérik azt, hogy a lap bár az egyesület hivatalos közlönye, az egyesület kebelében történeteket tárgyilagosan regisztrálja, azért a függetlenségét még – ha kell – az egyesülettel szemben is fenntartja” [65].

Neumann 1910-től 1919-ig volt a Magyar Kémikusok Lapja főszerkesztője. Munkáját általában háromtagú lapbizottság közreműködésével, két szerkesztőtárs segítségével végezte, a Budapest, V. ker. Vécsey u. 5. sz. alatti szerkesztőségben [36].

Neumann a szerkesztés mellett előadásokat tartott az egyesület rendezvényein és publikált a folyóiratban: A találmányok szabadalmi védelméről, [66] a Zeiss-féle cukor refraktométerről [70], a cukoripar terméneinek és termékeinek vizsgálatára szolgáló nemzetközi módszerekről [72].

A Magyar Kémikusok Lapja 1920-ban a Magyar Kémikusok Egyesülete és a Magyar Vegyészeti Gyárosok Országos Egyesülete hivatalos közlönyeként jelent meg, mint tudományos, társadalmi, műszaki kémiai szaklap [30].

A Magyar Kémikusok Egyesülete 1920. május 15-én megrendezett éves közgyűlésén dr. Neumann Zsigmond törvényszéki vegyész, a Magyar Kémikusok Lapjának hosszú időn keresztül volt főszerkesztőjét a lap és az egyesület felvirágoztatása, és buzgó munkásságának, érdemei elismeréséről az Egyesület tiszteletbeli tagjává választotta [30].

Az irodalomjegyzék a Magyar Kémikusok Lapja szerkesztőségében hozzáférhető.

A Torinóban megrendezendő második Európai Kémiai Kongresszus, a 2 évvel ezelőtti budapesti kongresszus sikerének megismétlését igéri. Igor Tkatchenko, a tudományos bizottság társelnöke valamint a szimpóziumok és előadások tudományos programjának szervezője, a Nachrichten aus der Chemie szerkesztőjével, Christian Remenyivel beszélgetett a második EuCheMS konferencia céljairól (Nach. Chem. 56, 530–532, 2008).



Igor Tkatchenko

N.: Mint a tudományos bizottság társelnöke, felelős a tudományos programok szervezéséért. Tehernek, vagy inkább megtiszteltetésnek érzi ezt?

I. T.: Azt kell mondanom, hogy mindkettő. Rengeteg konferenciát szerveztem Franciaországban – a Francia Kémiai Társaság 150. évfordulója különösen jó gyakorlat volt. Tekintettel arra a sok tényezőre, ami egy nemzetközi konferencia velejárója, hozzá kell tennem, hogy nagy kihívás volt. Különösen az, hogy még jobban sikerüljön, mint az első!

N.: Budapest nagy siker volt. Milyen változásokat tartogat a második, torinói kongresszus?

I. T.: Szerintem nyomon kellene követnünk az egyetemi tudományos világ és az ipar közti kölcsönhatást. Ezt megvitattuk Budapesten, de az iparban dolgozó kollégák azt mondták, hogy itt többet kellene tenni. Ezért növeltük az iparból érkező szakemberek által tartott előadások számát. Továbbá olyan iparhoz kapcsolódó témákat választottunk, amelyek alapkutatási eredményekből fejlődtek ki. Másrészt hívtunk kémikusokat az iparból, hogy legyenek a szimpóziumok társelnökei. Ma már három ilyen elnökünk van.

N.: Ezek szerint a második EuCheMS konferencia arra törekszik, hogy kémikusokat vonzzon, különösen az iparból?

I. T.: Nem igazán. Viszont szeretnénk növelni mind az egyetemi, mind az ipari részvételt. Elvégre a kémia egyben tudomány és ipar is. Fontos megismerni az ipari tudósok és mérnökök nézőpontját is. Nemcsak a laboratóriumokban dolgozó tudósokét, hanem a technológia-fejlesztő mérnökökét is.

N.: Ez hogyan jelenik meg a tudományos programban?

I. T.: Az első esti plenáris előadásokat említhetném példaként. Elsőként Kyriacos C. Nicolaou fog tartani egy előadást, melyben bemutatja, hogy hogyan kell létrehozni egy molekulát. Utána pedig Martyn Poliakoff fogja elmondani, a molekula gyártási folyamatát. Ez érdekes lehet mind a vegyész, mind a vegyészmérnök számára. Be kell töltenünk a rést az alapkutatás és annak alkalmazása között.

A tudományos program központi elemei

N.: A második EuCheMS kongresszus a kémiai tudományok népszerűsítését tűzte ki célul. Mik voltak a szempontjai a tudományos program összeállításakor?

I. T.: Azáltal, hogy a konferenciának „Kémia – Globális Tudomány” alcímet adtuk, jelezni szeretnénk, hogy a kémia miként befolyásolja az emberi tevékenység minden területét, az élettudománytól kezdve, az energia kérdésén át, a klímaváltozással összefüggő környezeti problémákkal bezárólag. Hogyan járulhat hozzá a kémia a fenntartható fejlődéshez? Célunk volt, hogy az ipar bekapcsolásával, igazi interdiszciplináris programot állítsunk össze. Ez azt is jelenti, komoly hangsúlyt kap a módszerfejlesztés, különös tekintettel az ipari folyamatokra, annál is inkább, mivel ez a terület az első konferenciáról (Budapest 2006) gyakorlatilag teljesen hiányzott. Egyértelmű, hogy három és fél nap alatt nem lehet mindent megmutatni a kémia fontosságáról, de törekedni lehet rá.

N.: Hogyan néz ki a program? Hogyan kapcsolódnak az egyes szimpóziumok?

I. T.: Hat nagy témánk van, mindegyiken belül három speciális altémával. Két nagy téma a kémia központi kérdéseivel foglalkozik: „Új eredmények a szintézisben” és „Új eredmények a megértésben” címmel. A kapcsolódó altémák lefedik a szerves katalízist, az átmenetifémek kémiáját, a folyamattervezést, az analitikai tudományokat, valamint az elméleti kémiát. A maradék négy téma a kémia és a környezet kapcsolatára világít rá: a „Kémia és az élettudományok”, az „Energia és az ipar”, a „Környezet”

és az „Anyagok és eszközök” címekekkel. Próbáltuk elegeti az alapvető eredményeket az alkalmazásokkal. Erre jó példa, hogy az élettudományi szekcióban a biomolekulák alapvető tulajdonságait és kölcsönhatásait mutatják be, míg egy másik szimpóziumon ezek szerepét ismerhetjük meg a legfontosabb betegségekben, úgy mint a Parkinson-, az Alzheimer-, és a Creutzfeld-Jakob-kórban. Egy következő szimpózium pedig a hatékony gyógyszeréről és hatóanyag-leadásáról szól.

N.: Rengeteg kémia...

I. T.: Igen, ez így van. Összesen 18 szimpózium, 102 óra tudománnyal, 7 óra plenáris előadás, 25 óra poszter-sekció, nagyon, nagyon sok. A poszterek a konferencia teljes ideje alatt láthatóak lesznek, így számtalan találkozási lehetőség nyílik, hogy a különböző nemzetiségű fiatal kutatók a tapasztaltakkal, az egyetemről jöttek az ipari szakemberekkel megvitassák kutatási eredményeiket.

N.: A tudományos program a kémia legkülönbözőbb területeit foglalja magába. Nem áll fenn a veszélye annak, hogy túl széles a paletta? Igazi élvonalbeli tudományt nem csak szakosodott konferencián lehet művelni?

I. T.: Természetesen lehetne konferenciát rendezni egy adott területen, például az átmeneti-fémek kémiájáról, de azzal tisztában kell lenni, hogy csak ebben az évben, ebben a témakörben három nemzetközi konferenciát rendeznek: Firenzében, Rennesben és Jeruzsálemben. Megpróbáljuk elkerülni az átfedéseket. Az EuCheMS konferenciák sorozatának (Budapestről indulva) célja, hogy interdiszciplináris tudományos kapcsolatokat hozzon létre, ezáltal szélesítve a kémia érdekkörét.

Egy speciálisan európai találkozó

N.: A program jellege kizárólag a stratégia része, vagy praktikus okai is vannak?

I. T.: Nem gondolom, hogy az EuCheMS végrehajtó bizottsága másolni szeretné az ACS konferenciáit, 15 000 ember egy helyre hozatalával. Európában nem sok olyan helyszín van, ahol egyszerre 2000 ember leültethető. Budapesten 2500 résztvevő volt, és hasonló érdeklődésre számítnak Torinóban is. Annyiban mindenképpen különbözünk az ACS nemzeti konferenciájától, hogy az EuCheMS 50 kémikus egyesületet képvisel 37 különböző országból.

N.: A kongresszust európaiak szervezik európaiaknak? Mi a helyzet a világ többi részével?

I. T.: Fontosnak tartjuk, hogy felkeltsük a világ többi részén dolgozók érdeklődését. Európán kívülről is hívtunk előadókat, főként az Egyesült Államokból, de lesz meghívott előadónk Kínából és Japánból is. Amennyiben azt szeretnénk, hogy az EuCheMS betöltse az európai kémiában az öt megillető helyet – ahogy azt az ACS teszi az Egyesült Államokban –, akkor a meghívottaknak úgy kell hazamenniük, hogy Európát egy remek helynek gondolják. Még több Európán kívüli résztvevőt szeretnénk megnyerni, mint azt Budapesten tettük.

N.: Egyedinek tartja az EuCheMS konferenciáját? Mit gondol, a résztvevő tudósok „európainak” érzik magukat, vagy ez is csak egy újabb nemzetközi konferencia

I. T.: Még hosszú út áll előttünk, amíg elérünk az egységes Európához. Úgy gondolom, hogy az EuCheMS-nek és az európai szakfolyóiratoknak köszönhetően már történtek lépések az egységes európai kémia érdekében. A kémikus egyesületek némileg nacionalistának tűnhetnek. Az egységes európai kémia irányában komoly lépés volt a közös folyóirat létrehozása, a „Chemistry a European Journal” címében is szerepel az európai jelző, amely remek dolog. A kémikus egyesületek alkotta közös szerkesztőbizottság, egy közös újság, ez nagyon fontos üzenet, azt jelképezi, hogy létezik egy európai közösség, a saját publikációival. Az EuCheMS föderális szervezet, amely Brüsszelben a kémiát reprezentálja. Az ilyen jellegű politikai/szakpolitikai jelenlét Brüsszelben elengedhetetlen, elég csak a keretprogramok születésére gondolni.

N.: Mi a helyzet a nemzeti egyesületekkel? Megváltozott szereppel jelennek meg a konferencián?

I. T.: Igen, így gondolom. A Német Kémikusok Egyesülete (GDCh) az EuCheMS kongresszus alatt tartja végrehajtóbizottsági ülését. Ez azt jelent, hogy a GDCh összes elnökségi tagja jelen lesz Torinóban. Manapság a nemzeti egyesületek továbbra is őrzik nemzeti jellegüket, de egyúttal európainak is tekintik magukat.

Egyfajta „nemzetek fölötti egyesület”

N.: Erre a trendre példa az egyre több kétoldali kitüntetés, díj?

I. T.: Természetesen. Létezik például a Grignard-Wittig-díj, amely a Német és a Francia kémikusok egyesület közös kitüntetése. Franciaországnak hasonló kapcsolata van Angliával, Olaszországgal, Spanyolországgal és Lengyelországgal. Biztos vagyok benne, hogy a GDCh-nak is megvannak a hasonló kapcsolatai. Úgy látom, hogy ezen kezdeményezések a nemzeti egyesületek és az EuCheMS közötti kapcsolatok erősödéséhez vezetnek. Az egyes tagországok keresik a brüsszeli jelenlét lehetőségét, de amint Brüsszelbe érkezünk ott már nem német vagy francia egyesületként lesznek a tagegyesületek jelen, hanem az EuCheMS együttesen képviseli az összes nemzeti egyesületet.

N.: Gondolja, hogy egy napon az összes egyesület összeolvad, úgy ahogy az a folyóiratokkal történt?

I. T.: Nem, egyáltalán nem hiszem. Európa gazdagsága a különböző kultúrák, és szemléletmódok kapcsolódásán alapszik, nem pedig azok egyesülésén. Hasonlóan mi is valami izgalmasat hozhatunk létre, egyfajta nemzetek feletti egyesületet.

N.: Budapesten Ön volt a fiataloknak szóló European Young Chemists Award felelőse...

I. T.: Csak a döntő zsűrijének elnöke voltam. Nagyon izgalmas és megtisztelő feladat volt annyi tehetséges fia-

talt hallgatni. Igazi meglepéssel tölt el, hogy az egyik győztes, Lee Cronin Glasgowból, előadást fog tartani Torinóban.

N.: Ezek szerint az EuCheMS konferencia komoly esemény a fiatalok számára is?

I. T.: Igen, így gondolom. Ezt nem csak a díj miatt mondom, de lehetőség nyílik egy sor fiatalnak előadás tartására a szimpóziumokon. Reméljük, hogy a hívó szó vonzó lesz sok fiatal tehetségnek.

N.: Vannak ösztöndíjak, amelyek lehetővé teszik a fiatalok részvételét a konferencián?

I. T.: A nemzeti egyesületek fiataloknak, PhD-hallgatóknak szóló ösztöndíjaira hagyatkozunk. Jelen pillanatban ez az EuCheMS szintjén nem lehetséges. Ugyanakkor a jövőben találni szeretnénk saját forrást, amellyel támogatjuk a fiatalokat, akár közvetlenül, akár ipari hozzájárulás segítségével. Ez fontos prioritás. A fiatalok számára a részvételi díj a teljes tarifa 50%-a, de ennek ellenére támaszkodnunk kell a nemzeti egyesületek ösztöndíjaira.



Igor Tkatchenko és Christian Remenyi

N.: Mi lenne a legfontosabb útravaló, amelyet a konferencia adhat?

I. T.: Az, hogy a kongresszus nagy siker volt, a résztvevők jobban informáltak, több kapcsolatuk van, és elégedettebbek, mint amikor jöttek. Ez 1/3 részt a tudományos programon, 1/3 részt a szervezésen és 1/3 részt az időjárás-műlik. Reméljük a legjobbakat!

Könyvismertetés

Sarkadi Livia:

Biokémia mérnök szemmel

Typotex, Budapest, 2007

(ISBN 978-963-9664-67-8; 356 oldal,

ára: 3 800 Ft)

Mérnökképzés hiánypótló és tartalmas tankönyvvé gazdagodott. *Simonné Sarkadi Livia* tanszékvezető műegyetemi tanár csokorba gyűjtötte és logikus sorrendbe rakta azokat a biokémiai alapismereteket, amelyek a biomérnökség, vegyész-mérnökség műveléséhez szükségesek. A könyvet tartalmi és tematikai gazdagsága, másrészt olvasmányos stílusa, gondosan szerkesztett és könnyen áttekinthető ábrái teszik vonzóvá.

A Magyar Kémikusok Lapja tisztelt olvasói számára hasznos lehet, ha a tartalomjegyzék ismertetését elhagyjuk, ehelyett a modern alkalmazott biokémia sajátos témacsoportjait emeljük ki azzal a nem titkolt szándékkal, hogy felkeltsük érdeklődésüket.

Az élő anyag kémiai elemei: ionok, kis-molekulák, biomolekulák és biopolimerek fontos résztvevői a magas víztartalmú élő szervezetben lejátszódó enzimkatalizált reakcióknak. Az ezzel kapcsolatos alapfogalmak száz oldalon, tíz rövidebb és két hosszabb fejezetben (79 ábra, 7 táblázat) kerülnek összefoglalásra.

A sejtekben, szövetekben, szervekben végbemenő biokémiai (enzimes) reakciókat ugyanazon törvények uralják, mint a kém-

csőben, lombikban, vagy ipari reaktorban kivitelezett szerves kémiai átalakításokat. Sok a termodinamikai és reakciókinetikai analógia, de a jelentős különbségeket is fontos felismerni. Egymással érintkező fluid határfelületek (sejtfalak membránok) sok funkciót látnak el. Az élő szervezet létezésének alapja jól szervezett anyagáramlás és irányított hatékony információáramlás. Az anyagcsere-folyamatok hőszínezete szerint energia leadásával járó, spontánul is végbemehető átalakulás az *exergonikus*, míg energia befektetését igénylő az *endergonikus* biokémiai reakció (exoterm – endoterm). Az anyagcsere során az élőlények sejteiben lebontási (katabolikus) és felépítő (anabolikus) specifikus reakciósorozatok játszódnak le. Az enzimkatalizált reakciórendszerekben egyrészt „energiahordozó” nagyobb biomolekulák bomlanak le kisebb „energiájú” egyszerűbb molekulákra, másrészt kismolekulákból nagyobb molekulák és biopolimerek bioszintézise valósul meg energia befektetése mellett.

Katabolikus folyamatok és ciklusok mechanizmusai, anyag- és energiamérlegei a 13-18 fejezetek 70 oldalán, 80 ábrán kerülnek részletezésre.

A szénlánc, a nitrogén, a kén anabolizmusa (cukrok, keményítő, trigliceridek, zsírsavak, nitrogénmegkötés, aminosav, nukleotid, DNS, RNS), bioszintézise adja a 19. fejezet anyagát. A 100 oldalnyi terjedelem és 100 összetett ábra az anabolikus

anyagcsere fontosságát hivatott jelezni. Növényi és bakteriális sejtfalak valamint biomembránok szerkezetével foglalkozó fejezet abban segít, hogy az élő anyag és környezete között a membránfalon keresztül lejátszódó történéseket, s a membrán szerepét a sejten belüli anyagcsere szabályzásban és a termékek elválasztásában ismerhessük meg. Szemléletes példák mutatja be a sejtek membránjain keresztül lejátszódó transzportfolyamatokat, így pl. a glükóz, az aminosavak, a K-Na pumpa és a kalciumcsere molekuláris szintű modelljeit. Az élő szervezetekben a változó környezeti tényezők hatását bonyolult és összehangolt folyamatok, a biológiai szabályzás kompenzálja. A biológiai szabályzás megvalósulhat molekuláris szinten, sejt és/vagy szervezeti szinten egyaránt. A 22. fejezetben jól kiválasztott példák segítik a szabályozás részleteinek megértését (35 oldal, 27 ábra).

A biomérnökség megalapozása során a fehérjék kinyerésével és tisztításával foglalkozó rész elsődlegesen a szerkezet (aminosavszekvencia) meghatározására és az immunanalitikára koncentrált. A génmérnökség fejezetben valójában a DNS-technológia lényeges folyamatait találja fel az olvasónak útravalóul a szerző. Figyelmükbe ajánljuk a Biokémia mérnök szemmel című könyvet, olvassák jó kedvvel, hasznos ismereteket bőséggel találhatnak benne.

Gál Miklós

Gondolatok az Irinyi Versenyen

A 2008/6. számunkban sajnálatos elírás miatt helytelenül jelent meg az egyik győztes neve. Ezért a tévedésért az érintettől elnézést kérünk. Bár ez nem jelenti a hiba teljes feledtetését, megismételjük a nyilatkozatukat a róluk készült fényképpel együtt. (a felelős szerkesztő)

A győztesek mondták

– *Először is gratulálok a helyezésekhez! Mit jelent számotokra ez a győzelem?*

Najbauer Eszter Éva: Nagyon boldog vagyok, annak pedig különösen örülök, hogy sikerült megtartanom a tavalyi helyemet.

Somlyay Máté: Én is nagyon örülök, nagyszerű érzés.

– *Hogyan éreztétek magatokat a versenyen? Mi tetszett legjobban?*

Éva: Természetesen nagyon izgultam, de ettől eltekintve nagyon jó volt a hangulat. Nagyszerű ötletnek tartottam az ópusztaszeri kirándulást és tetszett az előadás is, ami a kémia megjelenését taglalta a társművészetekben. Izgalmas és érdekes volt az egész verseny.

Máté: Én is jól éreztem magam, bár kicsit fáradt voltam, mert nem tudtunk eleget aludni. A laborgyakorlatot és a kirándulást élveztem legjobban, szerintem nagyon színvonalas volt a szervezés.

– *Miért éppen a kémia iránt kezdtetek érdeklődni?*

Éva: Általános iskolában szerettem meg ezt a tantárgyat, majd a gimnáziumi tanárom benevezett a Hevesy versenyre. Aztán szinte maguktól jöttek az újabb és újabb megmérettetések.

Máté: Hetedik osztályban a tanárom keltette fel az érdeklődésemet és azóta is a kémia a kedvenc tantárgyam.



Az Irinyi Verseny győztesei: Najbauer Éva és Somlyay Máté

– *Mik a terveitek a gimnázium utánra?*

Éva: Pontosan még nem tudom. Orvosi vagy gyógyszerésztudományi egyetemen gondolkodom.

Máté: Évához hasonlóan én is orvos vagy gyógyszerész szeretnék lenni.

Szemle

A FELSZÍN ALATTI RÉTEGEK SZEREPE A KATALÍZISBEN (magyar kutatók cikke a Science folyóiratban)

Az iparban használt heterogén katalizátorok alapvető sajátosságai és működési körülményei jelentősen megnehezítik a katalízis mechanizmusának felderítését. A szokásos felületvizsgáló módszerek általában vákuumban és kristályos mintán használhatók, a felszínén lévő hidrogénatomok nyomon követése pedig szinte lehetetlen az eddig ismert módszerekkel. A felületi folyamatok vizsgálatában nagy előrelépést jelent a Magyar Tudományos Akadémia Izotópkutató Intézetében és a berlini Fritz Haber Intézetben dolgozó kutatóknak a közelmúltban publikált cikke, amelyben

a palládium fémfelszíne alatt lévő hidrogén- és szénatomok alkének és alkinek szelektív hidrogénezési reakcióiban betöltött szerepét vizsgálták két technika, az *in situ* röntgenfotoelektron-spektroszkópia és a prompt gammaaktivációs analízis eredményeinek összekapcsolásával. A Budapesten lévő gammaspektrométerrel néhány elemre igen kedvezőek a kimutatási határok. A kísérletsorozatban használt, neutronnyalábra helyezett csőreaktorban 50 (g körüli tömegű hidrogénmennyiségeket mértek a palládiumkatalizátoron, s közben a környező gázelegyben bekövetkező kémiai átalakulásokat is követték gázkromatográffal és tömegspektrométerrel. A tanulmányok fő következtetése, hogy az alkinek heterogén hidrogénezési reakciójában a szelektivitást a palládiumkatalizátor felületi és felszín alatti folyamatai együtt-

tesen befolyásolják. A két részt a felület alatt lévő, palládium-szén réteg választja el. Ennek felépülése vagy lebomlása jelentős változásokat okozhat a katalízis szelektivitásában. A közlemény magyar kötődésű szerzői közül *Teschner Detre* és *Révay Zsolt* a Pannon Egyetemen, *Borsodi János* és *Wootsch Attila* Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemen, vagy ezek jogelődjein szereztek vegyész-mérnöki diplomát.

Detre Teschner – János Borsodi – Attila Wootsch – Zsolt Révay – Michael Hävecker – Axel Knop-Gericke – S. David Jackson – Robert Schlögl: The Roles of Subsurface Carbon and Hydrogen in Palladium-Catalyzed Alkyne Hydrogenation Science 320, 86 (2008)

A hihetelen szupravezető-család

Új szupravezető-családot ismert meg a tudomány 2008 első hónapjaiban. A szupravezetők kellően alacsony hőmérsékleten ellenállás nélkül vezetnek az elektromos áramot, így rendkívüli szerepük van nagy elektromágnesekben, például NMR-készülékekben. Alapvető fontosságú kérdés, hogy milyen hőmérsékleten (T_c) történik meg az átmenet az ellenállásos és a szupravezetés között. Az első felfedezett szupravezető az elemi higany (1911), ennek T_c értéke 4,2 K volt. 1913-ban az ólom szupravezető T_c értékét 7 K-nek mérték. A széles körben elfogadott szupravezetési elméletek egészen 1986-ig azt jósolták, hogy 30 K fölött semmilyen anyagban nem létezhet ez a jelenség. Ebben az évben azonban felfedezték a kuprát típusú, magas hőmérsékleten (> 30 K) is működőképes szupravezető kerámiákat (pl. $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_7$, $\text{Bi}_2\text{Sr}_2\text{CaCu}_2\text{O}_8$, $\text{Ti}_2\text{Ba}_2\text{Ca}_2\text{Cu}_2\text{O}_8$), amelyek közül néhány T_c értéke a 100 K-t is meghaladta, vagyis folyékony nitrogénben már működtek. Sajnos a kuprátok szerkezeti anyagként gyakorlatilag használhatatlanok, ezért a nagy szupravezető mágneseket még mindig folyékony héliummal kell hűteni. Az első nem kuprát típusú magas hőmérsékletű szupravezetőre, a MgB_2 -ra ($T_c = 39$ K) 2001-ig kellett várni.

2008 elején újabb robbanásszerű fejlődés vette kezdetét a szupravezető-kutatásban. Hideo Hosono japán tudós és kutatócsoportja februárban számolt be egy új, vas-arzenid típusú szupravezetőről, amelynek képlete $\text{LaO}_{(1-x)}\text{F}_x\text{FeAs}$, T_c értéke pedig 26 K. Az első közlemény hatására több kínai és japán kutatócsoport is intenzíven kutatni kezdett

APRÓSÁG

A szilícium-karbid (SiC) a természetben is előfordul a rendkívül ritka moissanit ásvány formájában. Az ásvány nevét a felfedezőjéről, a Nobel-díjas (1906) Henri Moissan-ról kapta, aki az arizonai Diablo Canyon közelében talált meteorit elemzése során azonosította az új anyagot. A manapság egyre kedveltebb drágakővé váló moissanit a közvélekedéssel ellentétben nem keményebb a gyémántnál, a Mohs-skálán mért keménysége 9-es.

hasonló vegyületek után. Így derült ki, hogy a $\text{PrO}_{1-x}\text{F}_x\text{FeAs}$ T_c értéke 52 K. A hasonló $\text{SmO}_{(1-x)}\text{F}_x\text{FeAs}$ esetében a kritikus hőmérséklet „csak” 43 K, a nagy nyomáson növesztett kristályok T_c -je viszont már 55 K. A vas-arzenid vegyület-család olyan szempontból is kivételes, hogy korábban még nem ismertek példát ferromágneses elemet (Fe) tartalmazó, magas hőmérsékletű szupravezető anyagra.

2008 márciusában számoltak be a hőmérsékleti csúcsot jelenleg tartó, $(\text{Sn}_{1,0}\text{Pb}_{0,5}\text{In}_{0,5})\text{Ba}_4\text{Tm}_5\text{Cu}_7\text{O}_{20+\delta}$ összetételű kuprát előállításáról, amelynek T_c értéke 185 K. Ez már meghaladja a Föld felszínén valaha mért legkisebb hőmérsékletet, az Antarktison lévő Vosztok kutatóállomáson 1983. július 21-én regisztrált –89,2 °C-ot (183,95 K).

http://www.superconductors.org/185k_pat.htm

Chem. Eng. News **2008**, April 28, p. 15.

Science **2008**, 320, 870.

Science **2008**, 320, 432.

Nature **2008**, 453, 376.

J. Am. Chem. Soc. **2008**, 130, 3296.

TÚL A KÉMIAÁN

Olimpiai archeológia

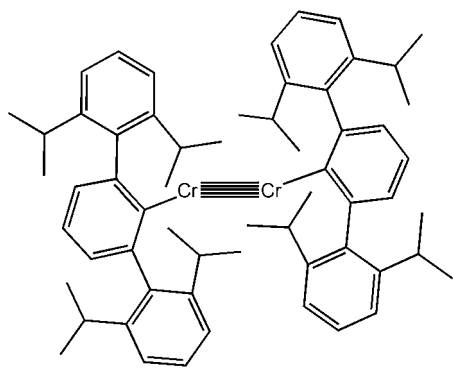
A pekingi olimpia ugyan csak augusztus 8-án kezdődik, de a kínai történeszek máris győztesnek érezhetik magukat. Az ötkarikás versenyre számos új sportlétesítményt építettek a kínai fővárosban, és a bulldózerek olyan gyakran ütköztek a régmúlt tárgyi emlékeibe, hogy egy idő után már mindenhol régészek kísérték őket. A történeszek számára legfontosabb feltárt hely az olimpiai lőtér építésekor megtalált, kb. 1000 éves temető volt, amelyben a legjelentősebb sírok a késői Ming-dinasztia idejében (kb. 1600) élt eunuchok földi maradványait rejtik. Ebben a korban a pekingi eunuchok felső rétege politikailag igen befolyásosnak számított, a korabeli történetírás mégis szinte kizárólag gaztetteikről emlékezik meg. Az ő életükbe való betekintésen keresztül a kor történelmi megértését fogják majd segíteni a sírokban talált tárgyak és a sírfeliratok. A tervek szerint a leglátványosabb sírkamrát a Pekingi Eunuchkultúra Múzeumban rekonstruálják majd, s az olimpia idején már meg is tekinthetik az érdeklődők.

Science **2007**, 318, 1531.

Tengervizes paradicsom

Hígított tengervízzel locsolva a paradicsomok ízletesebbek lesznek, és antioxidáns-tartalmuk is növekszik. A paradicsomok antioxidáns-tartalma kapcsolatban van a zöldség fogyasztásának egészségvédő hatásával, például csökkenti a szívbetegségek és a rák valószínűségét. A nagyobb sótartalmú vízzel locsolt paradicsomok mérete valamivel kisebb lesz ugyan, mint ha édesvízzel locsolják őket, azonban táplálkozási értékük jelentősen megnövekszik. Egy összehasonlító kísérletsorozat, amelyben paradicsomokat tiszta édesvízzel és 12% tengervízzel tartalmazó vízzel locsoltak, azt bizonyította, hogy a sós vízzel locsolt paradicsomok átlagban több cukrot (37%), C-vitamint (20%) és E-vitamint (20%) tartalmaztak. A tengervízzel való locsolás édesvízben szegény területeken gazdasági szempontból is nagyon fontos lehet, bár – amint azt a tanulmány szerzői is hangsúlyozták – a talajminőségnek nem feltétlenül tesz jót.

J. Agric. Food Chem. **2008**, 56, 3391.



A HÓNAP MOLEKULÁJA

A formálisan ötszörös kovalens kötés első, diffrakciós módszerrel jellemzett példáját tartalmazza az ábrán látható króm(I)dimer ($\text{Cr}_2\text{C}_{60}\text{H}_{74}$). A két fématom távolsága 183,5 pm, ennél már kicsit rövidebb $\text{Cr}-\text{Cr}$ távolság is ismeretes formálisan négyszeres kovalens kötést tartalmazó króm(II)dimerekben. A kötéstávolság, a vegyület paramágnesessége és a nemlineáris $\text{C}-\text{Cr}-\text{Cr}-\text{C}$ szerkezeti részlet azonban egyöntetűen azt valószínűsítik, hogy a fém-fém kovalens kötés kötésrendje nem közelíti meg az 5,0-t.

Science **2005**, 310, 844.

Nanorészecskék az üzemanyagban

A kőolaj jelenlegi kivételes drágaságát tartósan jósló előrejelzések ismeretében felértékelődött annak a felfedezésnek a jelentősége, hogy alumínium vagy alumínium-oxid nanorészecskék hatására a dízelolaj gyulladási tulajdonságai jelentősen javulnak. Egy amerikai–norvég együttműködés részeként végzett kvantitatív kísérlet-sorozatban azt vizsgálták, hogy egyetlen csepp üzemanyag milyen valószínűséggel gyullad meg 700 °C körüli hőmérsékleteken. Ennek igen nagy jelentősége van a dízelmotorok működésében, hiszen azokban, a benzinmotoroktól eltérően, öngyulladással és nem szikra hatására történik a robbanás a hengerben. A tiszta dízelolajban 15% körül volt az öngyulladási valószínűség, míg 0,1% alumínium vagy alumínium-oxid nanorészecske-adalék hatására 50–60% közé növekedett. Lényegesen több, 0,5% adalék használata már egyáltalán nem javított a gyulladási tulajdonságokon. Nagyobb, 50 nm méretű részecskék kicsit hatékonyabbnak bizonyultak, mint a 15 nm-esek. A hatás mechanizmusának felderítése még további kísérleteket igényel, de valószínűsíthető, hogy elsősorban az égés alatti tömeg- és hőtranszport hatékonyságát növelik a nanorészecskék. Egy hasonló elven működő, cérium-dioxid nanorészecskékre alapozott üzemanyag-adalékot az Oxonica nevű cég jelenleg is forgalmaz az Amerikai Egyesült Államok területén.

Nano Lett. **2008**, 8, 1410.

Rózsavíz

A rózsaszirmok felületén apró gömböcskékbe gyűlnek össze az esőcseppek, de akkor sem gördülnek le róla, ha a virágot megfordítják. Ezen tulajdonság megfigyelése új ragasztók és festékek kifejlesztését eredményezheti. Ezt reméli legalábbis annak a kutatócsoportnak a vezetője, amely pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgálta rózsaszirmok felületét. A lótszlevél-hatás már régóta ismert: a lótszlevelek is gömböcskékbe gyűjtik össze a vízcseppeket, amelyek aztán legördülve tisztítják a felületet. A vizsgálatok azt mutatták, hogy egy rózsaszirm nanoméreteiben meglehetősen durva felszíni mintázatot tartalmaz, ez szu-

perhidrofóbbá teszi a felületet, így a vízcseppek gömböcské állnak össze rajta. A lótszlevéllel ellentétben azonban a rózsaszirmon a mintázat egységei nagyobbak, így a vízcseppek a közöttük lévő árkokban erősen meg tudnak tapadni. Egy rózsaszirmról a kutatók olyan öntőformát is készítettek, amelyet megfelelő polimerrel kiöntve szuperhidrofób sajátosságú felületet tudtak előállítani.

Langmuir **2008**, 24, 4114.

Oxigénmérő egérbőr

Amerikai, svéd és német kutatók legújabb eredményei szerint az egerek bőre érzékeli a környező levegő oxigénkoncentrációját, és erre reagálva fiziológiai folyamatokat is képes elindítani. Egyes békafajokról már korábban is ismert volt, hogy képesek a bőrükön keresztül oxigént érzékelni, sőt néha lélegezni is. Az emlősállatok közül az egér mindaddig az egyetlen, amiről ilyesmit sikerült kimutatni. Az egérbőr az oxigénkoncentráció csökkenésének hatására növeli a véráramlást a bőrben, s a veséket az eritropoetin (EPO) hormon termelésének fokozására készíti, ez pedig a vérben a vörösvértestek számának növekedéséhez vezet. Így aztán kisebb oxigénkoncentráció növeli az egér vérének oxigénszállító képességét. Ha hasonló mechanizmusok az emberi bőrben is működnek, annak fontos következménye lehet a vörösvértestszám-csökkenést eredményező betegségek, például a vérszegénység kezelésében.

Cell **2008**, 133, 223.

CENTENÁRIUM

**Ilosvay Lajos: Kegyeletes megemlékezés
Than Károlyról [Magyar Kémiai Folyóirat
1908, 14, 113–114. (1908. augusztus 15.)]**

Ilosvay Lajos (1851–1936) a Műegyetem Általános Kémiai Tanszékét 52 éven át vezette, emellett az MTA alelnöke, országgyűlési képviselő és államtitkár is volt. **Than Károly** (1834–1908) a pesti Pázmány Egyetem kémia professzora, az MTA alelnöke, a Magyar Kémiai Folyóirat alapítója volt.

Klóramin a vízvezetékben

A klóramin (NH_2Cl) csak a közelmúltban került be az ivóvíztisztítás eszköztárába. Habár fertőtlenítő sajátosságai más vegyületekhez képest igen kedvezőek, a használata során keletkező ammónia környezeti szempontból meg lehetőségen bonyolult kémiai folyamatoknak nyithat utat. A mikroorganizmusok által véghez vitt nitrifikálás, vagyis az ammónia nitráttá alakítása savat termelő redoxifolyamat, ezért változtatja a víz pH-ját. Egy új tanulmányban a nitrifikálási reakció hatékonyságát hasonlították össze különböző anyagú (PVC, réz, ólom és bronz) vízvezetékcsövekben eltérő pH-kon és foszfátion-koncentrációknál. A PVC-hez viszonyítva a nitrifikálási reakció részcsövekben lassabb, ólomcsövekben gyorsabb volt. Ez utóbbi jelenség valószínű oka, hogy az ólom korróziója a nitrátiont visszaredukálja ammóniává, így a savtermelő folyamatot a nitrogéntartalomra nézve katalitikussá teszi. A bronz eleinte gátolta a nitrifikálási reakciót, majd kb. 4 hónap után, amikor a rézkioldódás minimálisra csökkent, teljesen megszűnt ez a hatása. A tanulmányokból levonható meglepő következtetés, hogy a PVC-csövek összességében a részcsöveknél jelentősebb mértékben növelhetik a bennük szállított ivóvíz fémkoncentrációit. A nitrifikálási reakció melléktermékeként keletkező sav ugyanis gyorsíthatja a vízvezetékrendszerben mindenképp szükséges fémrészek lassú oldódását.

Environ. Sci. Technol. **2008**, 42, 4280.

Uránfaló gomba

Néhány gombafaj képes a fémes urán felületén megélni és azt oxidálva szervetlen vegyületekké alakítani. Ez a felfedezés a nukleáris iparban végzett urándúsítás után nagy mennyiségben megmaradó szegényített urán tárolásában és felhasználásában bizonyulhat fontosnak. A szegényített urán az egyik legolcsóbb nagy sűrűségű fém, például nagy áthatolóképességű lövedékeket készítenek belőle. Habár a szegényített urán már csak gyengén radioaktív, kémiai toxicitása igen erős. Számos különböző gombafajjal (pl. *Hymenoscyphus ericae*) elvégzett kísérletekben azt tapasztalták, hogy a szegényített uránból gyakran készített urán-titán ötvözet (99,25% U, 0,75% Ti) felszínén megélő néhány gombaféleség az elemi uránt uranilionná alakítja, így megakadályozhatja azt, hogy az erősen mérgező fém a természetes vizekbe vagy növények gyökereibe jusson. Ezek a gombák karbonsavakat is előállítanak anyagcseréjük során, így tovább gyorsítják az urán biokorrózióját. A folyamat során képződő uránvegyületeket röntgenanalitikai módszerekkel azonosították: a leglényegesebb termék a $(\text{UO}_2)_4\text{O}(\text{OH})_6 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ összetételű schoepit volt, amely sárga kérget alkotott a fém felszínén. A gombasejteken belül pedig uranil-foszfát és az uranilion karbonsavsói kezdtek felhalmozódni.

Curr. Biol. **2008**, 18, R375.

Hidroxilgyök a vénuszi éjszakában

A *Venus Express* infravörös emissziós érzékelői hidroxilgyökök jelenlétére találtak bizonyítékot a Vénusz légkörében. Az Európai Űrkutató Ügynökség (ESA) által tervezett és pályára állított űrszonda fedélzetén lévő Látható és Infravörös Képkalkáló Spektrométer (VIRTIS, Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer) a Vénusz napsütéstől éppen mentes oldalán az 1,40–1,49 és 2,60–3,14 μm -es hullámhossztartományban detektált olyan jeleket, amelyek minden bizonnyal hidroxilgyököktől származnak. A Vénusz légköre nagy nyomású, magas hőmérsékletű (450 °C) és sok szén-dioxidot tartalmaz. A Föld atmoszférájában lévő hidroxilgyökök nagy része az ózon és a hidrogénatom reakciójában keletkezik. Korábbi modellszámítások szerint az ózon koncentrációja a Vénuszon nagyságrendekkel kisebb, mint a Földön, ezért a hidroxilgyökök szerepét is elhanyagolhatónak vélték. Azonban az újabb eredmények már azt mutatják, hogy a Vénusz éjszakai oldalán a korábbi modellek alapján vártnál lényegesen nagyobb lehet az ózon és így a hidroxilgyök koncentrációja is. A hidroxilgyök fontos szerepet játszhat a szén-monoxid és a kén-dioxid oxidációjában, ezzel hozzájárulhat a Vénusz légkörében található jelentős kénsavtartalom kialakításához.

Astron. Astrophys. **2008**, 483, L29.

Prosztratin szintézis

Az AIDS kezelésére használt gyógyszerek jelentősen fejlődtek az utóbbi évtizedben. Ennek ellenére még mindig nagyon nehéz a HIV vírust végleg kiirtani egy hordozószervezetből, mert a szervezeten belül egyes helyeken látens állapotban hosszú ideig képes túlélni mindenféle jelenlegi kezelést. A prosztratinról (12-dezoxiforbol-13-acetát) a közelmúltban kimutatták, hogy meggyorsítja a látens vírus aktív formába alakulását, ezért jelentősen megnövelheti az AIDS-ellenes gyógyszerek hosszú távú hatékonyságát. A prosztratin gyógyszerként való felhasználását eddig azonban hozzáférhetőségi problémák gyakorlatilag lehetetlenné tették: csak néhány ritka növényben található meg kicsiny koncentrációban, jelenlegi fő forrása egy, Szamoa szigetén régóta gyógyhatásáról ismert növény, a mamalafa (*Homalanthus nutans*). Egy amerikai kutatócsoportnak a közelmúltban sikerült olyan szintézisutat találnia a prosztratin előállítására, amely a gyógyszeripar számára szükséges mennyiségben is hozzáférhetővé teszi a vegyületet. A szintézis egyik lehetséges kiindulási anyaga a forbol, amely vagy a kutyatejfélek családjába tartozó *Croton tiglium* latin nevű növény magjából sajtolható krotanolajban fordul elő, vagy akár szintetikusán is előállítható kilogrammos mennyiségben. Kiindulási anyagként a 12-dezoxi-16-hidroxiforbol is megfelel, amely a biodizelforrásként is termesztett másik kutyatejféleség, a *Jatropha curcas* magjából nyerhető ki. A prosztratin négylépéses szintézismódszerének

kulcsa a kiindulási anyagban és a végtermékben is megtalálható ciklopropángyűrű felbontása, majd pirazolin-származékon keresztül történő újra kialakítása volt. Az új szintézismódszer révén megnyílt az út új, a természetben megtalálhatónál remélhetőleg hatásosabb származékok előállítására felé is.

Science **2008**, 320, 649.

Aktivált komplex a mikroszkópban

Reakciók átmeneti állapotáról, vagyis aktivált komplexekről általában nem lehet közvetlen kísérleti módszerekkel szerkezeti információt nyerni. Ezt a régi bölcsességet kérdőjelezi meg az 'egymolekulaerő-mikroszkópia' (single-molecule force microscopy) módszere, amelyet amerikai és norvég tudósok fejlesztettek ki. A mérések során egy atomerő-mikroszkópban diszulfidkötéseket tartalmazó fehérjemolekulákat tettek ki először 0,5 másodpercig 150 pN, majd 5 másodpercen át 100-400 pN irányított erőhatásnak egy szilícium-nitridből készült speciális eszköz segítségével. A kísérlet közben az oldatfázisú rendszer fehérjemolekuláiban lévő diszulfidkötés redukív szakadása figyelhető meg tiolok vagy foszfinok által indukált bimolekuláris nukleofil szubsztitúcióban (S_N2). A reakció pszeudo-elsőrendű sebességi állandója függ az alkalmazott erőhatás nagyságától, s ebből a függésből ki lehet számítani, hogy az átmeneti állapotban mennyire nyúlik meg a diszulfidkötés. Az aktivált komplexben a S-S kötés a tiolindukált reakcióban 29 pm-rel, míg a foszfinindukált kötés-hasadásnál 46 pm-rel hosszabb, mint a stabil molekulában. Ez jól egyezik kvantumkémiai előrejelzésekkel, amelyek a foszfinindukált reakcióra jósoltak nagyobb kötés-megnyúlást.

J. Am. Chem. Soc. **2008**, 130, 6114.

Enzimtervezés

Az enzimek rendkívül hatékony katalizátorok, de a természet csak biokémiaiilag fontos reakciókhoz állította elő őket. Gyakorlati szempontból igen jelentős lehet, ha az élőlényekben le nem zajló reakciókhoz is sikerülne mester-

séges, enzimszerű katalizátorokat előállítani. Ennek egy lehetséges stratégiája az, hogy a reakció átmeneti állapotát kvantumkémiai módszerekkel modellezzük, majd jól megválasztott funkciós csoportokkal stabilizáljuk az aktivált komplexet. Ezt az aktív centrumot aztán egy már ismert szerkezetű fehérjébe próbáljuk meg számítógépes modellezéssel beilleszteni egyes aminosavegységek kicserélésével úgy, hogy a cserékkel az aktív centrum megfelelő funkciós csoportjait hozzák létre. Mindez persze sokkal nehezebb, mint amilyennek hangzik: egy átmeneti állapot kvantummechanikai leírása igen számolásigényes, s egy fehérjében általában lényeges több atom van, mint amennyit a ma a számításokra elterjedten használt szoftverek kezelni tudnak. A közelmúltban azonban két alkalommal is sikerrel terveztek ilyen módszerrel enzimet: közülük az első a Kemp-eliminációt katalizálja. Mintegy 100 különböző fehérje kb. 100 000 lehetséges módosítását vizsgálták végig kvantumkémiai módszerekkel, s ezekből választották ki az 59 legígéretesebb jelöltet, amelyeket baktériumokkal elő is állítottak. Az 59 molekula közül a leghatékonyabb katalizátort pedig egy véletlen és irányított elemeket is tartalmazó mutációs eljárással továbbfejlesztették. A végeredményként kapott mesterséges enzim kb. hat nagyságrenddel gyorsítja a tanulmányozott Kemp-eliminációs reakciót. Ugyanezzel a stratégiával egy másik, igen eltérő folyamat, a retro-aldol reakció katalizálására is fejlesztettek ki enzimet.

Nature **2008**, 453, 190.

Science **2008**, 319, 1387.

IDÉZET

„A szén-dioxid semlegesítéséhez kálilúggal kellene nagy kádakat megtölteni, és állandóan kavargatni a vegyszert. A hajón azonban nincs kálilúg, s ezt az anyagot semmi mással nem lehet helyettesíteni.¹...

¹ Vernének ez a megállapítása téves: szén-dioxidot nem lehet kálilúg gőzével elnyelelni.”

Jules Verne: Nemo kapitány című regényének egy 1954-es magyar fordítása. A fordító láthatóan jóval kevésbé jártas a kémiában az írónál, mégis bírál...

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

A Pécsi Tudományegyetem Általános Orvostudományi Kar Kémiai Intézetét 1922-ben hozták létre, miután a Trianoni Megállapodás értelmében a M. Kir. Erzsébet Tudományegyetemnek Pozsonyból Pécsre kellett áttelepülnie. A *Chemiai Intézet* Pécsen 1923 novemberében kezdte meg működését az egyetem központi épületének magasföldszinti és alagsori átalakított helyiségeiben. Első igazgatója *Zechmeister László* (1889–1972) professzor volt, akit akkoriban már jól ismert a tudósvilág. Egyetemi tanulmányait a zürichi technikai főiskolán végezte el, ahol vegyészmérnöki és műszaki doktori oklevelet szerzett. 1912-től 1914-ig a berlini Kaiser Wilhelm Intézetben a világhírű *Richard Willstätter* mellett, mint tanítvány és munkatárs tevékenykedett. Joggal feltételezhető, hogy ezek a berlini évek és *Willstätter* úttörő vizsgálata a növényi asszimiláció területén egész életére kiható benyomást keltettek a pályakezdő kutatóban. *Willstätter* állapította meg első ízben a növényi karotin helyes összegképletét, és ezzel a karotinoidok kutatóinak kulcsot adott a kezébe a további vizsgálatokhoz. Noha *Zechmeister László* a pályakezdés berlini éve alatt elsősorban a cellulóz akkor még problematikus szerkezeti kérdésével foglalkozott, későbbi munkásságának ismeretében feltételezhető, hogy *Willstätter* alapvető kutatásai – az akkor még szinte teljesen felderítetlen karotinkémiában – irányították *Zechmeister Lászlót* később e terület alapos feltárására.

A ragyogó szervezőkészségű fiatal vegyész csakhamar őszintén tisztelt tanáregyeniszéggé, és – főleg a karotinoidkutatás terén – világszerte ismert szak tekintéllyé vált. A vezetése alatt álló intézet több irányban bújrákodott, de igazi, kedvelt munkaterületévé a karotinoidok kutatása lett.

1924 szeptemberében vállalt tanársegédi állást a Kémiai Intézetben *Cholnoky László* (1899–1967), aki egyetemi tanulmányait a Pázmány Péter Tudományegyetemen kezdte meg 1920-ban, mint gyógyszerészhallgató. Speciális kémiai érdeklődése azonban már egyetemi éve alatt is megnyilvánult, és mint *Winkler Lajos* tanítványa, foglalkozott a kémiai analitikával. *Cholnoky László* gyakorlati készsége, a *winkleri* évekkal megalapozva, szerencsésen párosultak a 10 évvel idősebb *Zechmeister* professzor széles körű olvasottságával, elméleti beállítottságával. Ilyen keretben, az intézet többi munkatársának (*Tuzson Pál*, *Falcsikné Vrabély Vera*, *Rom Pál*, *Polgár Tibor*, *Tóth Géza*) elhivatottságából és kémiaszeretéből olyan ötvözet alakult ki Pécsen, amelyből maradandó és igazán up-to-date eredmények születtek.

A karotinoid-kémiába való sikeres bekapcsolódásnak előfeltétele volt, hogy a világon elsők közt ismerték fel a kromatográfiás módszer nagyszerű lehetőségeit a szerves kémiában. Az 1933–1935 közötti években

Zechmeister munkatársaival nagy hatású preparatív szerves kémiai elválasztó módszerré fejlesztette a kromatográfiát. A színes karotinoidok ugyanis jól láthatók a kromatográfiás oszlopon, ezáltal kromatográfiás viselkedésük és kémiai szerkezetük összefüggései felismerhetők. A módszert oly eredményesen fejlesztették tovább, hogy 1937-ben megírták nagy sikerű „Die Chromatographische Adsorptionsmethode” (Wien, Julius Springer Verlag) című könyvüket, ezt később „Principles and Practice of Chromatography” címmel, a londoni Chapman és Hall könyvkiadó angol nyelven is közreadta (1943). A munka nemzetközi sikerét az is mutatja, hogy Bécsben kétszer, 1937-ben és 1938-ban, Londonban háromszor is kiadták (1943, 1948, 1953). A művet a kémiai szakirodalom mint a legelső kromatográfiás kézikönyvet tartja számon. A Magyar Tudományos Akadémia – a Matematikai és Természettudományok Osztálya javaslatára – *Zechmeister* 1940-ben rendes tagjává választotta. Székfoglalóját „A chromatographia néhány újabb alkalmazásáról” címmel 1940. október 21-én tartotta meg.

A kromatográfiás módszert *Zechmeister* és *Cholnoky* nagy sikerrel alkalmazta a vöröspaprika, a vörös és sárga bélű görögdiinnye és számos növényi szerv festékanyagainak izolálására és szerkezeti felderítésére. A saját, valamint a Karrer- és Kuhn-iskola által kidolgozott, azóta klasszikussá vált módszerek alkalmazásával egymásután számoltak be újabb és újabb kutatási eredményeikről: kristályos kapszantin előállítása (1927), kapszorubin (1934), likofil (1936), likoxantin (1936) felfedezése, ill. szerkezetkutatása, a kapszantin lúgos lebontása béta-citraurinná (1937), a karotinoidok fotometriás és kolorimetriás meghatározása (1939), pro-A-vitamin-vizsgálatok, különféle virágok és termések (*Solanum dulcamara*, *Tamus communis*, *Lycium halimifolium*, *Taraxacum officinale* stb.) karotinoid-analízise stb. E munkák az „Untersuchungen über die Carotinoid-Farbstoffe” című, 16 dolgozatról álló sorozatban, egymás után jelentek meg a Justus Liebig's Annalen der Chemie című folyóiratban. E munkák során több, addig ismeretlen karotinoidfestéket fedeztek fel, tisztázták szerkezetüket.

Korán kifejlesztették a karotinoidok nagy jelentőségű katalitikus hidrogénezését is (1928). A katalitikus hidrogénezéssel igazolták a karotin szerkezeti képletét, és megállapították a karotinmolekulában jelen lévő kettős kötések számát (1928–1933). A színes karotinoid pigmentekre jellemző poliénszerkezet felismerése is *Zechmeister* érdeme.

Ugyancsak a klasszikus adszorpciós oszlopkromatográfia tökéletesítése és alkalmazása tette lehetővé, hogy a munkacsoportban már az 1930-as évek közepén elkezdődtek a karotinoidok poliénláncának geometriai (*E/Z*; *transz-cisz*) izomerizációjával kapcsolatos szisztematikus vizsgálatok is, melyek *Zechmeister* további munkás-

* PTE ÁOK Biokémiai és Orvosi Kémiai Intézet, Pécs

ságában egyre jobban a előtérbe kerültek. Főként ebben a témakörben folytatta kutatásait 1939 után a kaliforniai Pasadenában is. A poliénlánc geometriai izomériájával kapcsolatos, mintegy két és fél évtizeden átívelő kutatómunkájának eredményeit 1962-ben kiadott „*Cis-Trans Isomeric Carotenoids, Vitamins and Arylpolyenes*” című könyvében foglalta össze, mely több mint 40 év elteltével is fontos kézikönyve minden karotinoidkutatónak.

A II. világháború elején német nyomásra hazánkban is kirekesztő törvényeket hoztak. A háború következtében megszűntek a külföldi kapcsolatok (könyvbeszerzések, tanulmányutak stb.). Mindez a tudományos munkát megnehezítette, egyes területeken lehetetlenné tette. Ezek a körülmények – és talán az első világháborúban szerzett élményei – *Zechmeister László*t arra késztették, hogy emigráljon: kiment az Egyesült Államokba, ahol Pasadenában, a „Caltech”-en (California Institute of Technology) alkalmazták (1940).

1943-ban a Pécsi Tudományegyetem Orvostudományi Kara egyhangú döntéssel meghívta *Cholnoky László*t a megüresedett kémiai tanszékre. Kinevezésére azonban csak 1946-ban került sor, amikor is nyilvános rendkívüli tanár lett. 1948-ban nevezték ki nyilvános rendes tanárrá.

A negyvenes években a kutatás intenzitása észrevehetően csökkent, s az első közlemény csak 1953-ban jelent meg. Ezek a dolgozatok azonban fáradságos munka eredményei; *Cholnoky* és munkatársai (*Györgyfy Katalin*, *Pánczél Márta*, *Nagy Erzsébet*) itt számoltak be először növényanalitikai adatokra támaszkodva a karotinoidok növényfiziológiai szerepének a lehetőségéről. Újra alá húzta a karotinoid-epoxidok oxigénközvetítő szerepének a valószínűségét a fotoszintézisben.

Eme növényfiziológiát érintő problémán kívül 1955-ben *Cholnoky* és munkatársai (*Szabolcs József*, *Tóth Gyula*) felfedezték a β -kriptoxantint és 1959-ben az α -kriptoxantint, mely utóbbinak a szerkezetét is igazolták. 1960-ban – lényegében *Karrer*al és *Weedon*nal egy időben – megállapították a kapszantin és kapszorubin szerkezetét. Ez a két vegyület érdekes újdonság volt a karotinoidok között, mivel a trimetilciklohexán-gyűrű helyett trimetilciklopentán-gyűrűt tartalmaznak. Foglalkoztak a karotinoidok körében lefolyó Oppenauer-oxidációval, a kétféle kapszantol *eritro-treo* izomeriájával. Kidolgozták a karotin-epoxidok és -furanoidok LiAlH_4 -es redukcióját, mely anomálishan játszódik le, és az etilén-kötés regenerálódik. *Weedon* professzorral együttműködve, felhasználva a londoni intézet modern műszerezettségét, beszámoltak a karotinoidepoxidok és furanoidok tömegspektrográfijáról, megállapították a kriptokapszin és foliaxantin szerkezetét, mely az első magasabb rendű növényekben előforduló allénkötést tartalmazó karotinoid. Az 1960-as évek vége felé azonosították a foliaxantint a neoxantin-nal. A taraxantinnal foglalkozva széles körű vizsgálatok indultak meg a karotinoid-epoxidok sztereokémiáját illetően, és véglegesen tisztázták a likofil és likoxantin korábban csak analógiákra alapozott szerkezetét.

Cholnoky László 1967-ben bekövetkezett váratlan halála után *Szabó Dezső* (1917–1987) vette át a Kémiai Intézet

vezetését, aki a '70-es években meghonosította az orvosi biológiai alkalmazású szintetikus kémiát is az intézetben. Egy kis létszámú munkacsoport keretein belül főképpen a konjugált telítetlen oxoegyületek addíciós gyűrűzárási reakcióit vizsgálták kétfunkciós nukleofil reagensekkel szemben.

A karotinoid munkacsoport vezetője *Szabolcs József* (1929–) lett. A munkacsoport tagjai ebben az időszakban *Tóth Gyula*, *Rónai Ádám*, *Kerényiné Baranyai Márta*, majd 1971-től *Molnár Péter*. A kutatási terület nem változott lényegesen. A hetvenes évek közepéig folytatódott a munkakapcsolat a londoni kutatócsoporttal. Az együttműködés nagy jelentőségű eredménye a *Journal of Chemical Society*-ben 1969-ben megjelent „Optical Rotatory Dispersion of Carotenoids” közleményük. Ebben mintegy 40 ismert szerkezetű karotinoid ORD-spektruma alapján állították fel a karotinoidokra vonatkozó additívitás hipotézist. Eszerint a heterodikirális karotinoidok ORD-spektrumát a két végcsoport Cotton-effektusának összege szabja meg. Így például a homodikirális violaxantin és zeaxantin spektrumából levezethető (kiszámítható) a heterodikirális anteraxantin ORD-spektruma. Javaslatot tettek a természetben előforduló karotinoid-5,6-epoxidok térszerkezetére (1973). Tisztázták egy másik, ugyancsak allénvégcsoportot tartalmazó karotinoid, a fukoxantin szerkezetét (1976) is.

Tovább folytatódott a karotinoid-5,6-epoxidok és -5,8-epoxidok konfiguráció vizsgálata is. Számos természetben előforduló karotinoid-5,6- és 5,8-epoxidot (anteraxantin, violaxantin, lutein-5,6-epoxid, flavoxantin, krizantémaxantin stb.) izoláltak (1970), elsősorban virágszirmokból. Vizsgálták a különböző *cisz*-karotinoid-izomerek természetben való előfordulását. Sárga árváscskából (*Viola tricolor*) violeoxantint ((9Z)-violaxantin) (1975) és centrális-*cisz* (15Z)-violaxantint (1981) izoláltak, és igazolták természetes voltukat. Pár évvel később ugyanebből a forrásból a violaxantin négy di-*cisz*-izomerjét (9Z,9'Z, 9Z,13Z, 9Z,15Z és 9Z,13Z) is izolálták (1986). Az össz-*transz* vegyületek termikus és jódkatalizált fotoizomerizációjával számos szimmetrikus (zeaxantin, kapszorubin (1976)) és aszimmetrikus karotinoid (lutein, kapszantin (1981), anteraxantin (1983), lutein-5,6-epoxid (1988) stb.) fő mono-*cisz*-izomerjeit állították elő. A szerkezetazonosításban ekkor már alkalmazták az ^1H - és ^{13}C -NMR-, valamint a CD-spektroszkópiát is. A *cisz-transz* izomerizáció kinetikai vizsgálatai is elkezdődnek. Mindemellett több újszerkezetű apokarotinoid mint a β -citaurin-epoxid (1980), és a perzikaxantin (1987) izolálásáról is beszámolnak.

Az 1970-es évek közepétől, a nagynyomású folyadék-kromatográfia gyors ütemű fejlődésével e módszer is egyre nagyobb szerepet kapott a karotinoid-analízisben. Intézetünkben *Matus Zoltán* közreműködésével a pirospaprika karotinoidjainak analízisét dolgozták ki a '80-as évek elején. Házilag készítésű gradiens keverővel adott oldószerprofilt tudtak elérni, ezzel lehetővé vált, hogy a széles polaritás tartományt felölölő karotinoidokat egy kromatogramból külön-külön mérjék, az igen polá-

ros kapszorubintól az apoláros szénhidrogén b-karotinig. Az egyes csúcsok azonosítását különböző hullámhosszon végzett mérésekkel, standard anyagokkal és specifikus származékképzési reakciókkal ('savazás', redukció) végezték el. E módszerek segítségével elvégezve a piros paradicsompaprika karotinoid-analízisét, 15 csúcsot határoztak meg, melyekből ötöt nem tudtak azonosítani. Ezt az öt komponenset hosszadalmas preparatív kromatográfiás módszerrel izolálták és elvégezték a szerkezetazonosítást. Így piropaprikából először sikerült kristályosan izolálni a kapszantin-5,6-epoxidot, az egyik kapszokróm epimert és a karpoxantint. A további két festék az eddig csak kevésbé ismert szerkezetű biciklo-3,6-epoxi-5-hidroxil-végcsoporttal rendelkező karotinoidnak bizonyult: kukurbitaxantin A és kapszantin-3,6-epoxid. Ezek az eredmények vezettek ahhoz, hogy újból előtérbe került a paprika karotinoidok vizsgálata. A '80-as évek végére sikerült olyan termer gradiens rendszert kifejleszteni, amely C_{18} állófázison mintegy 50 komponensre volt képes szétválasztani a paprika extraktumot.

Időközben *Tóth Gyula* révén a karotinoidok vérszérumban való előfordulásának, és a gyomor nyálkahártya védelmében betöltött szerepének vizsgálata is előtérbe került, a POTE I.sz. Belklinikájával együttműködve.

Szabó Dezső 1987-ben bekövetkezett halála után *Szabolcs József*, a karotinoidkémiai munkacsoport vezetője lett az intézetigazgató 1990-ig, amikor is váratlanul nyugdíjba vonult.

1991-től *Tóth Gyula* (1936–) vezetésével működött az intézet 2001-ig. Az intézet neve 1991-ben *Orvosi Kémiai Intézetre* módosult.

A kutatás két fő iránya továbbra is a paprika karotinoidok és a *cisz-transz* izomerizáció vizsgálata, előbbi *Deli József*, utóbbi *Molnár Péter* irányításával. A munka eredményeként további 3,6-epoxi- és 3,5,6-trihidroxil-végcsoportot tartalmazó karotinoidok izolálására és szerkezetazonosítására került sor. *Eugster* professzor zürichi munkacsoportjával kooperálva a cikloviolaxantin (1991) és a kukurbitaxantin B (1993) szerkezetigazolását végezték el. A későbbiekben a Berni Egyetem Szerves Kémiai Intézet *Hanspeter Pfander* vezette kutatócsoportjával alakult ki gyümölcsöző együttműködés a műszeres szerkezetvizsgálatok területén, melynek eredménye közel 20 közös közlemény 10 év alatt. További 3,6-epoxi-karotinoidok izolálása (1996) mellett a piropaprikában képződő 3,5,6-trihidroxil-végcsoportot tartalmazó karotinoidok 5-ös és 6-os helyzetben lévő hidroxilcsoportjai konfigurációjának tisztázása emelendő ki (1998, 1999). Sikerült bizonyítani, hogy e vegyületek képződése a piropaprikában összefüggésben van a kapszantin képződésével, és más mechanizmus (enzimkatalizált) szerint keletkeznek, mint a kapszantin nem tartalmazó növényekben (savkatalizált). A különböző mechanizmusok eltérő konfigurációjú

vegyületeket eredményeznek. Számos egyéb új szerkezetű karotinoidot is sikerült izolálni, nigroxantint (1994) és prenigroxantint (2001) piropaprikából, kapszoneoxantint (2000) aszparágusz bogyóból, aesculaxantint (1998) vadgesztenyevirág porzójából. A '90-es évek végén került az egyetemre NMR-készülék. A sajnálatosan korán elhunyt *Ősz Erzsébet* segítségével már 1 mg izolált anyag mennyiség is elegendőnek bizonyult a szerkezetazonosítás elvégzéséhez. Számos újonnan izolált vegyület *cisz*-izomerjeit is előállították. Széles körű külföldi kooperációk révén az új karotinoidok *cisz*- és *transz*-izomerjei közül soknak a biológiai szerepét, illetve hatását vizsgálták.

A '90-es évek végétől az MTA KKKI *Simonyi Miklós* vezette Molekulárfarmakológiai csoport együttműködve jelentős eredmények születtek a karotinoidok aggregációjának tanulmányozásában. Nem egészen négy év alatt 9 közlemény jelent meg a témában.

Folytatva a hagyományosnak mondható növényanalitikai vizsgálatokat, kihasználva az új detektálási lehetőségeket a HPLC-méréseknél (DAD, MS, NMR), különböző nyers és feldolgozott zöldségfélék, gyümölcsök karotinoid analízisét végzik el. Felismerik, hogy a korral járó macula degeneráció megelőzésére ajánlott, főleg zöldleves növényekben található lutein bizonyos körülmények között a feldolgozás során epimerizálódik, és átalakul 3'-epiluteinné, illetve vízvesztéssel anhidroluteinné, így csökkentve a szervezet számára felvehető hasznos lutein mennyiségét.

Az Orvosi Kémiai Intézetet 2002. január 1-jével összevonták a Biokémiai Intézettel. Az új intézet neve *Biokémiai és Orvosi Kémiai Intézet* lett. *Tóth Gyula* 2004 elején nyugdíjba vonult, a munkacsoport vezetését *Deli József* vette át. *Molnár Péter* a PTE ÁOK Farmakognóziái Intézet vezetését vállalta el. A munkacsoport négy fiatal munkatárssal egészült ki (*Nagy Veronika*, *Agócs Attila*, *Turcsi Erika*, *Gulyás Gergely*), akik a hagyományos kutatási területeken kívül olyan új utakon is elindultak, mint a karotinoid-glikozidok, vagy a karotinoid-dendrimerek előállítása.

A karotinoidkémiai munkacsoport a működése óta eltelt 85 évben közel 300 közleményt jelentetett meg, zömében nívós külföldi folyóiratokban, ebből 150-t az elmúlt 25 évben. A mindig csak kis létszámú (4-5 fős) csoport tagjai közül két akadémikus (*Zechmeister László*, *Cholnoky László*), egy kémiai tudományok doktora (*Szabolcs József*) és két MTA doktor (*Deli József*, *Molnár Péter*) került ki. Miközben az Európában működő híres karotinoid műhelyek (Heidelberg, London, Zürich, Bern) vezetőik nyugdíjba vonulása után megszűntek, a pécsi csoport egyedülálló módon 85 éve működik, köszönhetően az egymást váltó nemzedékek által felhalmozott és átadott tudásnak, a klasszikus és a modern kutatási módszerek ötvözésének.

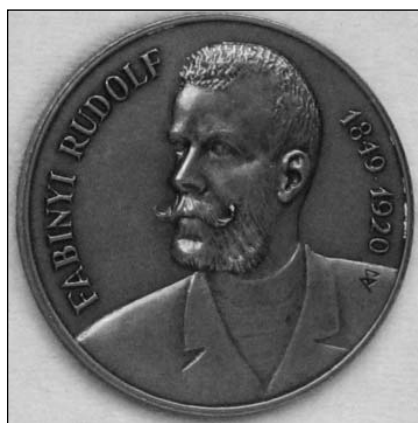
A TUDOMÁNYOS ÉLET HÍREI

Oláh György akadémikus a Magyar Kémikusok Egyesületének vendége és kitüntetettje

Apai, nagyapai és tanári bölcsesség meg nyugalmas derű sugárzott *Oláh György* professzorból. Mintha családja körében ült volna, anekdotázva, meghallgatva mindenkit, válaszolva mindenkinek, figyelve mindenkire. Úgy tűnt, mindig velünk volt, ismeri az itthon maradtak szakmai és emberi sorsát, a fiatalok gondját és biztató derűlátással néz valamennyiünk jövője elé. Már régen a politikák és ideológiák fölött él. És pózmentes őszinteséggel mondja, hogy a sok díj és kitüntetés nem adott neki mindentudást: ő most is vegyész, kémikus, ehhez ért igazán...



Oláh György és felesége



A Fabinyi Rudolf emlékérem

Oláh György, aki ahogy a május 31-i riportjában *Molnár Csaba* újságírónak mondta¹, „táncba vitte a metánt”, nyolc-

¹ *Molnár Csaba*: Magyar Nemzet, 2008. május 31., 23. old.

² Az MTA-n elhangzott előadás teljes anyaga megtekinthető a következő honlapon: <http://vod.niif.hu/play2/index.php?eid=81&lid=1534&bw=500K&lg=hu>



Kovács Attila – Oláh György – Mátyus Péter – Liptay György – Androsits Beáta



Oláh György a koszorúzási ünnepség résztvevőinek társaságában

vanegy évesen – feleségével – újra átkelt az óceánon, hogy néhány jó hangulatú napot töltsön idehaza.

A jó humorú *Oláh György* professzor tudományos programjai mellett sok társadalmi esemény főszereplője is volt², melyek sorában a MTESZ/MKE székházba is ellátogatott. Ahogy említette, örömmel fogadta el a Magyar Kémikusok Egyesülete meghívását, emlékezve arra is, hogy első MKE-előadását 1949-ben, a szerves fluorvegyületekről tartotta. Az egyesületi láto-

gatás rövid ideje alatt *Oláh* professzor úr részt vett a MTESZ Fő utcai székházának oszlopsora alatt elhelyezett emléktáblák koszorúzásán, majd egy kötetlen beszélgetésen, ahol *Kovács Attila* MKE-főtitkár felolvasta az intézőbizottság azon határozatát, mely szerint az egyesület Fabinyi-emlékérmét – az egyesület legmagasabb kitüntetését – adományozta a Nobel-díjas akadémikusnak. Az emlékérmét *Mátyus Péter*, az MKE elnöke adta át.

Tömpe Péter

Kucsman Árpád professzor a Náray-Szabó István Tudományos Díj kitüntetettje

TÖMPE PÉTER*

Ezt a különösen értékes díjat 1994-ben alapította a „Preisich Miklós közérdekű kötelezettségvállalás kuratóriuma”, a hosszú időn át kifejtett kiemelkedő tudományos tevékenységért.

Az alapítók akarata szerint a díjat a Magyar Kémikusok Egyesülete adományozza, a *Keglevich György* vezette díjbizottság javaslatára. (Eddig *Blickle Tibor*, *Nagy Lajos György*, *Bán Miklós*, *Cornides István*, *Paulik Ferenc*, *Sasvári Kálmán*, *Lőw Miklós*, *Gegus Ernő*, *Zrinyi Miklós*, *Bernáth Gábor* és *Mátyus Péter* kapták.)

A díjátadáson (az MKE 2008. évi közgyűlésén) ünnepelt, 81 éves *Kucsman Árpád* tanár urat, csak a fiatal kémikus nemzedéknek kell bemutatnunk.

Mint az akkoriban nagy hírű Eötvös József Collegium újonnan felvett tagja, 1945 őszén iratkozott be a Budapesti Pázmány Péter Tudományegyetem kémia-fizika tanári szakára, tanulmányait azonban az ELTE időközben megindult vegyész szakán, az első végzősök között fejezte be 1949-ben. Vegyész diplomájának megszerzése után mint tanársegéd az ELTE Szerves Kémiai Tanszékére került, 1956-ban adjunktus, 1967-ben docens lett, 1972-ben egyetemi tanárrá nevezték ki. 1970–93 között *Bruckner Győző* utódaként a Tanszék vezetője volt. 1959-ben egyetemi doktori címet, 1965-ben kandidátusi, 1971-ben tudományok doktora fokozatot szerzett. 1973-tól tagja az MTA Szerves Kémiai Bizottságának és az Elméleti Szerves Kémiai Munkabizottságnak.

A szerves kénvegyületek körében végzett kutatásaiért 1975-ben kutatócsoportjának tagjaival együtt Akadémiai Díjban részesült, 1987-ben Zemplén Géza-fődíjat, 1996-ban megosztott Széchenyi-díjat kapott. 1998. november 2-án a Magyar Tudomány napján elsőként nyerte el a *Bruckner Győző*-díjat, amelyet tanszékvezető elődje és mentora tiszteletére a Richter Gedeon Vegyészeti Gyár Rt. és a Magyar Tudományos Akadémia együttesen alapított. 2000 novemberében életműve elismerésül az MTA Eötvös József-koszorúval tüntette ki. 2007-ben az ELTE TTK díszdoktorává fogadta.

Évtizedeken át tartott az Egyetemen szerves kémiai főkéllégiumot, ötkötetes tankönyvpótló jegyzetért, munkatársként vett részt a hatkötetes *Bruckner*-tankönyv megírásában. Oktatási munkája is számos elismerésben részesült. Hetvenedik születésnapja alkalmából 1997-ben az ELTE



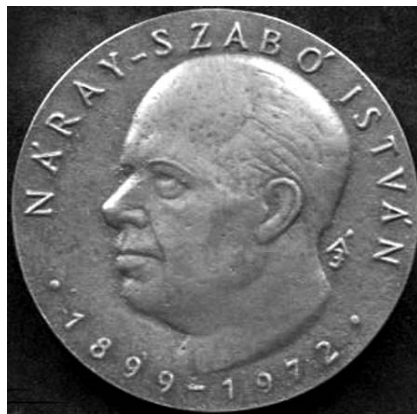
Kucsman Árpád professzor

aranyérmével tüntették ki. De amire a legbüszkébb: 1979-ben az ELTE hallgatóitól saját döntésük alapján megkapta a TTK (Természettudományi Kar) Kiváló Oktatója címet. Népszerűségében szerepet játszott szüleitől örökölt szerénysége, kötelességtudása, irigység és karriervágy nélküli életszemlélete, amely természet-tudományos alapossággal és szorgalommal párosult. Mindez hallgatóira és munkatársaira egyaránt nagy hatással volt. Jellemző, hogy a diákkorában kapott „*Kucsi*” becenevét mind a mai napig megőrizte. 1997-ben nyugalmába vonult, de mint „Professor Emeritus” tanszéki munkájának egy részét továbbra is folytatja.

A közgyűlési díjátadáson *Kucsman Árpád* tanár úr a következő szavakkal mondott köszönetet:

Tisztelt Közgyűlés, Hölgyeim és Uraim!

Díjat kapni jó. Különösen akkor jó és megtisztelő, ha olyan ember emlékéhez fűződik, mint *Náray-Szabó István*.



Ha *Náray-Szabó István* nevét halljuk, önkéntelenül a röntgendiffrakció szót asszociáljuk hozzá. Ez a két kulcsszó az én szakmai életemben is fontos szerepet játszott. Három kép villan fel bennem, ezekről szeretnék pár szót szólni. De hogy kellően tömör legyek és elkerüljem az öregkorral járó buktatókat, továbbra is hadd olvassam fel a mondókámat.

Az első kép hatvan évvel ezelőtti. 1948-ban negyedéves kémia-fizika szakos Eötvös-kollégistaként a kiváló Baytanítvány, *Faragó Péter* fizikai szemináriumára jártam. Igyekeztünk olyan témát választani, amely mindkét szakterületem szempontjából érdekes. Akkoriban volt erősen feljövőben a röntgendiffrakciós szerkezetkutatási módszer. Így egy hol land kutató szakkönyvét vettük le a kollégiumi könyvtár polcáról, emlékszem a nevére, *Bijvoetnek* volt írva és bejűtnak kellett kiejteni. *Faragó Péter* elégedett volt a teljesítménnyel, és felajánlotta, hogy megpróbál bejuttatni a Műegyetem kémiai-fizikai tanszékére *Sasvári Kálmán* mellé gyakornoknak. Ebből azonban nem lett semmi, egyrészt mert egy koncepció per a tanszékvezető *Náray-Szabó Istvánt* már korábban börtönbe juttatta, másrészt mert álmaim netovábbjaként sikerült bejutnom a Tudományegyetem szerves kémiai tanszékére.

Jó tizenöt évvel később, az első kénorganikus szimpóziumon bemutattunk egy szulfimid típusú vegyületet, amely alkalmasnak látszott kötéseleméleti problémák eldöntésére. Az elnöklő *Günter Kresze* müncheni professzor azt ajánlotta, hogy vizsgáltsuk meg modellünket röntgendiffrakciós módszerrel. Hazatérésünk után főnökünk, *Bruckner* professzor felhívta jó barátját *Náray-Szabó Istvánt*, akivel együtt volt ösztöndíjas a berlini Collegium Hungaricum-ban, és aki akkor már a KKKI Röntgendiffrakciós Osztályát vezette, és megkérdezte őt, lehetne-e valamit csinálni. Lehetett. Felmentünk a Rózsadombra, *Náray-Szabó István* behívta akkor



* tompepet@t-online.hu

A Náray-Szabó István Tudományos Díj

még igencsak ifjú asszisztensét, *Kálmán Alajost* és átadta neki kristályainkat. Egy évre rá, 1966-ban eredményesen befejeződött a munka, hazánkban elsőként a szerves kémiai tárgyú röntgendiffrakciós szerkezetmeghatározások terén. Így kezdődött együttműködésünk a Röntgendiffrakciós Osztállyal, amely azután 37 évig tartott, és 33 közös dolgozatot eredményezett.

Ismét elmúlt néhány év. A hetvenes évek elején akadémiai doktori dolgozat-

ban foglaltam össze addig végzett kutatásainkat. A doktori eljárás már akkoriban is eléggé költségigényes volt, a jelöltnek szép pénzt kellett befizetni, amiből azután részesültek az opponensek és a procedúrában közreműködő bizottsági tagok is. A Tudományos Minősítő Bizottság a védelemre történetesen *Náray-Szabó Istvánt* is delegálta, akiről közismert volt, hogy a pártállami viszonyokkal 72 évesen se rokonszenvezik. Ő a védelem szünetében

megkeresett, majd földre hívott és a jókívánságok után átnyújtott egy fehér borítékot. Ezek ne adják oda nekem a te pénzedet, mondta kissé indulatosan. Kellően zavarba jöttem, de azután sikerült meg egyeznünk, hogy a boríték tartalma egy templomi perselyben fog landolni. Akkor láttam utoljára *Náray-Szabó Istvánt*.

Köszönöm, hogy meghallgattak.

Kucsman Árpád

Az MKE örökös tiszteletbeli tagja, Móra László Bolyai-díjat kapott

2008. június 5-én, csütörtökön a Nobel-díjas *Oláh György* professzor a BMGE Országos Műszaki Információs Központjába és Könyvtárába is ellátogatott, ahol a MTESZ, a Bolyai János Alapítvány, valamint a Bay Zoltán Tudomány- és Technikatörténeti Alapítvány által szervezett ünnepségen vett részt, melynek keretében átadta a Bolyai János Alapítvány díjait.

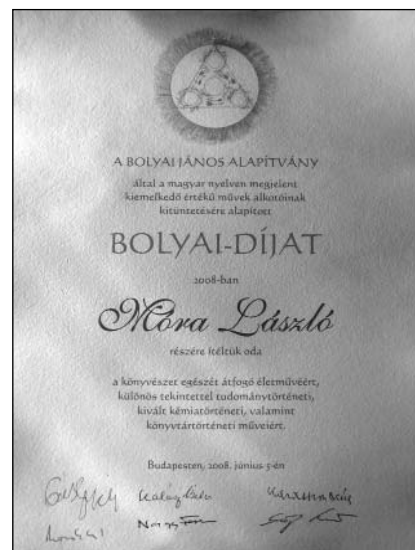
Egy díjat azonban nem tudott személyesen átadni: a 94. éves *Móra László* tudománytörténész már nem tudott személyesen jelen lenni az ünnepélyes eseményen. Ezért a díjat adományozó Alapítvány elnöke, *Nagy Ferenc* személyesen kereste fel *Móra Lászlót*, hogy egy baráti beszélgetés keretében adja át az értékes díjat.

Szép, emberi gondolat, hogy sem a tudománytörténészek és könyvtárosok szakmai köre, sem a társadalmi egyesület(ek) tagjai nem feledkeztek meg a tudománytörténet szép-korú nesztoráról, aki 2007-ben az MKE „Fabinyi Rudolf Emlékérmét” is megkapta a kémia történeti témakörben megjelent 20 (!) könyvéért és számos felfedező publikációjáért.

Amikor gratulálunk újabb kitüntetéséhez, az Úr áldását kérjük tartsa még sokáig közöttünk jó erőben, hogy mindannyiunk segítésére lehessen.

Tömpe Péter

A Bolyai-díjat hitelesítő oklevél



Szabó Zoltán Gábor, tanszékalapító (1908–1995)

2008. június 6-án az SZTE Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszéke és az MKE Csongrád Megyei Csoportja ünnepi ülést tartott *Szabó Zoltán Gábor*, a tanszék alapító professzora születésének 100. évfordulója alkalmából.

Kiss Tamás professzor, a tanszék jelenlegi vezetője és *Hannus István* professzor, az MKE CSMCS elnöke köszöntője után a Szabó Zoltán-tanterm népes közönsége előtt szegedi és budapesti akadémikus tanítványai emlékeztek a nagy tekintélyű, konzervatív, precíz, igazságszerető professzorra, akinek szakmai karrierjét nem befolyásolták politikai rendszerek.

Szabó Zoltán Gábor Debrecenben született és a természettudományok, különösen a kémia iránti érdeklődése már a debreceni Református Gimnáziumban töltött éve alatt megmutatkozott. A budapesti Pázmány Péter Tudományegyetemen szerzett diplomát, ahol elsősorban *Winkler Lajos* analitikai munkássága volt rá nagy hatással. Az egyetem befejezése után Szegedre került, ahol öt évig dolgozott elektrokémiai problémák megoldásán, amely témából doktoriját is szerezte Budapesten. Berlinben *Max Bodenstein* mellett megismerkedett a gázreakciók kinetikai kutatásának kísérleti



Szabó Zoltán Gábor

és elméleti módszereivel. 1940-ben jelentős fordulat következett életében. Észak-Erdély visszacsatolása után *Szily Kálmán*, a kolozsvári egyetem szervezésével megbízott államtitkár *Bodensteintől* kért véleményt, melynek alapján *Szabó Zoltán* a Szervetlen és Analitikai Kémiai Intézet vezetésére kapott felkérést, amit 1944-ig

végezhetett. Kolozsvárról Budapestre távozott, és egy rövid időszak után a Szegedi Tudományegyetem hívta meg, és az itteni Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék megszervezésére és vezetésére kapott megbízást. A sokrétű szegedi tevékenység országosan, majd nemzetközileg is elismerésre talált, és *Szabó Zoltán* többször kapott meghívást budapesti tanszékek vezetésére, de ezeket elhárította. 1964-ben azonban elfogadta a felkérést és 1979-ig az Eötvös Loránd Tudományegyetem Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszékét vezette.

A Szegedi Tudományegyetem Természettudományi Karának 1950/51-ben dékánja, a József Attila Tudományegyetemnek pedig 1964–67 között rektora volt. 1951-ben választották a Magyar Tudományos Akadémia levelező, 1964-ben pedig rendes tagjává. 1959-ben megszervezte a Kémiai Tudományok Osztályának első, és máig kiválóan működő munkabizottságát, a reakciókinetikai és katalízis munkabizottságát. Hosszú éveken keresztül volt elnöke a Fizikai és Szervetlen Kémiai Bizottságnak. Sokat tevékenykedett a tudományos minősítésben, mint a TMB plenumának tagja és sok értekezés igényes opponense. Munkásságát mind itthon, mind külföldön számos további elismeréssel illették.

Márta Ferenc akadémikus az aspiránsi felvételijéről, majd a kutatási téma kiválasztásáról beszélt. Szabó Zoltánt az eredeti téma hiábavalóságáról az elméleti számítások nem, csak három sikertelen kísérlet kudarca győzte meg. Így lett az aspiránsi és kandidátusi téma a propilaldehid termikus bomlásának vizsgálata. Ennek sikere akkor vált teljessé, mikor a honi katalízis életben Szabó Zoltán jó értelemben vett vetélytársa, Schay Géza, mint opponens is elismerően nyilatkozott az eredményekről. (A szerző, H. I. ezt az elismerést egyetemi hallgató korában tapasztalta, amikor a fizikai-kémiát Márta Ferencnél tanulta az Erdely-Grúz Tibor–Schay Géza könyvből, a „nagy zöldből”). A felsőbb évesek intenciói alapján még a lábjegyzetet is megtanultuk, különösen az alábbi „Újabban Márta Ferenc kimutatta, hogy a homológ propilaldehid termikus bomlása az általa vizsgált tartományban tisztán és egyértelműen 3/2 rendű.”)

Medzihradszky Kálmán akadémikus, az egyetlen nem szegedi, az ELTE kémiai tanszékcsoport vezetőjeként szerzett élményeiről számolt be. Ekkor Szabó Zoltán már nyugdíjasként költözött az ELTE új, lágymányosi épületébe. A hosszú beszélgetéseken felelevenítette kolozsvári élményeit, amelynek során a tölgyfa érlelésű pálinka elkészítési idejét lerövidítette. (Ezt a történetet hallva szegedi munkatársai összenéztek. Velük a „Főnök” nem osztotta meg sem pálinkafőző tudását, sem a pálinkáját.) Tölgyfából Raschig-gyűrűket (átmérőjükkel azonos magasságú, általában kerámiából készített hengerek, amelyek segítségével a gáz-folyadék érintkezési felületet szokás megnövelni a vegyipari műveletek során) készítettett, ezen csurgatta át a pálinkát, és a megnövelt érintkezési felülettel meggyorsította a tölgyfa anyagának alkoholos oldódását.

Görög Sándor akadémikus bemutatta indexének azt az oldalát, ahol kitűnő minősítésű 5-öst kapott Szabó professzortól és egyúttal meghívást, hogy külső externistaként (ma diákkörös) dolgozzon a tanszéken. A sors fintora, hogy az index egyetlen nem

5-ös jegyét, egy 2-est „Honvédelmi ismeretek”-ből kapta annak a *Lázár Barnának* az aláírásával, aki 1956 októberében Szegeden a Nemzetőrség és így a hozzájuk csatlakozó fiatal *Görög Sándor* parancsnoka lett. Előbbi börtönbüntetéssel, utóbbit az egyetemről történő elbocsátással „jutalmazták” ezért. Szabó Zoltánnak lehetett némi lelki ismeret-furdalása, hogy kiváló tanítványát nem tudta megvédeni, mert később mindig nagyon büszke volt rá, hogy a Richter gyógyszergyárban nulláról kezdve a gyógyszeranalitika területén eljutott az akadémikussáig.

Beck Mihály akadémikus tanítványi tisztelettel párhuzamot vont a 100 éve meghalt *Than Károly* és a 100 éve született Szabó Zoltán iskolateremtő munkássága között. A mai kémikusok jelentős része *Than* köpenyéből bújt elő, mert az 1860-ban (26 évesen) egyetemi tanárrá és akadémikussá lett *Than Károly* kezdte magyarul oktatni a kémiát. 14 tanítványa folytatta ezt professzorként, közülük *Winkler Lajos* volt Szabó Zoltán mestere. Beck Mihály szerint így a mostani visszaemlékező tanítványok *Than Károly* szellemi dedunokái. Szabó Zoltánnak is 13 tanítványa lett egyetemi tanár, akiknek a most oktató tanítványai (jelen írás szerzője is) büszkén vallhatják magukat „Szabó unokák”-nak, oktatva a dedunokákat, a jelenlegi hallgatókat.

Csányi László, a Szervetlen és Analitikai Kémiai Tanszék professor emeritusa is Szabó Zoltán legendás pontosságát, elvhűségét és igazságosságát emelte ki. 1947-ben került a jó vizsga eredményeként, elsőként a tanítványok közül, de a többiek által követett úton, externistaként a tanszékre. Hamarosan a gazdasági helyettes lett és 1967-ben, Szabó Zoltán végleges Budapestre távozása után ő lett tanszékvezető utóda. Munkájában a tőle tanult elveket igyekezett követni. Őrát lehetett igazítani hozzá, mondta minden tanítvány. Csányi László ezt azzal a történettel egészítette ki, hogy még pályakezdőként, váratlanul neki kellett megtartani egy előadást. Kis késéssel nyitotta az ajtót és hallotta, hogy az első sorban az egyik hallgató megjegyezte, biz-

tos nem Szabó prof. jön, mert már 5 másodperccel elmúlt egész.

Solymosi Frigyes akadémikus, a közel azonos korú tanítványok legfiatalabbja hátrányos helyzetű indulását mesélte el nagyon színesen, humorosan. Ennek oka az volt, hogy NB I-es futballistaként kellett megállnia a helyét az ötvenes években, amikor Magyarországon mindenki imádta a focit, kivéve két főnökét, Szabó Zoltánt és Csányi Lászlót. Mire a tanszékre került a fontosabb pozíciók (gazdasági felelős, könyvtáros) elfogytak, neki már csak a „hőmérőfelelős” tisztje maradt. Ezeket a pontos, a háború előtről származó, német, házi szóhasználatlaltal „fasiszta hőmérőket” pánccelszékrenyben tartották és csak évente egyszer, leltározáskor lehetett kézbe venni. Solymosinak így is sikerült az egyiket a nagy megtiszteltetés miatt eltörni, amiért prémiummegvonás járt. Visszaemlékezése szerint másodszor, stílszerűen szólva „akkor rúgta el a pöttyöst”, amikor egy május elseje előtti napon későig dolgozva elfelejtette elzárni a vízcsapot, és reggelre eláztatta a laborja alatt lévő Szabó lakást az ünnepre vásárolt tortával egyetemben. Később egy külföldi útból tartott élménybeszámolóban Szabó Zoltán elmesélte, hogy a magyar ifjúsági futballválogattal utazott egy repülőn, és szörnyen viselkedtek ezek a fiatalok. Egyre jobban beleélve magát a negatív élménybe, kivörösödött, és hirtelen megkérdezte: „Frigyes, te még mindig futballozol?”. A nemleges válasz hallatán lassan megnyugodott.

A tanítványok visszaemlékezéséből kiderült, hogy főnökük mindenkinek szerzett egy nyugati ösztöndíjat (azokban az időkben), de a tanszéken is „európai” tudományos színvonalban volt részük a neves külföldi vendégek előadásai és a nívós újságokban való publikálás révén. Képet kaptunk arról, hogy Szabó Zoltán egyénisége milyen meghatározó volt tanítványai számára, és rajtuk keresztül a jelenleg Szegeden és az ország más részein is kémiai oktatók, kutatók számára.

Hannus István
egy „Szabó Zoltán unoka”

Adonyi Zoltán 1926–2008

Adonyi Zoltán aranydiplomás vegyészmérnök, a kémiai tudomány doktora, c. egyetemi docens 2008. április 7-én, 82 éves korában elhunyt. Halálával kiemelkedő egyéniség, tudományos kutató, egyetemi oktató, közéleti személyiség távozott az élők sorából. Nemcsak a kémiai technológia szakterületen, hanem a kémiai tudományokkal kapcsolatban ismeretelméleti kérdésekkel is foglalkozott.

A BME Kémiai Technológia Tanszékén 1949-ben demonstrátor, 1950–52-ben tanársegéd. A Veszprémi Vegyipari Egyetemen 1953-ban adjunktus, 1954-ben az Országos Tervhivatal Műszaki Fejlesztési Főosztályán főmérnök, 1955-től 1989. évi nyugdíjazásáig a Kémiai Technológia Tanszéken tudományos tanácsadó, c. egyetemi docens.

Elismert oktató volt a vegyészmérnök-hallgatók és a BME több karán tanuló mérnökhallgató képzésében és továbbképzésében, Varga József akadémikus professzor és tanszékvezető utódainak irányításával. Kutatásai kiterjedtek töb-

bek között bányatermékek vegyi és építőanyag-ipari komplex feldolgozásának kimunkálására, a kőolajszármazékok termogravimetriás vizsgálatára. 130 előadás, 85 közlemény, 12 műgyetemi jegyzet, 6 alapszabadalom szerzője és társszerzője. Az MTA Analitikai Kémiai Bizottság és a nemzetközi Recycling Congress sorozat programbizottságának magyar tagja volt. Munkásságát, eredményeit számos kitüntetéssel, díjjal ismerték el.

Emlékét kegyelettel megőrizzük.

Szebenyi Imre

Ipari kiállítások a Budapesti Vásárcsopontban

Harmadik alkalommal rendezte május 27–30. között a HUNGEXPO Zrt. az Ipar Napjai kiállítását. A szakkiállítás-együttesben ezúttal az INDUSTRIA, az ELECTROSALON, a CHEMEXPO és a SECUREX mutatkozott be. A világ huszonegy országából összesen több mint hétszáz kiállító vett részt az ipar legnagyobb hazai üzleti fórumán. Az Ipar Napjait *Parragh László*, az MKIK elnöke nyitotta meg május 27-én délelőtt 11 órakor, a Budapesti Vásárcsopontban.

Három nagydíjat és két elismerő oklevelet kaptak az idei INDUSTRIA Nagydíj pályázatán induló cégek. A Nagydíjas termékek mellett számos újdonsággal jelentkezett az idei szakkiállítás, és külön standon mutatkoztak be az innováció hazai zászlóvivői, a K+F megvalósítható eredményeinek szemléltetésére. Az idei INDUSTRIÁN 380 cég vett részt. A Nemzetközi Ipari Kiállítás fő témaköréi az energetika, a pneumatika, a beszállítóipar és logisztika. A tematikához ebben az évben több előadás-sorozat kapcsolódott, melyek kiemelt témája az új energiapolitika, a megújuló energiaforrások, a szélenergia-hasznosítás, de szó volt a Budapesti Innovációs Fejlesztési Pólus Programról is.

A vegyipari és műanyagipari cégeket felvonultató CHEMEXPO-n az idén is rendkívül erős nemzetközi mezőny

mutatkozott be, 110 kiállítójának csaknem 30%-a külföldi. A kiállítás szakmai támogatói a Magyar Gumiipari Szövetség és a Magyar Műanyagipari Szövetség volt, de a kiállítás programjainak szervezésében a BME Polimertechnikai tanszéke is szerepet kapott, s az autóiparban alkalmazható műanyagok fröccsöntéséről rendezett szakmai délelőtti.

Az ipari szakkiállítás négy napra az ipar „négy égtájaról” gyűjtötte egybe a kereskedőket, gyártókat és forgalmazókat. A rendkívül széles, de ugyanakkor jól áttekinthető bemutató a legjelentősebb, a nemzetközi porondra lépéshez is kiváló kapcsolatteremtési lehetőség volt a látogatók számára is. Az IPAR NAPJAI az azonnali üzleti és beszerzési döntések kiváló helye és ideje.

Az INDUSTRIA pályázatán elismerő oklevelet kapott a BÁRCZY Környezetvédelmi Kft. Kompresszorkondenz olajkiszűrő berendezése.

A nagydíjas termék

A levegőkompresszorokban a légköri nedvesség a komprimálás során bekövetkező nyomás- és hőmérséklet-változás hatására lecsapódik. A kondenzvíz szennyeződik a kompresszor kenésére használt olajjal, ezért közvetlenül csatornába nem engedhető, a jogszabály veszélyes hulladéknak

minősíti, ártalmatlanításáról gondoskodni kell.

Az általunk kifejlesztett, szelektív szűrési elven működő kondenzvíz-olajkiszűrő berendezés használatával a kondenzvíz olajtartalmától megszabadítható, és csatornára bocsátható. Veszélyes hulladékként csak az olajjal szennyezett szűrőbetétet kell ártalmatlanítani, ami korábbiakhoz képest jelentős költségmegtakarítást jelent.

A kondenzvíz-olajkiszűrő berendezés két egymásra épített részből, egy hidrociklonból és egy víztisztító egységből áll. A ciklonban a lefűtött levegő-kondenzvíz keverék szétválik, a kísérő levegő szabadon eltávozik. A ciklonban összegyűlt kondenzvíz lefolyik az alatta lévő szűrőházba, ahol a speciális, olajszelektív szűrőrétegen átszivároga olajtartalmát, a szűrő anyagában hátrahagyva megtisztul, és csatornába bocsátható.

A berendezés működtetésének energiaigénye nincs, rajta a víz gravitációsan áramlik át. Kezelést nem, csak időnkénti ellenőrzést igényel. Vízelvezető képessége 50 liter/óra. A szűrőbetét élettartama az olajterhelés függvénye, a betét 10 kg olajat képest megkötni. Telítődése esetén a szűrőbetét cserélendő, a telítődött szűrőbetét ártalmatlanítása energiahasznosítás mellett, égetéssel történhet.

A berendezés KÖRNYEZETBARÁT TERMÉK minősítéssel rendelkezik.

Kiss Tamás

MAVESZ Közgyűlés – 2008

A Magyar Vegyipari Szövetség május 23-án tartotta az évi közgyűlését Budapesten.

A közgyűlés újabb egyéves időszakra *Olvasó Árpádot*, a TVK Nyrt. vezérigazgatóját választotta meg a szövetség elnökének. Alelnöki megbízást kapott a közgyűléstől *Blazsek István*, a Nitrogénművek Zrt. vezérigazgatója, *Horváth Sándor*, a ZOLTEK Zrt. ügyvezető vezérigazgatója és *Szentmiklóssy László*, a BorsodChem igazgatója.

Olvasó Árpád, a MAVESZ elnöke a szövetség közgyűlési beszámolójában hangsúlyozta, hogy 2007-ben a vegyipar

főbb mutatói – az általános tendenciától eltérően kedvezőbben alakultak az előző évihez képest. A vegyipari termelés 5,1 százalékkal bővült, folyó áron mért értéke megközelítette a 3400 milliárd forintot. Az ágazat növekedése ugyanakkor elmaradt az ipar átlagától (8,1%), ezért a szektor gazdasági súlya kismértékben csökkent. A vegyipari termékek 48 százalékát külföldön értékesítették. Miután a belföldi értékesítés az év során 0,6%-kal csökkent, ugyanakkor az export több mint 10%-kal nőtt, 2007-ben egyértelműen exportvezérelt volt a hazai vegyipar növekedése.

A MAVESZ munkájáról szólva az elnök rámutatott: a szövetség keret és eszköz az ipar közös érdekeinek megfogalmazásához, képviseléséhez és érvényesítéséhez. 2007-ben a szövetség legfontosabb feladata a REACH követelmények részletes megismertetése, az ipar felkészülésének támogatása volt, amit a MAVESZ teljesített.

Végül 2008-ról szólva kifejtette, hogy a szövetség változatlan prioritások mentén fogja végezni tevékenységét, s ennek megfelelően határozottan fogja képviselni a tagvállalatok közös érdekeit a jogalkotási folyamatokban, illetőleg az ipar és a hatóságok közötti kapcsolatokban.

Zékány András

MAVESZ vélemény az EU Bizottság új ETS-javaslatairól

Az Európai Bizottság biztosítani akarja a klímaváltozás elleni küzdelem jegyében tett vállalásait, ezért módosítani akarja az üvegházhatást okozó gázok kibocsá-

tási egységeinek kereskedelméről szóló irányelvét (ETS). A módosítási javaslatok a 2013–2020 közötti időszakra vonatkozóan határozzák meg a szabályokat.

A MAVESZ érintett tagvállalatai megvitatták a tervezetet, és elkészült a vegyipari vélemény, amit eljuttatunk a hazai és a közösségi szintű döntést hozókhoz. A vegyipari álláspont fontosabb megállapításai, javaslatjai:

A vegyipar erősen érintett a módosítás által

A vegyipar az elmúlt évtizedekben rendkívüli erőfeszítéseket tett energiahatékonyságának növelése érdekében, de jellegénél fogva továbbra is komoly energiafelhasználó. EU-szinten az összes energiafelhasználás 12%-a (az ipari energiafogyasztás egyharmada) a vegyiparhoz kötődik. Magyarországon a vegyi anyag- és termékgyártás az összes energiafelhasználás 10,3%-át adja. Ez az ipari felhasználás 28,3%-a.

Az EU feldolgozó ipara által kibocsátott CO₂ mennyiségének 16%-a vegyipari eredetű. Magyarországon – a 2006. évi adatok szerint – a vegyipari CO₂-kibocsátás az ország összes kibocsátásának mindössze 2,5%-a.

Az EU vegyipar ÜHG-kibocsátását az utóbbi 10 évben 6%-kal csökkentette. A magyar vegyipar pl. 2005 és 2006 közötti CO₂-kibocsátása kb. 2%-kal csökkent.

Az EU vegyipari vállalkozásainak többsége (több mint 20 000) kis- és közepes vállalkozás, melyeknek ÜHG-kibocsátása viszonylag alacsony. A hazai helyzetre ez fokozottan érvényes.

A vegyipar kulcsfontosságú szereplője a klímaváltozás elleni küzdelemnek. Részt vesz azoknak a megoldásoknak a kialakításában, melyek biztosítják a társadalom különböző szektoraiban a hatékonyabb energiafelhasználást, az energiamegtakarítást.

Az emissziót csökkentő technológiák megvalósíthatóságát és költségeit is figyelembe kell venni a kibocsátáscsökkentés forrásának és a kvóták elosztási módszerének meghatározásakor. A leggazdaságosabb emissziócsökkentési lehetőségek az ETS hatályán kívül eső szektorokban (épületek, háztartás stb.)

vannak, és ez függ a vegyipar által előállított termékektől.

A vegyipari termékek kereskedelme globális, és kemény nemzetközi versenyben kell helytállniuk. A versenyképességet nem lenne szabad lerombolni.

A vegyipar számára alapvető problémák és megoldások:

- Versenyhátrány az ETS-többlet költségei miatt. A vegyipar energia intenzív ágazat, így exportált ágazatként szükséges kezelni. Ezen ágazatok kijelölésére tervezett 2011-es határidő túl késői. Az ingyenes allokációt biztosító exportált státusz meghatározását javasoljuk 2008–2009-ben, az ETS irányelv módosításának elfogadásával egy időben befejezni. Ez megakadályozhatja a technológiák kitelepítését és a CO₂-kibocsátás növekedését globális szinten.
- Hosszabb távú kiszámíthatóságra van szükség (3 évenkénti felülvizsgálat nem támogatható).
- Az ingyenes kiosztást mindaddig fenn kell tartani, amíg globálisan nem vezethetők be azonos szabályok és CO₂-díjak. Az egyoldalú lépések nem garantálják az üvegházhatású gázok globális szintű kibocsátásának csökkentését, és súlyosan veszélyeztetik az európai, benne a magyar ipar – különösen az energia intenzív szektorok – versenyképességét. Már 2013-ban, amikor a kibocsátási egységek 20%-át kellene aukción beszerezni, az árbevételnek akár 3,3 – 5,5%-át is kitehethetné az ETS-többletköltsége egy erősen érintett magyar vegyipari cégnél. (25 illetve 50 €/t CO₂ aukciós árral számolva). 2020-ban, a teljes mennyiség aukció útján történő beszerzése esetén pedig az ETS-költsége az árbevételnek akár 10-20%-át is elérné az aukciós ártól füg-

gően. Ilyen költségek mellett képtelenség lenne a versenyképesség megőrzése.

- A rendelet hatályát a nagy kibocsátókra (>50kt/év) kellene korlátozni. Számítások szerint ezzel EU-szinten a berendezések 75%-a kikerülne a rendelet hatálya alól, miközben a kibocsátás 95%-a az ETS által ellenőrzött maradna.
- Az üvegházhatású gázkibocsátás meghatározó hányadát (Magyarországon 77%-át) a CO₂ adja, ezért a költséghatékonyág érdekében javasoljuk, hogy az emissziókereskedelem továbbra is csak a CO₂-re terjedjen ki.
- Az energiaipar számára árverés útján elérhető kibocsátási egységek akár 20-30%-os áremelést is okozhatnak. Ez a nagy energiaigényű vegyipari létesítmények versenyképességét romba döntené, ezért ezen ágazatok szükségleteit kielégítő energia előállításához szintén ingyenesen kellene kvótát biztosítani.
- Azoknál az ágazatoknál, melyek már korábban az ETS irányelv hatálya alá tartoztak a bázisév 2005. A tervezett bővítéssel az irányelv hatálya alá újonnan bevonandó ágazatok, köztük a vegyipar, bázisévét későbbi évben (pl. 2020) kell meghatározni, hogy a hiteles mérések rendelkezésünkre álljanak, és az elmúlt évek fejlesztéseit is figyelembe lehessen venni.
- A jelenlegi eljárás túlzottan komplikált. Működőképes rendszerre van szükség ahhoz, hogy a versenyképesség és a gyártás EU-ban tartása megőrizhető legyen.
- Rugalmasság szükséges, pl. JI/CDM (Együttes végrehajtás/Tiszta fejlesztési mechanizmus).

A BAT szerinti teljesítményszinthez kötött (bencsmárk alapú) ingyenes kiosztás jobban szolgálja a belső piac egységét, mint az árverés útján történő értékesítés.

Zékány András

Új üzem a Teva Gyógyszergyár zRt-nél

A Teva Gyógyszergyár zRt. debreceni telephelyén 2008. április 10-én átadták a legmagasabb európai szabványoknak megfelelő „High Containment” üzem épületét az épületrekonstrukciós munkák befejeztével. A gépek beszerelése, üzembe helyezése és a beruházás teljes átadása 2009 első negyedévében várható.

A „High Containment” fogalom egy fokozottan zárt üzemet takar, ahol erős hatású készítményeket gyártanak majd az európai normák teljes betartása mellett. A Teva a nemzetközi elvárásoknak megfelelően, 2006 szeptemberében döntött a zárt rend-

szerű üzem kialakításáról, amely egyaránt szolgálja a dolgozók és a környezet védelmét is. Ezt követően döntöttek arról is, hogy az új gyártóegységet Debrecenben alakítják ki, hiszen ott rendelkezésre áll egy korábban gyártási célokra épített, használaton kívüli üzem. A kivitelezési munkálatok 2007 júliusában kezdődtek.



A Teva Gyógyszergyár új debreceni üzemcsarnoka

A most átalakított épület 1974-ben épült. Előbb injekciós készítményeket gyártottak ott, majd a későbbiekben dedikált antibiotikum üzem lett, ahol penicillintermékeket készítettek egészen 2003-ig, amikor is az egész gyárban megszűnt a penicillintartalmú készítmények gyártása a keresztszenyveződés elkerülése érdekében.

Az új létesítményben egy teljes emelet a Generikus Kutatás-Fejlesztési Igazgatóság

céljait szolgálja majd azáltal, hogy ott kapnak helyet a kísérleti sarzsok gyártására alkalmas üzemrészek is.

A beruházást a Teva részben egy közel 460 millió forintos európai uniós támogatásból valósítja meg. A támogatás elnyerésekor fontos követelmény volt, hogy a beruházás egyaránt szolgálja a regionális fejlesztési célokat és egy európai színvonalú gyártóüzem kialakítását.

A beruházás eddigi főbb elemeit, mint az építészeti, épületgépészeti és tisztatéri falak kialakításának munkálatait helyi vállalkozások végezték.

A TDK 3 (Tabletta-Drazsé-Kapszula) névre keresztelt üzemből 59 munkatárs dolgozik majd.

Zékány András

RAJZPÁLYÁZATI KIÍRÁS

A Magyar Kémikusok Egyesülete Intézőbizottsága rajzpályázatot hirdet 2008-ban az alábbi címen az iskolai 10-16 éves korosztály számára:

„Hol találkoztam a kémiával és miért vonzó számomra?”

A pályázat célja

A kémia iránti érdeklődés felkeltése, a kémia és a vegyipar hasznosságának felismertetése az általános és középiskolai korosztály körében. Egy ilyen játékosan vizuális forma is segíthet a fiatalok, hosszabb távon az emberek kémiával kapcsolatos társadalmi képének pozitív irányú formálásában.

Pályamű és pályázó

Rajzolt, festett A4 méretű képi alkotás a rajzpályázat címében megjelölt témakörben. Pályázni a 10-16 éves iskolai korosztályból lehet. Egy pályázó több, legfeljebb 3 alkotással pályázhat.

A pályázatok beküldése

A pályamunkák elkészíthetők és beküldhetők papíron, Magyar Kémikusok Egyesülete címre (1027 Budapest, Fő utca 68), vagy e-mail csatolt fájlként a mail@mke.org.hu címre.

Beküldési határidő: 2008. október 31.

A pályázatok elbírálása

- A beérkező pályaműveket öttagú, oktatási-vegyipari-tanulói körből összeállított zsűri értékeli, de lehetőség lesz közönségszavazat alapján is a díjazottak közé kerülni.
- A pályaművek 2008. november 5–25. között láthatók lesznek az MKE honlapján www.mke.org.hu, és ezen időszak alatt lehet a közönségszavazatokat leadni.
- A legjobb 12 pályaművet díjazzuk, 10 pályaművet a zsűri döntése és további 2 pályaművet a közönségszavazatok alapján.
- Elbírálási határidő: 2008. november 30.

Díjazás

- A díjazott pályaművek oklevelet kapnak és 5 000 Ft értékű könyvutalványban részesülnek.
- A díjazott pályaművek megjelennek a Magyar Kémikusok Lapjában és/vagy a KÖKÉL-ben.

Magyar Kémikusok Egyesülete

Közös célok

Az MKE Richter Gedeon Munkahelyi csoportjának üléséről

Megóvni a régi értékeket, s közben a megváltozott igényekhez és körülményekhez igazodva újakat teremteni: egy szervezet számára talán ez a legnagyobb kihívás. Ezzel néz szembe a Magyar Kémikusok Egyesülete (MKE) – és annak Richter Munkahelyi Csoportja is –, hiszen nagy hagyományokkal rendelkező szervezetként kell a kor elvárásainak megfelelnie. Az országos egyesület és gyári tagozata újonnan megválasztott vezetősége egyaránt komoly energiákat mozgat meg az egyesület céljainak és eszközeinek újradefiniálása érdekében. A május 22-én, a Richterben megtartott előadói ülés bizonyította, hogy szándékban, elkötelezettségben és „teremtő erőben” nincs hiány sem az országos, sem helyi szinten.

Az ülést *iffi. Szántay Csaba*, az MKE Richter Munkahelyi Csoportja elnöke nyitotta meg. Rövid köszöntőjében elmondta: a tavalyi év végi, két külsős előadót felvonnultató „beavató” összejövetelt követően ez az első richteres kollégák által tartott előadói ülés, amelyet a megújult vezetőség szervezett a megszokottakhoz képest eltérő szemlélet jegyében. Eszerint a szokásosan eredménycentrikus, és a szűkebb szakmai közönségnek szánt prezentációk helyett inkább tutoriális hangvételű, az előadó személyes ismereteinek, tapasztalatainak, nézeteinek átadására jobban fókuszáló előadásokra számíthat a közönség.

Az MKE Richter Munkahelyi Csoportja nem csupán helyi szinten kíván a kémikusok közösségének hasznára lenni: a Csoport hidat képez az országos MKE felé, ami pedig az egyik legfontosabb médium. Segítségével a Richter érvényre juttathatja elkötelezettségét, hogy „nemcsak” mint gyógyszergyár, hanem egyúttal mint a hazai kémiai élet aktív szereplője jelenjen meg – emelte ki *iffi. Szántay Csaba*. Örömet fejezte ki, hogy *Mátyus Péter* professzor, az MKE elnöke jelenlétével tisztelte meg az eseményt, majd átadta neki a szót.

Mátyus Péter hangsúlyozta annak a szoros együttműködésnek a jelentőségét, amely a Richter munkahelyi csoport és az országos egyesület között működik. Mint



Az ülés résztvevőinek egy csoportja

mondta, céljaik legtöbb tekintetben azonosak. Példának említette a kémia társadalmi megítélésének ügyét, amely megerősítése, javítása első számú feladat. Az egy éve megválasztott új országos MKE-vezetés kezdeményezésére egyre több fórumon és sajtóorgánumban hívják fel a figyelmet a kémia ügyére, és harcolnak a téves és káros sztereotípiák ellen.

Ehhez a témához szorosan kapcsolódik a természettudományos oktatás ügye is, hiszen a negatív társadalmi megítélés kihat a fiatalok érdeklődésére, tárgyszeretetére és a hallgatók mennyiségére is. A kémikusok egyesületének egyik ezzel kapcsolatos sikere, hogy többek között oktatási bizottságuk közbenjárására körvonalazódni látszik az a törvényi változtatás, amelynek eredményeképpen a jövőben egy természettudományos tantárgyat is kötelező lesz választani az érettségi vizsgán.

A jövő megfelelő minőségű és mennyiségű szakember-utánpótlása a Richter számára is kiemelten fontos, ezért az érdeklődés felkeltése a kémia iránt, újabb közös cél a helyi és az országos szervezet életében – szögezte le *Mátyus* professzor. Elmondta, hogy újfajta rendezvényekkel, programokkal kell a fiatalok érdeklődését a kémiára irányítani, amelyeken lehetőleg a jövőbeli munkaadók is képviseltetik magukat. A jövőre vonatkozóan elmondta: 2011 a kémia éve lesz, amelyre az egyesület az MTA szakembereivel együttműködve tervez nagyszabású kampányt.

Köszöntőjének zárásaként *Mátyus Péter* remekül működő szervezetnek nevezte a richteres MKE-csoportot, és buzdította a tagokat, hogy ötleteikkel, elképzeléseikkel segítsék az országos egyesület munkáját.

Az ülés szakmai programja a dorogi telephely, valamint az újonnan létrehozott Biotechnológiai osztály bemutatására fókuszált oly módon, hogy az előadásokat mindkét területről egy tapasztaltabb, valamint egy fiatalabb munkatárs tartsa meg.

Elsőként *Szilágyi Gabriella*, a Richter Dorogi Fióktelepének főmérnöke tartotta meg „A dorogi fióktelep általános bemutatója” című előadását. A gyáregységről szóló film megtekintése után fotókkal illusztrált történelmi áttekintés és a jelen állapot bemutatása következett. A jelenlévők közül sokan eddig nem is tudott információkkal gazdagodtak „saját munkahelyükről”.

Másodikként a szintén dorogi *Novák Csaba* tartotta meg „Szennyvízkezelés, környezetvédelem” című előadását. Ismertette a fióktelepen működő szennyvíz- és egyéb károsanyag-kezelő és -megfigyelő rendszerek működését és hatékonyságát.

Ballagi András, a Richter Biotechnológiai osztályának vezetője „Gyógyszeripari biotechnológia madártávlatból” című előadásában megkapóan izgalmas, és a hallgatóság számára alig ismert információkkal szolgált: fotókkal gazdagon illusztrált prezentációjában többek között a biotechnológia területének jelentőségével, a speciális technikai feltételekkel és eszközökkel ismertette meg a hallgatóságot.

A szakmai előadók sorát *Bardóczy Viola* zárta, aki a rekombináns fehérjék bioanalitikai vizsgálatainak lehetőségeiről tartott kiváló, a hallgatóság ismereteinek gyarapítását szolgáló módszertani összefoglaló előadást.

Chladek István

PERMEA '07 Konferencia (Siófok, 2007. szeptember 2–6.)

A harmadik alkalommal megrendezésre került PERMEA nevet viselő Membrán Tudományos és Technológia Konferenciának Szlovákia (Tatranske Matliare) és Lengyelország (Polanica Zdroj) után idén Magyarország (Siófok) adott otthont. A Visegrádi Országok (Cseh Köztársaság, Lengyelország, Magyarország és Szlovákia) által alapított nemzetközi konferenciasorozat célja, hogy alkalmat biztosítson a világ különböző országaiból érkező membráneljárásokkal foglalkozó szakemberek számára ismereteik átadására, munkájuk eredményeinek bemutatására, valamint ötleteik megvitatására. A szervezésben a Magyar Kémikusok Egyesülete és a Corvinus Egyetem mellett a Pannon Egyetem is oroszlánrészt vállalt.

A konferenciára bejelentett 4 plenáris és 90 szekció-előadás, valamint a 153 poszter az alábbi témakörök között oszlott meg:

- Víz- és szennyvízkezelés
- Membrán- és bioreaktorok
- Ionszelektív membránok
- Membránkontaktorok
- Gáz- és VOC-elválasztás
- Újszerű membránok
- Transzportfolyamatok és membráneltömődés
- Elektromembrán eljárások
- Hibrid eljárások
- Élelmiszer-ipari alkalmazások
- Orvostudományi alkalmazások

A sok érdekesnek ígérkező előadást angol nyelven reggeltől estig két párhuzamos szekcióban hallgathatták meg az érdeklődők. A 15 perces előadásokat 5 perces diszkusszió követte. A magyar résztvevők 10 előadással és 20 poszterrel szerepeltek.

A trombitaszóval tarkított hétfő reggeli nyitóünnepségen a Szervező Bizottság (Békássyné Molnár E., Bélafiné Bakó K., Bleha, M., Bodzek, M., Schlosser, S.) beszéde és köszöntője hangzott el. Ezt követte Robert Field „Fundamentals and models: limiting, critical and sustainable flux” című plenáris előadása. A magyarok közül Nagy Endre (Veszprém) tartott előadást hétfőn délelőtt a transzportfolyamatokkal és membráneltömődéssel foglalkozó szekcióban, ill. hétfő délután Búcsú Dénes (Veszprém) a biohidrogén kinyerése és membrános szeparációja, dúsítása témaköréről, Cséfalvay Edit (Budapest) a réz membrános visszanyeréséről számolt

be. Kedd délelőtt Kiss Katalin (Veszprém) a mezőgazdasági hulladékokban található pektin membrán bioreaktorban történő enzim hidrolíziséről, Lovász Anett (Budapest) a pervaporáció modellezéséről tartott előadást. Szerdán Bánvölgyi Szilvia, Kozák Áron és Vatai Gyula (Budapest) mutatta be előadásában a gyümölcslevek feldolgozásánál, koncentráálásánál kapott eredményeket.

A négynapos konferencián meglehetősen sok színvonalas és érdekes előadást hallhattunk, amik nem csak tudományos, de sokszor gazdasági és környezetvédelmi szempontból is igyekeztek megfogalmazni a membránok alkalmazásának növekvő fontosságát. Talán, nem kevesen voltunk, akiket kisebbfajta meglepetésként ért, hogy a szennyvíztisztítástól a levegőtisztaság védelmen át az élelmiszeriparig szinte az élet minden területén használnak, illetve használnak készülnek membránokat.

A hétfő és kedd esti poszterszekciókban szintén viszonylag nagy létszámban szerepeltek a magyar fiatalok, különböző témakörökben. A szekcióelnöki teendőkből is több magyar membrános szakember kivette a részét: Hodúr Cecília az Új membránok I., Vatai Gyula a Víz-/Szennyvízkezelés I., Mizsey Péter a Pervaporáció, Békássyné Molnár Erika az Élelmiszer-ipari, Nagy Endre az Új membránok II és Bélafiné Bakó Katalin a Gázszeparáció II szekció elnöki tisztét töltötte be.

A rendezvényt nemcsak a kedd esti borkóstolással egybekötött vacsora és a szerda délutáni hajókirándulást követő középkori lovagi játékokkal színesített sümegi lakoma tette izgalmassá, hanem az a tény

is, hogy a konferencia egyúttal verseny is volt, így a fiatal résztvevők teljesítményét több tagból álló pontozóbizottság kísérte figyelemmel.

A csütörtök délelőtti záróünnepségen zajlott le a díjátadás is, ahol az öt legjobb posztert bemutató és az öt legjobb előadást tartó fiatal kutató munkáját értékelték elismerő szavakkal és pénzjutalommal (melyet az EMS ajánlott fel). A nyertesek névsora: Bánvölgyi Szilvia (Magyarország), Blahusiak Marek (Szlovákia), Dziarkowska Katarzyna (Lengyelország), Fehér Erika (Magyarország), Koren Oshrat (Izrael), Krull Florian (Németország), Peter Jakub (Cseh Köztársaság), Szewczykowsky Piotr (Dánia), Varol Cihangir (Törökország), és Volkov Alexey (Oroszország).

Küldődíjat és könyvjutalmat érdemelt ki továbbá az Ausztriában dolgozó magyar Kovács Zoltán, valamint a Budapesti Corvinus Egyetemről Kozák Áron.

Utózóngék: a konferencián készült fotókból megtekinthető egy válogatás a honlapon:

www.permea07.mke.org.hu.

Az Európai Membrán Szövetség (EMS) januári vezetőségi ülésén nagy elismeréssel nyilatkoztak a 2007-es PERMEA konferenciáról, s a rendezvény sikere – úgy tűnik – meggyőzte a korábbi szkeptikusokat a konferenciasorozat magas színvonaláról, s arról, hogy a PERMEA bekerült az EMS által támogatott nemzetközi membrános kongresszusok (ICOM, EuroMembrane) közé. Ez a Közép-Európában folyó (Visegrádi országok) membrános kutatások magas színvonalának egyértelmű elismerése.

Bélafiné Bakó Katalin



A nyertes fiatal kutatók

Sikeresen szerepeltek diákjaink a 9. Grand Prix Chimique vegyésztechnikai diákolimpián (Zágráb, 2007. augusztus 25–30.)

2008. február 19-én a Szociális és Munkaügyi Minisztérium Tükörtermében *Székelty Judit* foglalkoztatási és képzési szakállamtitkár átadta *Lamperth Mónika* miniszterasszony elismerő oklevelét *Fandel Richárd*nak a Petrik Lajos Két Tanítási Nyelvű Vegyipari, Környezetvédelmi és Informatikai Szakközépiskola volt diákjának. *Fandel Richárd* – aki ma az ELTE kémia BSc szakos hallgatója – a 2007. évi, Zágrábban megrendezett Grand Prix Chimique (GPCh) nemzetközi diákolimpián bronzérmet szerzett. Elismerést kapott tanára, *Fogarasi József* is.

A GPCh versenyt kétvétenként rendezik meg a vegyipari középfokú laboránsi vagy technikai képzésben résztvevő diákok számára. A versenyre előzetes nemzeti válogatók alapján lehet kijutni, így már a részvétel joga is rangot jelent. A GPCh-en Magyarország a kezdettől fogva részt vesz, nálunk az Országos Szakmai Tanulmányi Verseny (OSZTV) gyakorlati feladatainak való eredményes munka alapján jutnak a diákok a csapatba. 2007-ben mintegy 150 diák közül került ki a legjobb három magyar versenyző: *Fandel Richard* a Petrik Lajos Vegyipari Szakközépiskola (Budapest), *Kathi András* az Erdey-Grúz Tibor Vegyipari Szakközépiskola (Debrecen) és *Szabó Tamás* a Petrik Lajos VSzKI tanulója. A diákok eredményes felkészülése a szakképző iskolák tanárainak szakmailag korrekt és áldozatos munkájának köszönhető. Az OSZTV eredményei alapján kiválasztott legjobb tanulóknak az ELTE Kémiai Intézetében *Szabó Dénes* docens rövid preparatív kémiai felkészítést tartott, mert az iskolákban ilyen munkára sajnos kevesebb a lehetőség.

A 9. GPCh-et a Vladimir Prelog Science School (Zágráb, Horvátország)

rendezte. A nemzetközi bizottság elnöke *Prof. Alfred Mathis* (Franciaország), a verseny szakmai felügyeletet *Nenad Jundaš* a zágrábi egyetem docense, a zsűri elnöke látta el. A versenyen Ausztria, Cseh Köztársaság, Dánia, Franciaország, Horvátország, Magyarország, Montenegró, Németország, Szerbia, Szlovákia és Szlovénia vett részt. A magyar csapatot *Riedel Miklós* (ELTE), a nemzetközi zsűri tagja és *Fogarasi József* (Petrik L. VSzKI) kísérték.

A verseny két teljes napi laboratóriumi munkát jelentett. A megelőző estén a résztvevők megtekinthették az előkészített eszközöket, és kérdéseket tehettek fel azok használatára vonatkozóan, persze anélkül, hogy a másnapi feladat ismert lett volna számukra. A feladatokat a verseny előtti estén a kísérők megkapták, akik azt éjjel lefordíthatták angolból a versenyzők nyelvére. Négy versenyzőt két zsűritag figyelt és pontozott egész nap, sőt a zsűri esetenként kérdéseket intézett a versenyzőkhöz.

Az aranyérmet *Nina Lang* német diák nyerte. *Fandel Richárd* bronzérmet szerzett, és a másik két diákunk is jól megállta a helyét: *Kathi András* egy ponttal maradt le az érmes helyezéstől, *Szabó Tamás* a középmezőnyben végzett.

A GPCh alapvetően gyakorlatra épülő verseny, a kémiai laboratóriumi munka kerül megméréstetésre. A versenyzőknek többnapos munka keretében klasszikus és műszeres analitikai továbbá szerves preparatív feladatokat kell megoldaniuk napi 9-9 órai munkával.

A 9. GPCh-en a szerves **preparatív munka** első részében nátrium-pentán-2,4-dionát előállítás volt a cél pentán-2,4-dion-ból

A második lépésben ebből *bisz*(pentán-2,4-dionáto)-réz(II)-t kellett előállítani

Végül a harmadik részfeladatban a termék viselkedését kellett tanulmányozni két, nemkötő elektrónpárt is tartalmazó vegyülettel (4,4'-bipiridinnel és nikotinamiddal) különböző hőmérsékleteken

Az *analitikai feladat* lényege egy komplexometriás titrálás volt. Mivel Cd(II)-ionok mellett a cink(II)-ionokat komplexometriás titrálással nem lehet



Fandel Richárd az analitikai munka közben

meghatározni, ezért a titrálás előtt a Zn(II)- és a Cd(II)-ionokat el kellett választani iononkromatográfiával. Az elválasztás álló fázisa egy ioncserélő gyanta klorid formában, amelyhez a cink(II)-ionok és a Cd(II)-ionok anionos klorokomplekként kötődnek. Az ioncserélő gyantáról a cink(II)-ionokat NaCl-ot tartalmazó NaOH-oldattal kellett lemosni. Eközben a Cd(II)-ionok az ioncserélőn megkötve maradnak. Ezután a Cd(II)-ionokat vizes salétromsavoldattal eluálták, majd az így különválasztott cink(II)-ionok és a Cd(II)-ionok mennyiségét komplexometriás eljárással határozták meg.

A verseny szakmai részén túl kellems emlékek marad mindenki számára a város keresztül-kasul bejáró nosztalgia villamos-sal tett városnézés és az autóbusszos kirándulást a Krk-szigetre, ahol az augusztus végi melegben még egy rövid fürdésre is alkalom adódott Adriában. Megtisztelve éreztük magunkat, hogy fogadást adtak tiszteletünkre a városházán, és a verseny megnyitóján megjelent a kulturális minisztérium képviselője is.

A GPCh versenysorozata 1991-ben Németországban indult. Talán van némi szimbolikus jelentősége annak, hogy 2008-ban ismét Németországban találkozhatunk a 10. Grand Prix Chimique-en, ahol reményeink szerint további magyar sikereknek örövendhetünk. További információk és a korábbi évek összes feladata megtalálható a verseny hivatalos honlapján (www.gcph.hu).

A magyar csapat kiutazását az ELTE Kémiai Intézete, a Magyar Vegyészeti Múzeum Alapítványi Múzeum, a Richter Vegyészeti Gyár és a VDSz Vegyész Alapítványa támogatta.

Riedel Miklós (ELTE) és *Fogarasi József* (Petrik Lajos VSzKI)



A magyar csapat az eredményhirdetés után:
(balról jobbra) *Fogarasi József*, *Kathi András*, *Szabó Tamás*,
Fandel Richárd, *Riedel Miklós*

Beszámoló a 43. Komplexkémiái Kollokviumról

A koordinációs kémia és társtudományainak hazai konferenciája ez évben Siófokon, május 28–30. között került megrendezésre az MKE Komplexkémiái szakcsoportjának és az MTA Koordinációs Kémiai Munkabizottságának rendezvényeként. A konferencia félszáz résztvevője harminc előadást hallgathatott meg. Néhány kivételtől eltekintve, az összes ilyen területen dolgozó hazai kutatócsoport képviseltette magát, így a tematika a szélesebb értelemben vett koordinációs kémia majd minden területét érintette. Az előadások között domináltak a bioszervetlen kémiai tárgyak, melyek főként fémtartalmú oxidázok és hidrolázok funkcionális modelljeivel és különböző biológiai (mak-

ro)ligandumok fémkomplexeivel foglalkoztak. De hallhattunk a Ru(II)-komplexeik homogén katalitikus alkalmazásairól, és MRI kontrasztanyagként használható lantanoida(II)-komplexeiről is. Sőt egy-egy előadás erejéig betekintést nyerhettünk a ciklodextrinek, a fém-fém kötést tartalmazó vegyületek a reakciókinetika, a fotokémia, a szerves szintézisek és az aerogélek világába is. Az előadásokat, a sokéves hagyománynak megfelelően, élénk szakmai vita követte. A konferenciát 'nemzetközivé emelte' a Szlovák Műszaki Egyetem két professzorának részvétele és előadása.

Az előadások után jólesett megmártózni a Balatonban, esténként most sem

maradtak el a kötetlen baráti és szakmai beszélgetések.

Kiss Tamás, az MKE Műszaki-Tudományos Bizottságának elnökeként megvitatásra ajánlotta az MKE Fizikai-Kémiai Szakosztályának újjáalakítását Szervetlen és Fizikai-Kémiai Szakosztály néven. A jelenlévők többsége azonban úgy vélte, kevés sikerrel járna egy mára már elsorvadt szakosztály újjáélesztése. Ugyanakkor mindenki egyetértett azzal, hogy a jelenleg is jól működő Komplexkémiái szakcsoport fogadja magába a szervetlen és fizikai-kémiai területén dolgozó, és az MKE egyesületi élete iránt érdeklődőket. Ez természetesen a Komplexkémiái szakcsoport érdeklődési körének tágítását jelentené, amit mindenki szívesen fogadna.

Gajda Tamás

MKE HÍREK

Emlékeztető a 2008. június 23-án megtartott GB-ülésről

Jelen vannak: *Androsits Beáta, Banai Endre, Bognár János, Kiss Tamás, Kovács Attila, Mátyus Péter*

A rendkívüli GB-ülés napirendjén a Magyar Kémikusok Lapja megújításával kapcsolatosan a költségvetést érintő gazdasági kérdések megtárgyalása szerepelt.

Bognár János bevezetőjében összefoglalta az ülést megelőző legfontosabb momentumokat, majd átadta a szót Kiss Tamás felelős szerkesztőnek. Kiss Tamás elmondta, hogy a lap szerkesztési feladatainak irányítását akkor tudja vállalni, ha a teljes nyomdai előkészítést egy profi műszaki csapatnak át tudja adni. Elmondta, hogy komplett ajánlatot csak egy cégtől kapott, rajtuk kívül még tájékoztató jelleggel a jelenlegi nyomdai vállalkozón kívül két nyomda adatait lehet összehasonlítani. A komplett ajánlat a műszaki szerkesztésre a korrektúráról a tördelésen át a folyóirat színes nyomásáig és csomagolásáig jelentős, mintegy 30-40%-os költségnövekedést mutat a tervezett ráfordítási költségekhez képest. Ez azonban egy korszerűbb, esztétikusabb kivitellel párosulna, ami elnyerheti

a lap olvasóinak és hirdetőinek a tetszését. A hirdetőkre vonatkozóan elmondta, hogy két hirdetővel állunk szerződésben, mindkettő türelmesnek mutatkozik a lap jövőbeni átalakítását illetően.

Az ajánlatokkal kapcsolatosan Androsits Beáta kifejtette, hogy szükségesnek tartana bekérni még más ajánlatokat is, hasonlóan teljes műszaki tartalommal. Tisztázandó a csomagolás kérdése: hajlandó-e a vállalkozó a változó igények szerint más anyagokat is a folyóirat mellé csomagolni, miként ez eddig a gyakorlat volt? Tisztázni kell, továbbá a szakmai korrektúra kérdését is. Mátyus Péter kifejtette, hogy ugyan elengedhetetlen a gazdaságos működés, de fontos a lap emelkedő erkölcsi értéke is. Banai Endre kérdésére tisztázásra került, hogy a Havi Közlemények integrálása a lapba nincs hatással a gazdaságosságra. Miután az aktuális híreket a tagság többségében az internetről szerzi be, egyre elhanyagolhatóbb a külön értesítő jelentősége.

Bognár János az eddigi elemzések összefoglalásaként elmondja, hogy a költségek ilyen mértékű növekedése nem tűnik

elfogadhatónak, ezért meg kell vizsgálni az olcsóbb előállítás feltételeit. Kovács Attila felveti, hogy a példányszám csökkentése megtakarításhoz vezethet.

A részletes vita eredményeképpen a GB az alábbi elhatározásokat hozza:

1. Részletes szerződéses ajánlatot kell kérni az ajánlattevő vállalkozótól 2009. év végéig tartó érvénnyel. Az ajánlat térjen ki a hirdetésszervezés érdekeltségi feltételeire. Felelős: Kiss Tamás

2. Be kell kérni azonos tartalommal még két másik vállalkozói ajánlatot. Felelős: Androsits Beáta.

A következő GB-ülés időpontját a bizottság tagjai a beérkező ajánlatok idejétől tették függővé. Megállapodtak abban, hogy a lap megújulását egységesen támogatják a gazdaságossági feltételek ésszerű kontrollja kíséretében. Megállapodtak továbbá abban is, hogy a 2009-es terv kidolgozását már szeptember végén elkezdik, törekedve egy hosszú távú koncepció megalapozására.

Az emlékeztetőt készítette:

Bognár János

GB elnök

Hírek az iskolákból

A Magyar Kémikusok Egyesületének Hajdú-Bihar megyei Szervezete és Debrecen Megyei Jogú város Polgármesteri Hivatal Oktatási Osztálya által a 2007/2008 tanévre a hajdú-Bihar megyei általános és középiskolák tanulói részére KÉMIA tár-

gyú dolgozatok megírására meghirdetett pályázatának eredményhirdetésére 2008. június 4-én került sor a megyei MTESZ Székházban, ahol a pályázat meghirdetői ünnepélyes keretek között az alábbiaknak adták át a megérdemelt díjakat:

Általános iskolások

I. díj (2×2500 Ft)

Danicska Marietta és Décsei Kitti (8. osztály)

Högyes Endre Gimnázium és Szakközépiskola, Hajdúszoboszló

Felkészítő tanár: Tóth Magdolna

Víz – egy különleges anyag

II. díj (3×1500 Ft)

Erdős Márta (8. osztály)

Református Kollégium Általános Iskolája, Debrecen
Felkészítő tanár: *Szolnokiné Németi Anna*

Imre Lajos életútja

Bodnár Boglárka (7. osztály)

Hatvani István Általános Iskola, Debrecen
Felkészítő tanár: *Kovácsné Kozma Csilla*

Hatvani István

Szabó Anita (? osztály)

Hatvani István Általános Iskola, Debrecen
Felkészítő tanár: *Kovácsné Kozma Csilla*

„Az első magyar chemikus”

III. díj (2×1000 Ft)

Páll Dávid Dénes (8. osztály)

DE Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma, Debrecen

Felkészítő tanár: *Dr. Bohdaneczky Lászlóné*

Kertiné Ferenczi Renáta, avagy egy debreceni kémikus élete

Gecző Gergő (8. osztály)

DE Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma, Debrecen

Felkészítő tanár: *Dr. Bohdaneczky Lászlóné*

Debreceni kémikusok: Kerti Gábor

Dicséretben részesültek

Andrássy Katinka (8. osztály)

DE Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma, Debrecen

Felkészítő tanár: *Dr. Bohdaneczky Lászlóné*

Egy debreceni kémikus élete

Varga Dóra (7. osztály)

Hatvani István Általános Iskola, Debrecen

Felkészítő tanár: *Kovácsné Kozma Csilla*

Irinyi János

Fodor Zsófia (? osztály)

Árpád Vezér Általános Iskola, Debrecen

Felkészítő tanár: *Maluska Lajos*

Óriások élete és pusztulása

Kiss Andrea, Nagy Petra és Szegedi Alexandra (8. osztály)

Ady Endre Gimnázium, Debrecen

Felkészítő tanár: *Kertiné Szakáll Anna*

Egy Debrecenben működő üzemi munkájának bemutatása, a Hajdú-komm Kft.

Középiskolások

I. díj (2×5000 Ft)

Kerti Gabriella (9. osztály)

Ady Endre Gimnázium, Debrecen

Felkészítő tanár: *Borsi Erzsébet*

Pávai-Vajna Ferenc élete és munkássága

Pénzes András (10. osztály)

Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szakközépiskola, Db.

Felkészítő tanár: *Bárany Zsolt Béla*

Tényleg mindenre jó a fokhagyma?

II. díj (2×3000 Ft)

Sólyom Kitti (11. osztály)

Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szakközépiskola, Db.

Felkészítő tanár: *Marchis Valér és Bárany Zsolt Béla*

A növényvédelem és a műtrágyázás

Sebestyén Veronika (11. osztály)

Högyes Endre Gimnázium és Szakközépiskola, Hajdúszoboszló

Felkészítő tanár: *Tóth Magdolna*

Igyam, vagy ne igyam?

III. díj (2×2000 Ft)

Tóth Krisztián (11. osztály)

Högyes Endre Gimnázium és Szakközépiskola, Hajdúszoboszló

Felkészítő tanár: *Tóth Magdolna*

A dohányzás élettani és társadalmi hatásai

Majoros Péter (11. osztály)

Högyes Endre Gimnázium és Szakközépiskola, Hajdúszoboszló

Felkészítő tanár: *Tóth Magdolna*

A kémia háborús felhasználási módjai

Dicséretben részesültek

Décsi Anikó Mónika (11. osztály)

Högyes Endre Gimnázium és Szakközépiskola, Hajdúszoboszló

Felkészítő tanár: *Tóth Magdolna*

Vitaminok avagy testünk építőkövei

Nagy Pál (11. osztály)

Högyes Endre Gimnázium és Szakközépiskola, Hajdúszoboszló

Felkészítő tanár: *Tóth Magdolna*

A liposzóma

Szabó Dóra (11. osztály)

Högyes Endre Gimnázium és Szakközépiskola, Hajdúszoboszló

Felkészítő tanár: *Tóth Magdolna*

A testékszerek anyagai

Nagy Nóra (11. osztály)

Csokonai Vitéz Mihály Gimnázium, Debrecen

Felkészítő tanár: *Katonáné Vadas Ágnes*

Irinyi János

Balsai Tímea és Orosz Brigitta (11. osztály)

Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szakközépiskola, Db.

Felkészítő tanár: *Bárany Zsolt Béla*

Az alkoholok és gyártásuk

Kádár Fanni és Szalóki Viktória (11. osztály)

Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szakközépiskola, Db.

Felkészítő tanár: *Bárany Zsolt Béla*

Ioncserélő műgyanták

Molnár Bence és Koroknai Róbert (11. osztály)

Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szakközépiskola, Db.

Felkészítő tanár: *Bárany Zsolt Béla*

Az arany cianidos kilúgozása

Kádár Anikó (11. osztály)

Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szakközépiskola, Db.

Felkészítő tanár: *Boros Judit*

Az Analab Kft. bemutatása

Rideg Beatrix (11. osztály)

Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szakközépiskola, Db.

Felkészítő tanár: *Pocsainé Vida Erzsébet*

Irinyi János élete és munkássága

Díjazott tanárok

Tóth Magdolna

Högyes Endre Gimnázium és Szakközépiskola, Hajdúszoboszló

2 I., 1 II. és 2 III. díj

Szolnokiné Németi Anna

Református Kollégium Általános Iskolája, Debrecen

1 II. díj

Kovácsné Kozma Csilla

Hatvani István Általános Iskola, Debrecen

2 II. díj

Dr. Bohdaneczky Lászlóné dr.

DE Kossuth Lajos Gyakorló Gimnáziuma, Debrecen

2 III. díj

Borsi Erzsébet

Ady Endre Gimnázium, Debrecen

1 I. díj

Bárany Zsolt Béla

Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szakközépiskola, Db.

1 I. és 1 II. díj

Marchis Valér

Erdey-Grúz Tibor Vegyipari és Környezetvédelmi Szakközépiskola, Db.

1 II. díj

Gratulálunk a díjazottaknak!

KT



EFMC

Metabolic Disorders – from Bench to Bedside

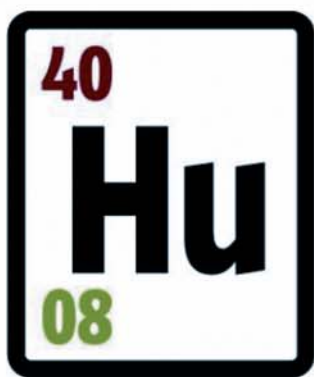
**28-30 August, 2008
Sopron, Hungary**

www.metdis2008.mke.org.hu



a Satellite-Symposium of the XXth International Symposium on Medicinal Chemistry
(EFMC-ISMC 2008, Vienna, Austria, 31 August – 4 September)
www.ismc2008.org

organized by the Organic and Medicinal Chemistry Division of the Hungarian Chemical Society and the Hungarian Diabetes Association, and sponsored by the European Federation for Medicinal Chemistry.



40th International Chemistry Olympiad

2008 Budapest, Hungary

1 Cs 18-21 Prága 68	2 Pl 20-4 Katowice 69	3 Hu 28-7 Budapest 70	4 Su 28-7 Moszkva 72
9 Cs 47-12 Pozsony 77	10 Pl 48-12 Torun 78	11 Su 44-11 Leningrád 79	

olympia sorszáma
részvevő diákok száma
részvevő országok száma
időpont (júliusban, kivéve 1. és 2., amikor június)

5 Bu 28-7 Szófia év 73	szervező zászlaja győztes nemzetisége győztes eredménye % érem pontszáma % győztes csapat szervező ország szervező város
---------------------------------------	--

6 Ro 36-9 Bukarest 74	Su 92-65 Su
-----------------------------------	-------------------

A Nemzetközi Kémiai

Diákolimpiák

majdnem periódusos

rendszere

17 Cs 83-21 Pozsony 85	18 Ni 92-22 Leiden 86	19 Hu 101-26 Veszprém 87
22 Fr 112-28 Párizs 90	23 Pl 118-30 Lodz 91	
34 Ni 225-57 Groningen 02		
37 Tw 225-59 Taipei 05	38 Kr 254-67 Gyeong-san 06	39 Ru 256-66 Moszkva 07

24 Us 131-33 Pittsburgh, Washington 92	25 It 148-38 Perugia 93	26 No 157-41 Oslo 94	27 Cn 163-42 Peking 95
28 Ru 175-45 Moszkva 96	29 Ca 184-47 Montreal 97	30 Au 184-47 Melbourne 98	31 Th 196-51 Bangkok 99

20 Fi 102-26 Espoo 88	21 Ge 105-26 Halle 89	13 Bu 55-14 Burgasz 81	14 Sw 68-17 Stockholm 82	15 Ro 71-18 Temesvár 83	16 Ge 76-18 Frankfurt 84
32 Dk 208-53 Koppenhága 2000	33 In 210-54 Mumbai 01	35 Gr 232-59 Athén 03	36 Ge 233-61 Kiel 04	41 Gb 7-7 Cambridge 09	42 Jp 7-7 Tokió 10
43 Tr 7-7 7-7 11					

* A maximum pontszám 100, kivéve az 1., ahol 61; a 8., ahol 160; a 16., ahol 300 és a 17., ahol 200.
† A 8. és a 21. IChO-t az NDK szervezte és csapatban győzött, a 19.-en a győztes diák volt NDK-beli.