

Természet Világa

TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY

146. évf. 8. sz.

2015. AUGUSZTUS

ÁRA: 690 Ft

Előfizetőknek: 600 Ft



- A KÉMIA RÉGI FÉNYE
- VÖRÖSLIDÉRC-ÉSZLELÉSEK
- ELPUSZTÍTOTT ÉDESvíZI BÖLCSŐ
- A TALAMUSZ TITKAI – BESZÉLGETÉS ACSÁDY LÁSZLÓ PROFESSZORRAL
- TŰZHÁNYÓ-HÍREK
- A BÚBOSBANKA
- NOÉ SZŐLŐJE

A búbosbankák világa



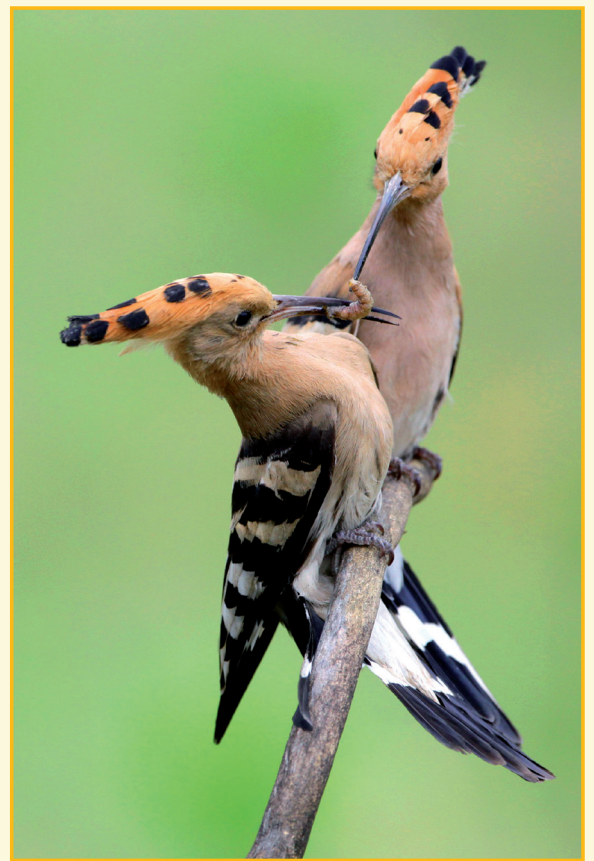
A Kiskunságban jellegzetes búbosbanka-élelőhelynek számítanak a nyílt, fehérnyaras homokpuszták



Laza homokos élőhelyeken a bankák nagy számban zsákmányolnak hangyaleső lárvát



A bankák gyakran vadásznak a kiskunsági nyílt homokpusztákon élő apró homoki gyíkokra is



A hím banka ajándéktáplálékkal nyeri el a tojó kegyeit



A búbospacsirtának a nevében is szereplő tolldísz nem emlékeztet a búbosbankáéra, de a két madárfaj gyakran él és költ azonos élőhelyen



Ahol trágyadombok és istállótrágyázott kertek vannak, ott a búbosbankáknak gyakori és kiadós prédája a lóttücsök

Természet Világa



A TUDOMÁNYOS ISMERETTERJESZTŐ
TÁRSULAT FOLYÓIRATA

Megindította 1869-ben
SZILY KÁLMÁN
KIRÁLYI MAGYAR
TERMÉSZETTUDOMÁNYI TÁRSULAT

A TERMÉSZETTUDOMÁNYI KÖZLÖNY
146. ÉVFOLYAMA



2015. 8. sz. AUGUSZTUS
Magyar Örökség-díjas és
Millenniumi-díjas folyóirat



Szellemi Tulajdon
Nemzeti Hivatala



Megjelenik a Nemzeti Kulturális Alap,
a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala,
az Országos Tudományos Kutatási Alprogramok
(OTKA, PUB I-114505) támogatásával.
A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai
Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.



A kiadvány a Magyar Tudományos
Akadémia támogatásával készült.

Főszerkesztő:
STAAR GYULA
Szerkesztőség:

1088 Budapest, Bródy Sándor u. 16.
Telefon: 327-8962, fax: 327-8969
Levélcím: 1444 Budapest 8., Pf. 256
E-mail-cím: termvil@mail.datanet.hu
Internet: www.termeszetvilaga.hu

Felelős kiadó:
PIRÓTH ESZTER
a TIT Szövetségi Iroda igazgatója

Kiadja
a Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 327-8900

Nyomtatás:
iPress Center Hungary Zrt.

Felelős vezető:
Lakatos Imre
vezérigazgató

INDEX25 807
HU ISSN 0040-3717

Hirdetésfelvétel a szerkesztőségben

Korábbi számok megrendelhetők:
Tudományos Ismeretterjesztő Társulat
1088 Budapest, Bródy Sándor utca 16.
Telefon: 327-8995
e-mail: eltud@eletestudomany.hu
Előfizethető:
Magyar Posta Zrt. Hírlap üzletág
06-80-444-444
hirlapelofizetes@posta.hu

Előfizetésben terjeszti: Magyar Posta Zrt.
Árusításban megvásárolható a Lapker Zrt. árusítóhelyein

Előfizetési díj:
fél évre 3600 Ft, egy évre 7200 Ft

TARTALOM

A talamusz titkai. Acsády László professzorral beszélget Kittel Ágnes	338
Schiller Róbert : A kémia régi fénye.....	340
Bór József–Hegedüs Tibor–Jäger Zoltán : Sikeres vöröslidérc-észlelések Bajáról. Mit hoz a 2015-ös évad?	343
Harangi Szabolcs : Tűzhányó-hírek. 2015. első fél éve	347
Kíváncsiság és alázat a kórokozók iránt. Lukácsi Béla interjúja Pályi Bernadettel és Kis Zoltánnal	352
Tompa Kálmán : Molekuláris mozgások fehérjékben. Második rész. Mérőföldkövek és jövőkép-vázlatok	356
Szili István : Címképünk: Tündérfátyol-lebbentő	360
Sümegei Pál : Elpusztított édesvízi bölcső. A püspöktüdői termálvizet tó fejlődéstörténete és egy csigafaj kialakulása	361
Vojnits András : Houstontól Austinig. Austin, az élő zene városa. Második rész.....	365
HÍREK, ESEMÉNYEK, ÉRDEKESSEGEK	369
<i>E számunk szerzői</i>	371
Bücsúzunk Ajtay Ferentől (Staar Gyula és Wanek Ferenc írása)	372
Kalotás Zsolt : A búbosbanka.....	373
Ladányi László : Legendás köveink: Istenmezeje – Noé szőlője	376
Hogyan változtatta meg a Hubble-űrtávcső a csillagászatot? Both Előd összeállítása	379
ORVOSSZEMMEL (Matos Lajos rovata).....	380
Hollósy Ferenc : Biológus szemmel. Akác, akácia vagy sittyimfa?	381
FOLYÓIRATSZEMLE	382
KÖNYVSZEMLE	383

Címképünk: Indiai tündérfátyol (*Kapitány Katalin felvétele*)

Borítólapunk második oldalán: A búbosbankák világa (*Kalotás Zsolt felvételei*)

Borítólapunk harmadik oldalán: Képek Ajtay Ferenc életéből

Mellékletünk: A XXIV. Természet–Tudomány Diákpályázat cikkei: *Vida Zoltán*: A táborállási és a kulcsi magasparkok; *Csákány Olivér*: Illóolajok antibakteriális hatásának vizsgálata; *Molnár Kornélia*: Kő hátán kő, ez Kecskő; *Kiss Fruzsina*: A debreceni magfizika. A jubileumi XXV. Természet–Tudomány Diákpályázat pályázati kiírása

SZERKESZTŐBIZOTTSÁG

Elnök: VIZI E. SZILVESZTER

Tagok: ABONYI IVÁN, BACSÁRDI LÁSZLÓ,
BAUER GYÖZÖ, BENCZE GYULA, BOTH ELŐD, CZELNAI RUDOLF,
CSABA GYÖRGY, CSÁSZÁR ÁKOS, DÜRR JÁNOS, GÁBOS ZOLTÁN,
HORVÁTH GÁBOR, KECSKEMÉTI TIBOR, KORDOS LÁSZLÓ,
LOVÁSZ LÁSZLÓ, NYIKOS LAJOS, PAP LÁSZLÓ,
PATKÓS ANDRÁS, PINTÉR TEODOR PÉTER, RESZLER ÁKOS,
SCHILLER RÓBERT, CHARLES SIMONYI, SZATHMÁRY EÖRS,
SZERÉNYI GÁBOR, VIDA GÁBOR, WESZELY TIBOR

Főszerkesztő: STAAR GYULA

Szerkesztők:

KAPITÁNY KATALIN (yka@mail.datanet.hu, 327–8960)
NÉMETH GÉZA (n.geza@mail.datanet.hu, 327–8961)

Tördelés: LÉVÁRT TAMÁS

Titkárságvezető:
HORVÁTH KRISZTINA



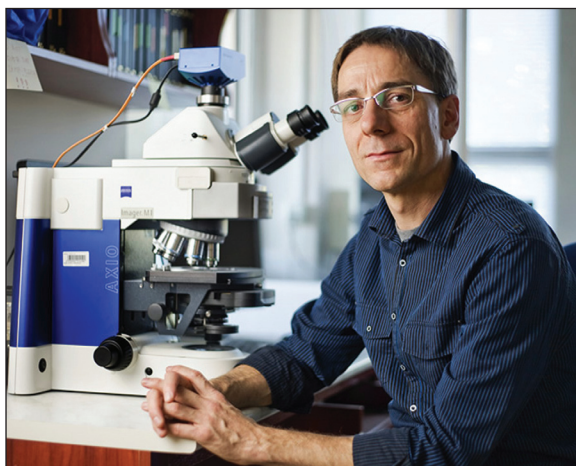
A talamusz titkai

Beszélgetés Acsády László professzorral

Minden élőlény számára nélkülözhetetlen, hogy a külvilágból érkező seregnyi információból észlelni tudja a számára fontosakat, feldolgozza és válaszoljon rájuk. Nem kivétel ez alól az ember sem, csak hogy esetében a kívülről érkező információ mennyisége az utóbbi évtizedekben megtöbbszöröződött. De akár mennyi is a beérkező jel, azokat agyunk dolgozza fel, mely az utóbbi néhány ezer év alatt nem sokat változott. Agyunkkal próbáljuk megérteni a legnagyobb kihívást, saját működésének titkait, de emberi agyak gyártják azokat a híreket is, melyek arról győzködnek az adófizető polgárokat, hogy az egyes alap kutatások ideje lassan lejár, ideje áttérni az alkalmazott kutatásokra, hiszen például az emberi test anatómiájáról már nemigen lehet újat mondani. Idén, A Fény Nemzetközi Évében, egy magyar kutató és csoportja „ragyogó” példával világított rá arra, hogy ez az állítás az agy esetében nem igaz.

Acsády László professzor, az MTA Kísérleti Orvostudományi Kutatóintézet Celluláris és Hálózat-neurobiológiai Osztálya Talamusz Kutatócsoport vezetőjének irányításával folytak azok az optogenetikai kísérletek, melyek eredményét a világ legrangosabb idegtudományi folyóirata, a *Nature Neuroscience* 2015. februári száma közölte. Az optogenetika olyan eljárás, mely fény segítségével szabályozza a genetikailag fényérzékennyé tett idegsejtek működését. Segítségével az egyes idegsejtek működése, be- és kikapcsolásuk következménye szabadon mozgó állatban is kiváló tér- és időbeli felbontással tanulmányozható.

Acsády Lászlóék francia és svájci kollégáikkal együtt ilyen genetikailag fényérzékennyé tett idegsejtű egerekkel végeztek vizsgálatokat, és fedeztek fel a mozgások és a tudat szabályozásában alapvető fontosságú, eddig nem ismert idegpályát a *talamuszban*.

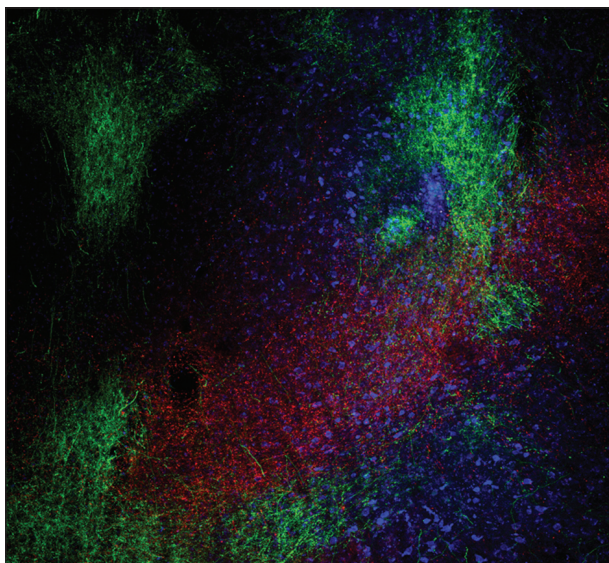


„Az igazán jó felfedezés arról ismerszik meg, hogy rávilágít arra, mennyi mindent nem értünk még”

– *Mióta és honnan tudjuk, hogy a talamusz mozgásszervező, mozgásirányító, a tudat kialakulását befolyásoló központ?*

– A talamuszról már régóta tudtuk, hogy itt történik az agykéreg felé bemenő összes információ előzetes feldolgozása. 1975-ben pedig Karen Ann Quinlan esete* egy-

Agytörzsi eredetű gátló (zöld) és agykérgi eredetű serkentő (piros) rostok keveredése a talamusz intralamináris magvában



értelműen utalt arra, hogy kicsi, a talamusz jól meghatározott középső területeit érintő lézió, sérülés vagy károsodás teljes és visszafordíthatatlan tudatvesztéssel jár. Ez szöges ellentétben állt azzal a nézettel, hogy a tudat fő összerendezője kizárólag az agykéreg. Azóta számos hasonló esetet is regisztráltak. Nagyon sokszor csak féloldali a mediális talamusz lézió, ekkor az ún. „hemineglect”^{*} szindróma alakul ki.

– *Mennyit tudunk eddig a talamusz anatómiájáról és a mostani felfedezés fényében mennyire támaszkodhatunk eddigi ismereteinkre?*

– A talamusz főbb részeit és funkcióit négy csoportba szokás sorolni. Az első a különböző érzékszervi információk továbbítása. Erről ugyan sokat tudunk, de a többitől, a mozgásszervező körökről, memóriakörökről vagy a különböző kérgi területek működésének összehangolásáról annál kevesebbet. Felfedezésünk az utolsó területhez tartozik, az ún. intralamináris magvakkal foglalkozik.

– *Ha összevetjük a hippocampuszal, a néhány évvel ezelőtti, magyar kutatókat (Buzsáki–Freund–Somogyi) jutalmazó első Agydíj, majd a tavalyi Kavli-és Nobel-díj miatt különösen sokat emlegetett agyterülettel, mit mondhatunk, mennyire ismerjük a talamuszt?*

– Össze sem hasonlítható a rendelkezésre álló ismeret mennyisége a memóriafolyamatok miatt ismertté vált hippocampusz és az agykéreg kulcsaként szolgáló talamusz között. A magasabb rendű idegrendszeri folyamatokban szerepet játszó talamuszterületek esetében sokszor még az alapvető adatok is hiányoznak, így például a működést alapvetően befolyásoló gátló pálya léte. Sőt a legtöbb kutató nem is gondolja, hogy a talamusz ezekben a folyamatokban bármi szerepet is játszana. Pedig nincs agykérgi terület talamikus kapcsolat nélkül, és semmilyen kérgi terület

nem működik, ha sérül a hozzá tartozó talamikus terület. Eből következik, hogy minden agykérgi funkciónak, a legbonyolultabbaknak is, például a döntésnek, a tervezésnek, a figyelemnek stb., van talamikus vonzata is! A legtöbb esetben azonban még ahhoz is hiányoznak az alapvető adatok, hogy a kérdéseket feltegyük.

A két agyterület ismertségében lévő különbséget jól példázhatja az a tény is, hogy a talamusz működésére fókuszáló konferenciát idén rendeztek először, míg hippokampuszal foglalkozó konferenciák már két évtizede vannak.

– *Mivel magyarázható, hogy eddig senki nem találta meg, jellemezte a talamusznak ezt a gátló idegpályáját?*

– Az agytörzs* és a talamusz között, ahol az új pályát felfedeztük, rengeteg különböző pálya fut, és ezek az eddigi ismereteink szerint mind serkentők. Ahhoz, hogy ezt az új gátló pályát felfedezzük, az idegsejtek szelektív jelölésének módszerét kellett kidolgozni. Ez a módszer nemcsak azt teszi lehetővé, hogy egy adott idegpályát megjelenítsünk, hanem azt is, hogy serkentésük, illetve gátlójuk működését. Miatán eddig nem voltak elérhetőek ezek a módszerek, a pálya megbújtt többi, ismert társa mögött.

– *Mi a fő különbség a gátló és serkentő pályák között?*

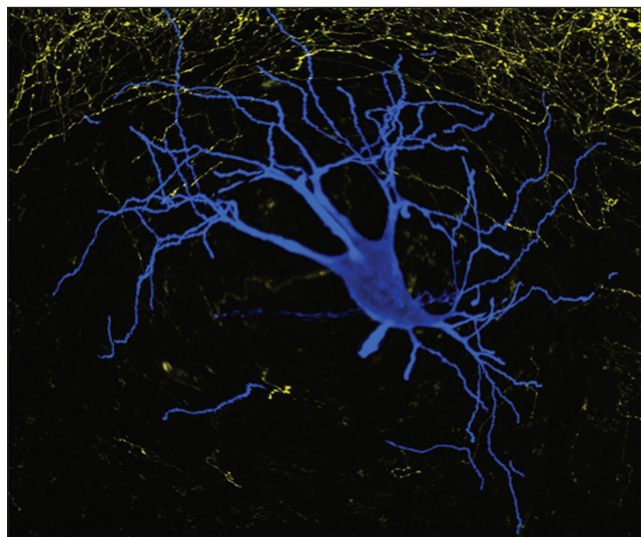
– Serkentő kapcsolat esetében a sejt a vele kapcsolatban lévő másik sejt aktivitását fokozza, gátló kapcsolat esetében éppen ellenkezőleg, csökkenti annak a valószínűségét, hogy a másik aktivitásba jöjjön.

– *Lehet tudni, hány gátló és hány serkentő pálya van ezen az agyterületen és a talamuszon belül pontosan hol fejtik ki hatásukat?*

– A pontos szám még nem ismert, mindenképp több különböző, egymással is kapcsolatban lévő pályáról van szó.

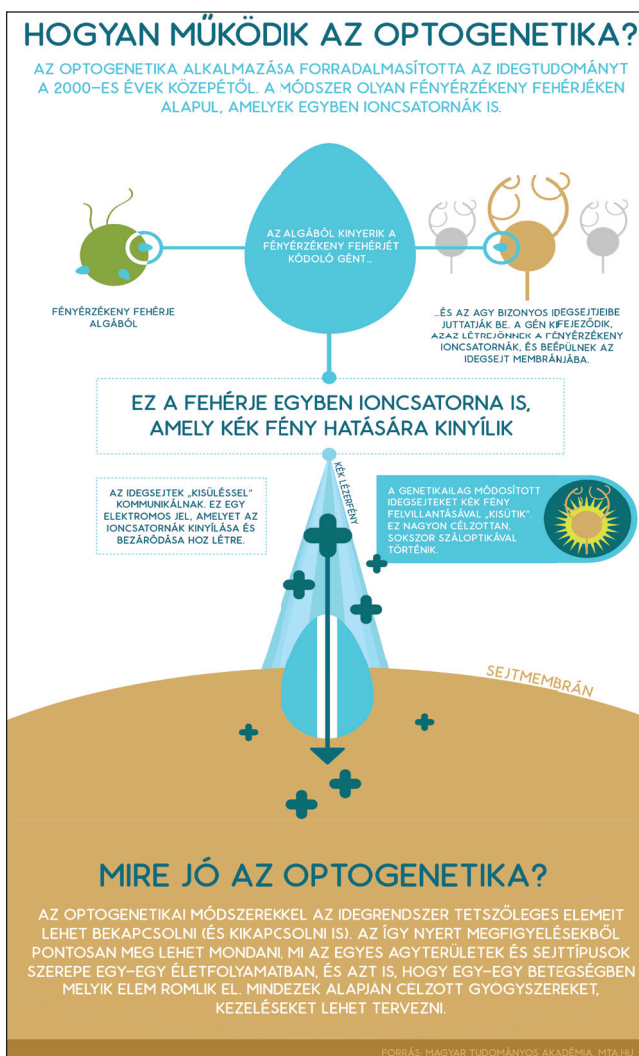
– *Jellemző-e az agy más részeire is, hogy egy másik agyterületről érkező pálya erős és állandó kontroll alatt tartja?*

– A gátlással történő kommunikáció több nagy idegrend-



Agytörzsi eredetű gátló rostok (sárga) idegzik be a talamikus idegsejtet (kék)

Az optogenetika elve (Forrás: mta.hu)



szeri kör sajátja, ilyen a kisagy, a törzsdúcok stb. Fontos megjegyezni, hogy a gátlás eredménye nem minden esetben egyszerűen aktivitáscsökkenés, de ritmust adhat, összerendezhet, illetve bizonyos keretek között pontos információt is továbbíthat.

– *És mi szabályozza a gátló pályát?*

– A gátló pályát több más serkentő pálya is szabályozhatja, de a gátló pályák össze is lehetnek kötve. A gátlás gátlása tulajdonképpen gátlásvonás, végül is megengedhet aktivitást olyan területen, ahol addig az erős gátlás miatt nem voltak aktívak a sejtek.

– *Mit jelent az agy éberségi szintje kifejezés, melyet munkájukban többször is említ?*

– Agyunk éberségi szintje folyamatosan változik a környezet ingereinek és napszakos ritmusainak megfelelően. Éber állapotban a különböző mértékben aktív figyelemre vonatkozik, alvás során pedig az alvás mélységét, típusát értjük alatta. A sok agytörzsi felszálló pálya alapvető szerepet játszik az éberségi/figyelmi szint beállításában.

– *A most felfedezett pálya mellett továbbiak felfedezése is elképzelhető a talamuszban, vagy nagy meglepetés már nem várható?*

– Az elmúlt évtizedben több új pályát fedeztünk fel, így még nem valószínű, hogy a sor végére értünk.

– *Azt mondta egy beszélgetés során: könnyen lehetséges, hogy számos más funkció is köthető majd ehhez a pályához. Ami nagyon valószínű az az, hogy a fájdalomérzékelésben és bizonyos epileptikus aktivitás kialakításában is nagyon komoly szerepe van. Miért éppen a fájdalomérzékelést és az epileptikus aktivitást említette?*

– Az intralamináris magvak az egyik fő átkapcsoló állomása annak a felszálló fájdalom pályának, ami a fájdalom tudatosulásáért felelős. Krónikus fájdalom esetén ezen a területen aberráns

idegsejt-aktivitás figyelhető meg. Egy gátló pálya, amely ezeket a sejteket tartja kontroll alatt, valószínűleg komolyan beleszól a fájdalom megélésének intenzitásába.

A nagy rohammal járó epilepszia nem más, mint az egész agyra kiterjedő túlserkentett állapot. Az újabb kutatások szerint pedig két agykérgi terület között az egyik leghatékonyabb kapcsolat épp a talamuszon keresztül fut. Az intralamináris magvak sok különböző agykérgi területtel állnak kapcsolatban, és ha ezek gátlása nem megfelelően szabályozott, könnyen kialakulhat az egész agykéregre kiterjedő túlserkentés.

– *A kísérleteik során is alkalmazott optogenetika hatalmas lehetőség a kutatásban. Elképzelhető, hogy a módszernek szerepe lesz a gyógyításban is?*

– Jelenleg a retina megbetegedéseiben már próbálják is alkalmazni. Emberi agyban azonban a fény terjedésének korlátai problémát jelentenek.

– *Állítólag, ha agysérülés miatt öntudatlan vegetatív állapotba került beteg agyát a talamusznak épp az előbb említett intralamináris mag területén ingerlik, hatására mozogni és beszélni kezd. Tartós eredmény érdekében miért nem lehet alkalmazni az ún. mélyagyi stimulációt* (angol nevének rövidítése alapján DBS), ami sok esetben bevált eszköz például Parkinson-kóros betegek esetében?*

– Nagyon kevés betegen ugyan, de végeztek már ilyen beavatkozást. Azonban még sok további munka, analízis szükséges ahhoz, amíg ez a kezelés általánosan alkalmazhatóvá lesz, ahogy az már a Parkinson-kór esetében megtörtént.

– *Mennyire lepte meg felfedezésük nagy sajtóvisszhangja? Mennyire segíthet egy kutatónak az a bizonyos „15 perc hírnév”?*

– Valóban, a felfedezés viszonylag nagy médiavisszhangot váltott ki, ami természetesen nagyszerű, hiszen széles körben ismertté válik nemcsak maga a felfedezés, hanem a gondolkodásmód, a kísérleti módszerek is, ami a mai modern idegtudományt jellemzi. Magyarországon is egyre fontosabb, hogy az állampolgárok megismerjék, hogy azok a kutatások, amelyekhez a költségvetés hozzájárul, milyen eredményekre vezetnek. Természetesen nem egyszerű olyan kérdésekről röviden és közérthetően nyilatkozni, amit még a kutató sem teljesen ért, és ezzel kapcsolatban mindenképp érzékeltetni kell a hallgatóval/olvasóval, hogy az igazán jó felfedezés arról ismerszik meg, hogy rávilágít arra, mennyi mindent nem értünk meg.

Az interjút készítette: KITTEL ÁGNES

Szószedet

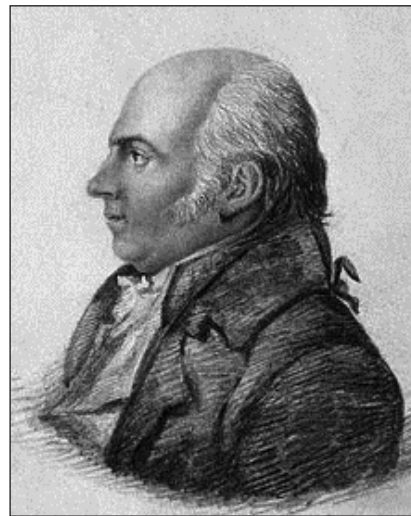
Karen Ann Quinlan esete: A huszonegy éves amerikai diáklány 1975-ben egy partin alkoholt és nyugtatót (Válium) fogyasztott, mely szívmegállást okozott nála. Újraélesztették, de tudatát nem nyerte vissza, vegetatív állapotban volt 10 éven át. Halála után agyának részletes vizsgálata megállapította, hogy agykérge csak minimálisan károsodott, a szívmegállás okozta hypoxia elsősorban a talamuszt károsította, ahol kiterjedt hegeseződést és cisztákat találtak. Mivel a lélegzést és szívfunkciókat szabályozó agytörzs szintén nem károsodott, a leletek arra utaltak, hogy a talamusz kulcsfontosságú szerepet játszott az öntudatlan állapot kialakulásában. (Karen Ann Quinlan esete az eutanáziára és az életet mesterségesen fenntartó és meghosszabbító eszközök használatára és visszavonására vonatkozó erkölcsi és jogi vitára is nagy hatást gyakorolt.)

Hemineglect vagy egyoldali elhanyagolás: olyan típusú, gyakran előforduló agykárosodás, amikor a beteg nem képes érzékelni a tér egyik – a sérüléssel ellentétes oldali – felét. Jellemző, hogy a legsúlyosabb és legtovább tartó tüneteket a jobb agyfélteke pl. szélütés okozta sérülése váltja ki. Az ilyen betegek közül többen nem csak hogy a tér egyik feléről nem vesznek tudomást, de ennek az állapotnak sincsenek tudatában.

Az *agytörzs* a hátsó koponyagödörben helyezkedik el, a nyúltvelő (medulla oblongata), a hid (pons) és a közpéreg (mesencephalon) alkotja. Nemcsak átjáróként szolgál a gerincvelőt az előagy különböző részeiben lévő magasabb idegi központokkal összekötő felszálló és leszálló pályák számára, hanem a légzés, vérkeringés és a tudatállapot szabályozásában fontos reflexek központjait tartalmazza, valamint itt helyezkednek el a III–VI. agyidegek fontos magjai is.

A mélyagyi stimuláció (deep brain stimulation, DBS): Az eljárás azon alapul, hogy az idegsejtek elektromos impulzusok hatására bocsátják ki a sejtek közti kommunikációhoz, jelátvitelhez nélkülözhetetlen ingerületátvivő anyagaikat. Amikor az agy meghatározott területébe két, vezérlőeszközzel összekapcsolat elektródát ültetnek, lehetőség nyílik agyi áramkörökhöz való csatlakozásra és a vezérlőeszköz segítségével a kommunikációs folyamatok stimulálására.

Thomas Beddoes oxfordi, edinburghi és londoni tanulmányai befejeztével 1787-ben lett orvosdoktor. Még abban az évben kinevezték Oxfordban a kémia előadójává. Sikeres tanárnak bizonyult, öt évvel később mégis lemondott az állásáról, mert az egyetem nem nézte jó szemmel, hogy nagyon is rokonszenvezett a francia forradalommal. (Ebben egyébként nem volt egyedül Angliában: sokak között *Robert Burns*, „a skótok Petőfije” vagy az oxigént felfedező



Thomas Beddoes, 1760–1808
(Edward Bird rajza)

Joseph Priestley is így gondolkozott. Meg is maradt a lelkesedés a felvilágosodás eszméi iránt a napóleoni háborúk kitöréséig. Akkor aztán az Angliát fenyegető invázió némileg megfordította az értelmiség hangulatát.) Beddoes doktor néhány év elmúltával Bristolban egy intézményt alapított *Pneumatic Institution* néven. Magyarul talán légnemű anyagok intézetének nevezhetnénk: Beddoes azt ígérte, különböző gázok belégzése útján minden, addig gyógyíthatatlannak tartott betegséget meggyógyít. Irassék jávára, ingyen kezelte a betegeit. Tudományos érdeklődése vezette erre az útra.

A gondolat, persze nem a szédelő ígért, hanem a gázokkal való foglalkozás, egyébként nagyon korszerű dolog volt. A XVIII. század második felét a pneumatikus kémia korszakának nevezik a kémia történetében. Azt, hogy bizonyos vegyi átalakulások során „levegő”, vagyis légnemű anyag is keletkezhet, *Paracelsus* már a XVI. században észrevette. Amikor aztán a folyamatok leírásai szabatosabbakká, a megfigyelések megbízhatóbbakká váltak, kiderült persze, hogy többféle „levegő”, többféle gáz is keletkezik a laboratórium-

A kémia régi fénye

SCHILLER RÓBERT



2015
A FÉNY
NEMZETKÖZI
ÉVE

ban, vagy van jelen a természetes atmoszférában. Van, amelyik ég, egy másik táplálja az égést, a harmadik elfojtja a tüzet ... az egyikben az állatok vígan, a szokásosnál is vígabban élnek, másokban megfulladnak. Sűrűségük is eltér egymástól, meg mindenféle kémiai átalakulásra is bírhatók: van például kettő, amelyekből víz keletkezhetik. Miután megtanulták, hogy hogyan kell bánni a laboratóriumban a gázokkal, a szorgalmas és kíváncsi kémikusoknak sok nagyszerű teendője akadt. Alapvető kémiai ismeretek dolgában nagyon sokat köszönhetünk a gázokkal való foglalatalkodásnak.

Ennek a korszaknak a legnagyobb alakja bizonyára *Lavoisier* volt. Ő ismerte fel, így tanuljuk, hogy az égéshez oxigénre van szükség, és hogy a „földek” (mai nevükön fém-oxidok) keletkezése fémekből épp úgy oxigénnel való egyesülés, mint az égés maga. Hát ... majdnem így mondta. Ő ugyanis az oxigéngázt nem tekintette elemnek. Olyan összetett anyagnak gondolta, amelynek egyik komponense az „oxigénbázis” a másik a „hőanyag”:

oxigénbázis + hőanyag = oxigéngáz.

Égés vagy oxidáció során az „oxigénbázis” vegyül az éghető anyaggal, a „hőanyag” pedig felszabadul – hiszen melegszünk a tüzhely mellett.

Az időzajlelkel arra akartam csak utalni, hogy manapság nagyon másképp gondolkodunk az égés folyamatáról, de ki-gúnyolni biztosan nem merném ezt a nagy természettudóst. Mély megfontolás volt ennek a gondolatának az alapja is. Fiatalabb éveiben, *Laplace* társaságában, hőtani kutatásokkal foglalkozott. Világosan különbséget tudtak tenni hő és hőmérséklet között, így eljutottak a fájó fogalmához is, és – az égés elméletével kapcsolatosan ez a fontos – kimutatták, hogy a hő megmaradó mennyiség. Ebben hasonlít a tömeggel bíró anyaghoz. Ha ugyanis hőszigetelt edényben hozunk össze hidegebb és melegebb testeket, a melegebb épp annyi hőt veszít, amennyit a hidegebb nyer. Akárhoa folyadékot töltögetnénk egyik edényből a másikba.

Megmaradó mennyiséget kétfélet ismeretek abban a korban. Az egyik a tömeg, a másik a mozgási energia, amit akkoriban eleven erőnek neveztek. *Lavoisier* és *Lap-*



Sir Humphry Davy, 1778–1829
(*Sir Thomas Lawrence festménye*)

lace, kritikus gondolkodók, világosan tudták, hogy a hő megmaradását bizonyító kísérleteik alapján nem lehet eldönteni, hogy a hő anyagi test-e vagy energia. *Lavoisier* azonban, talán mert vegyészként folyadékok között telt az élete, a hőt anyagnak tekintette. Ha pedig ez a helyzet, akkor az égéshez nélkülözhetetlen anyagnak, az oxigénnek hőt kell tartalmaznia, hiszen hő nem keletkezik és nem is vész el – a hő megmarad.

Azt hiszem, itt egyszerre jelent meg két szemlélet. Az egyik a nagyon korszerű: a felismert megmaradási tétel és annak következményei. A másik még az alkímia idejéből való: egy kémiai átalakulásban csak olyasmib szabadulhat fel, ami a kiindulási anyagokban eleve benne volt. Például a fából, ha szárazon lepároljuk, faszest szabadul fel, ezért azt kell gondolnunk, hogy a nyers fa faszest tartalmazott. Mivel égéskor meleg lesz, tehát hőanyag szabadul fel, ezért az égést tápláló oxigénben is kell hőanyagnak lennie.

Lavoisier már néhány éve nem élt – guillotine alatt végezte –, amikor *Beddoes* doktornak munkatársra volt szüksége, aki

a *Pneumatic Institution* laboratóriumát vezesse. Összekevert egy orvos húszéves segédjével, ezt a gyors eszű, mohón és válogatás nélkül tanuló és tanulni vágyó fiút, *Humphry Davy*t fogadta fel maga mellé. A fiatalember kísérletezésbe fogott, tapasztalatai és a frissen olvasottak alapján úgy érezte, fejében készen áll már a természeti jelenségek nagy, magyarázó szintézisére. Alig volt huszonegy éves, amikor *Beddoes* jóvoltából már közreadhatta munkáját, amely címe szerint *Tanulmány a hőről, a fényről és a fény vegyületeiről*.

Davy később a kémia nagy alakjai között kapott helyet. Hogy csak néhányat idézzünk fel fontos eredményei közül, felfedezte a klórgázt, elektrolízis segítségével tiszta fém állapotukban állított elő nátriumot, káliumot és báriumot, feltalálta a nevével viselő, robbanásmentes bányáslámpát. A *British Association*, az azóta is működő, nagyszerű londoni ismeretterjesztő társaság igazgatójaként alakot és szerepet adott az intézménynek; ő maga is ragyogó előadó volt. Legnagyobb tudományos eredményének, talán méltánytalanul bánva vele, mégis azt szokták tekinteni, hogy felfedezte *Michael Faraday*t (munkatársának, tanítványának fogadta). Abban az időben azonban, amerről most írok, ilyen pályafutásról, magán *Davy*n kívül, legfeljebb csak *Beddoes* álmodhatott.

A fiatalember mindenestre tett már néhány fontos megfigyelést. Hőtől elszigetelt edényben dörszölt meg viaszt vagy jeget: ettől mindkét anyag megolvadt. Az olvadáshoz hőre van szükség, a dörszölés tehát hőt fejleszt. *Davy* így észrevette, hogy mechanikai munkát alakított hővé ebben az egyszerű kísérletben. (*Rumford* sokat idézett ágyúfűrészi kísérlete néhány évvel megelőzte *Davy* munkáját, aki azonban nem tudott erről.) A hő tehát nem anyag, hanem mozgási energia. Ha így van, nem is lehet alkotórésze semmilyen anyagnak.

Newton ideje óta mindenki biztos volt abban, hogy a fény igen apró részecskékből álló anyag; *Davy* se gondolta másképp. Az égés fény kibocsátásával jár együtt. Mivel pedig az égés oxigénnel való egyesülés, úgy kell lennie, hogy



Lavoisier és Laplace kalorimétere egy XIX. századi rajzon. A középső térben olaj égett, ennek „hőanyag-tartalmát” határozták meg a segítségével. Az égő teret körülvevő kamrában olvadó (tehát pontosan 0 °C hőmérsékletű) jég volt, az azt körülvevőben olvadó hó – ez utóbbi csak hőszigetelésre szolgált. Az égés során felszabaduló hő mennyiségét a megolvadt jég mennyiségével tekintették arányosnak

az oxigén fényanyagot tartalmaz. Ezért, Lavoisier felfogásától eltérően, de csak az ő gondolkodásmódjának a nyomán, az oxigéngázt ilyennek képzelte Davy:

oxigénbázis + fény = oxigéngáz.

James Gilray karikatúrája a Royal Institution egy ülését ábrázolja 1802-ben. A fűjtatót Davy kezeli, Rumford gróf a kép jobb széléről figyel; dr. Garnett, az előadó, befogja az áldozat orrát



Ennek megfelelően ebben a fiatalkori tanulmányban phosoxygen lett a gáz neve.

Ezt az elgondolást egy sor, jól-rosszul átgondolt és végrehajtott kísérlettel igyekezett alátámasztani. De egy lendülettel elektromos és mágneses jelenségeket, meteorológiai folyamatokat, csillagászati megfigyeléseket, növényi és állati élettant is nagy bátran értelmezni akart. Összegyűjtött műveit az öccse, John Davy adta ki, aki nem győzött lábujgyeiteiben elnézést kérni a szöveg sok vakmerően tudatlan megállapításáért. De maga a szerző sem volt néhány évvel később elnézőbb ifjúkori művével szemben: „a túl korán szerzett tapasztalat vezetett a türelmetlen általánosítások bolondságára”. És szemrehányást tett Beddoesnak, amiért nem tartotta vissza a tanulmány közlésétől.

Az írás valóban nagyon rossz. De fény és kémia ... itt talán valami mély összefüggést sejtett meg ez a tudatlan fiatalember. Történetesek gyakran beszélnek a „hosszú” tizenkilencedik századról – a francia forradalomtól az első világháborúig terjedő időszakra gondolnak. A tizenkilencedik század a kémia történetében éppen ilyen „hosszú” volt – úgy gondolom, Lavoisier idejétől (összefoglaló műve 1789-ben jelent meg) Bohr atommodelljéig (1913) és Lewis vegyértékkötés-szabályáig (1916) tartott. Hatalmas mennyiségű kísérleti adat és azokat értelmező megfontolás született ebben a században. Elemekről, vegyületekről, atomokról, molekulákról gyűltek az információk, szintéziseket és analíziseket dolgoztak ki, egyensúlyi viszonyokat és átalakulási sebességeket határoztak meg, bonyolult molekulaszervezeteket képzeltek el és igazolták a létezésüket. Egy valamit nem tudtak: azt, hogy mi tartja össze az ato-

mokat a molekulákban. Vagyis épp azt a hatást nem ismerték, ami minden kémiai jelenség alapja.

Ezt ugyanis Newton mechanikájának és Maxwell elektrodinamikájának a segítségével akarták megérteni. Nem tehettek egyebet, más fizika nem létezett. Ezek a klasszikus elméletek azonban nem tudnak semmit mondani az atomok közt ható erőkről. Ezt a tényt nem a vegyészek ismerték fel elsőknek, hanem az atomok fényelnyelését és fénykibocsátását vizsgáló fizikusok. Alig valószínű, hogy amikor Heisenberg 1925-ben és Schrödinger 1926-ban kidolgozta a kvantummechanika alapjait, amelynek közvetlen célja a hidrogénatom szinképének az értelmezése volt, akkor gondoltak volna a kémiai vegyértékkötés problémájára. De már egy évvel ő utánuk, az ő gondolataik nyomán és eljárásuk szerint, Heitler és London szabatos leírását adta annak, hogy miért és milyen módon kapcsolódik össze két H-atom egy H₂-molekulává.

A kvantumkémia tudománya abból a felismerésből fejlődött ki, hogy a kvantummechanika, amely eredetileg egyes fényjelenségek leírására szolgált, az egyedül alkalmas elméleti módszer a molekulák tulajdonságainak a megértésére. Ennek a tudományágnak egyik klasszikusa, Linus Pauling így beszél erről: „Az atomok elektronszerkezetének megértése szükséges ahhoz, hogy tanulmányozhassuk a molekulák elektronszerkezetét és a kémiai kötés természetét. Az atomok elektronszerkezetéről szerzett ismereteink pedig szinte kizárólag a gázok szinképének az elemzéséből származnak.”

Nem szeretnék a kísérleti kémiában tisztes eredményeket elért Humphry Davynek profétai képességeket tulajdonítani. Nem látható a száz évvel előre ezt a fejlődést. De annyit azért elismerhetünk talán, hogy – meglehetősen tudatlanok bátorságával – megérezte két, egymástól távolinak látszó jelenségkör szoros, mély összefüggését. Hogy fénynek és kémiának dolga van egymással. ✦

Hivatkozások

- Collected Works of Sir Humphry Davy, Vol II Smith, Eder and Co, Cornhill, London 1839 reprint kiadás: Thoemmes Press, Bristol 2001
David Knight, Humphry Davy : Science & Power, Blackwell, Oxford 1994
Mike Jay, The Atmosphere of Heaven : The Unnatural Experiments of Dr Beddoes and His Sons of Genius, Yale University Press, New Haven 2010
Linus Pauling, The Nature of the Chemical Bond, 3rd Edition, Cornell University Press, London 1960



BÓR JÓZSEF–HEGEDÜS TIBOR–JÄGER ZOLTÁN

Sikeres vöröslidérc-észlelések Bajáról

Mit hoz a 2015-ös évad?

Eredményessége igazolta a második magyarországi felsőlégköri optikai megfigyelőállomás létesítésének létjogosultságát Baján. A 2007 óta Sopronban működő észlelőrendszer kiterjesztéseként 2014 tavaszán a Szegedi Tudományegyetem Bajai Observatóriumába telepítettük a második kamerát, amelynek feladata a Közép-Európa fölött a sztratoszférában és a mezoszférában előforduló, elektromos eredetű tranzien্স légköroptikai jelenségek észlelése.

Vörös lidérek és társaik: a FEOEM-ek

A zivatarok elektromos aktivitásának a másodperc törtrésze alatt bekövetkező megnyilvánulásai a villámkisülések, amelyek intenzív hő- és hanghatásuk mellett rendkívül széles spektrumú elektromágneses sugárzást is kibocsátanak – ennek a látható tartományba eső része a kisülési csatorna vakító felfénylése. Eközben a szétválasztott elektromos töltések drasztikus átrendeződése következik be a zivatarfelhőben. Felhő-föld villámokat, vagy nagyobb távolságot átfogó felhővillámokat követően a zivatarfelhő egyes területein jelentős töltéstopplett alakulhat ki, amelynek elektromos tere a töltésgóctól távolabb is számottevő lehet. E „maradék” elektromos tér erőssége a zivatarfelhőben, illetve normál légköri nyomáson általában nem ér el akkora értéket, amely egy újabb villámkiülés bekövetkeztéhez szükséges. Azonban 50–80 km magasan a felhők fölött, a mezoszférában a tengerszintnél nagyságrendekkel alacsonyabb légsűrűség és nyomás mellett a természetes elektromos gázkisülések kialakulásához szükséges kritikus télerősség érték is kisebb. Ezért fordulhat elő, hogy egy-egy intenzív villámot követően egy nagyobb töltésgóc fölött 50–70 km-rel természetes kisülések következhetnek be. Az ilyen kisülések egyik formáját kísérő, legfeljebb néhány századmásodpercig észlelhető fényfelvilágás a vörös lidérc (red sprite) [Bór és Barta, 2011].

A vörös lidérc volt az első, zivatarok elektromos tevékenységétől eredő troposzféra feletti fényjelenség, amelynek a létezését hiteles felvételekkel igazolták. Az első felfedezés után főleg az 1990-es és az ezredfordulót követő években sorra számoltak be különböző újabb optikai jelenségek észleléséről, amelyek a sztratoszférában és a mezoszférában jelennek meg (lidércudvar – sprite halo, gyűrűlidérc – elves, troll és pálma lidérc – palm tree, valamint különböző kék és óriás nyalábok – blue/gigantic jets). E fényjelenségek közös tulajdonsága a rövid, túlnyomórészt egy másodpercnél jóval rövidebb optikai élettartam, továbbá hogy megjelenésük az elektromosan különösen aktív zivatarokban lejátszódó különböző töltésszétválasztási és töltésszállító folyamatok következménye. Ezért nevezzük ezeket összefoglalóan felsőlégköri elektro-optikai emisszióknak, röviden FEOEM-eknek (a szakirodalomban transient luminous events – TLEs) [Barta, 2011].

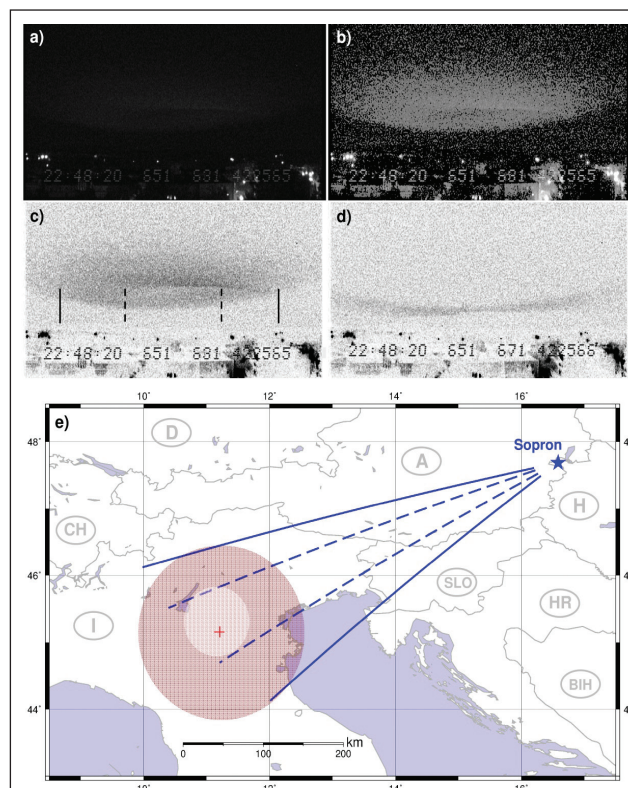
Érdekes is, szép is, de mire jó?

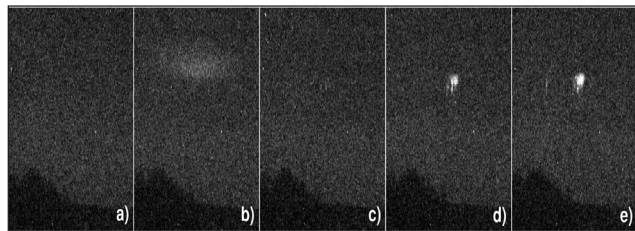
A FEOEM-ek jelentősége elsősorban az, hogy segítenek megismerni mind a kiváltó zivatarok és villámkisülések tulajdonságait, mind azoknak a légköri rétegeknek a sajátosságait amelyben megjelennek és/vagy amelyek a megjelenésükben szerepet ját-

szanak. Különösen a mezoszféra állapotának monitorozása jelent kihívást, mivel ebben a rétegben az alacsony sűrűségű atmoszféra nem ad kellő felhajtóerőt ballonok vagy repülőgépek számára, ugyanakkor a műholdak keringéséhez már túl nagy a közegellenállás fékező ereje. Ezt mutatja az is, hogy az atmoszférába érkező meteoritikus testek jelentős hányada ebben a rétegben izzik fel és ég el, mielőtt elérhetné a földfelszínt. A villámkisülések elektro-

1. ábra. Sopronból észlelt gyűrűlidérc 2014. július 18-án közép-európai idő szerint 00:48:20.651-kor. Az esemény első képkockája (a) eredeti felvételen, (b) digitális javított felvételen, illetve (c) javított és invertált felvételen. (d) Az esemény második képkockája javított és invertált felvételen. A képeken látható időbélyeg világitdőt (UTC) mutat.

A gyűrűlidérek optikai élettartama kevesebb, mint 1 ezredmásodperc. Ez az intervallum itt kivételesen éppen két képmező határára esett, így a megjelenés időpontja ezredmásodperces pontossággal ismert. (e) A c) képen ábrázolt irányok és a gyűrűlidérc hozzávetőleges kiterjedése. Piros '+' jelzi a kiváltó villám helyét, amelyben a kisülési áram csúcserőssége 585 kA volt. (A villámok túlnyomó többségében a kisülési áram csúcserőssége 20 kA alatti.) A jelenség aszimmetriája arra utal, hogy a kisülési csatorna nem volt teljesen függőleges





2. ábra. Különálló lidércudvar és az azt követő vörös lidérc Baján rögzített, egymást követő videó képmozói. A képmozók expozíciós ideje 20–20 ms. A b) képen látható felvétel 2014. június 18-án, helyi időben 02:56:31.206–226 között készült. A lidércudvar keltő felhő-föld villám 02:56:31.219-kor következett be és benne az áramerősség csúcsértéke +145 kA volt. A d) képmozón felfénylő vörös lidércet a 02:56:31.254-kor lecsapó, +74 kA-es felhő-föld villám váltotta ki

mágneses sugárzása és a zivatarok elektromos tere ugyanakkor kölcsönhatásban áll a Föld szabad töltött részecskékből álló plazmakörnyezetével. A villámlás közben keletkező alacsonyfrekvenciás rádióhullámok egy része a földfelszín és az ionoszféra alja által alkotott hullámvezetőben terjedve letapogatja a hullámvezető e két határtegyét [Price et al., 2007]. A valamivel magasabb frekvenciájú komponensek spektrális jellemzői a geomágneses erővonalak mentén haladva a Földtől távolabbi tartományok állapotára jellemző módon változnak meg [Lichtenberger et al., 2013].

Ezek a tulajdonságok a légköri elektromosságot alkalmassá teszik földi környezetünk állapotának és változásainak felmérésére, ami többek között az üridőjárás események (pl. napkitörések) lehetséges földi hatásainak a felmérésében, műholdas küldetések tervezésekor, illetve bolygók energiamérlegének tanulmányozásában játszik központi szerepet. A villámok ilyen alkalmazása azonban csak akkor valósulhat meg, ha a jelek forrástulajdonságait ismerjük és a környezet okozta hatásokat el tudjuk különíteni a mért adatokban. A villámok forrástulajdonságainak és a Föld-ionoszféra hullámvezető állapotának megismerését is szolgálja a FEOEM-ek vizsgálata, amelyben Magyarország is részt vesz.

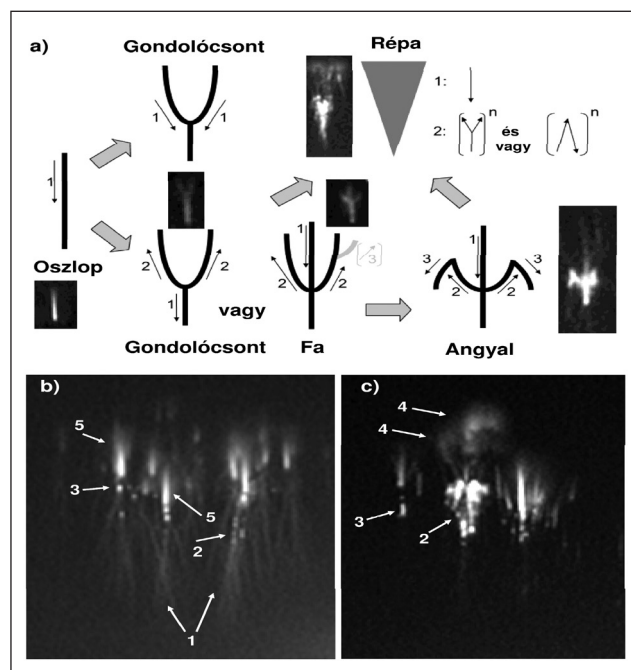
FEOEM-kutatás Magyarországon

Az MTA soproni székhelyű Csillagászati és Földtudományi Kutatóközpontjának Geodéziai és Geofizikai Intézetében folynak a témához kapcsolódó kutatások [Sátori et al., 2013]. A munka részét képezi a FEOEM-ek közvetlen, kamerákkal történő észlelése is. Sopronban egy kamera 2007 óta kémleli a Közép-Európa fölötti éjszakai égboltot a tavasztól késő őszig tartó zivataros időszakban, elektromos eredetű természetes gázkiszülési jelenségek megfigyelése céljából. A távolról vezérelhető észlelőrendszer évente kb. 100–300 eseményt rögzít, amellyel a térségben működő néhány hasonló (nem magyarországi) FEOEM-megfigyelőhely között eddig a legeredményesebb volt.

A telepítés óta alig néhány gyűrűlidércet fényképezett a kameránk, annak ellenére, hogy a világűrből folytatott megfigyelések szerint ez az emissziótípus talán a leggyakrabban előforduló FEOEM-változat. A kisszámú észlelés egyik oka, hogy a gyűrűlidércek viszonylag halványak, ugyanakkor a leg-rövidebb optikai élettartamúak. A kevesebb, mint 1 ezredmásodpercnyi felfénylésből csak kevés foton éri a kamera fényérzékelő chipjét, ami gyakran nem elég, hogy a rendszer észlelje az eseményt (1. ábra). A fényesebb gyűrűlidércet kiváltó legimpulzívabb és legnagyobb kezdeti áramerősségű villámok

gyakrabban fordulnak elő nyílt vízfelület (elsősorban tengerek és óceánok) fölött [Chen et al, 2008]. Közép-Európában már csak ezért is találkozhatunk ritkábban ezzel az emissziótípussal.

Valamivel gyakrabban, néhányszor 10 alkalommal került lencsevégre különálló lidércudvar, amely szintén a kiemelkedően impulzív villámok következménye (2. ábra). Ennél jóval gyakrabban mutatkozott ez az emissziótípus vörös lidérekkel együtt. A vörös lidérek testét alkotó kiszülési csatornák a megfigyelések szerint kialakulhatnak a légkör olyan mezoszférikus inhomogenitásaiból is, amelyeket egy lidércudvar-típusú kiszülés előgerjeszt [Kosar et al., 2013]. A vörös lidérc kialakulása így közvetlenül követi a lidércudvarét. Ilyen esetekben a két jelenség a 16–20 ezredmásodperces expozíciójú normál váltottoros video képmozókön nem különül el, hiszen a lidércudvar optikai élettartama alig 1–2 ezredmásodperc és a vörös lidérc kialakulása sem tart tovább néhány ezredmásodpercnél.



3. ábra. (a) Vörös lidérek jellemző alakjai és az ezeket kialakító kiszülési frontok terjedésének irányai. A számok a kiszülési frontok megjelenésének egymásutánosságára utalnak. (b)-(c) Vörös lidérek különböző gyakorisággal megfigyelhető alakijegyei: 1. indák (tendrils), 2. gyöngyök (beads) a lidérek indái mentén vagy a fényes testben, 3. foltok (spots) közvetlenül a fényes lidérc test alatt, 4. puffok (puffs), 5. parázslás (glow) a fényes test körül

A Közép-Európában rögzített FEOEM-ek túlnyomó többsége vörös lidérc. E FEOEM típus egyedei gazdag alakú változatosságot mutatnak a gyűrűlidérek és a lidércudvarok állandó fánk, illetve folt formájához képest. Az utóbbi két emisszió megjelenése elsősorban arra utal, hogy a kiváltó villámban az áramlökés nagysága és időtartama meghaladott egy-egy megfelelő határértéket (amelyek több környezeti tényezőtől is függhetnek). A vörös lidérek alakja és különböző alakijegyeinek megjelenése azonban összefüggésben lehet a kiváltó villámban a kiszülési áram erősségének változásával, illetve a zivatarfelhőben a töltések eloszlásával, a mezoszféra irregularitásaival, sőt akár az alsó ionoszféra állapotával is. Ezt támasztja alá az a nagy se-

bességű videofelvételek elemzéséből származó megfigyelés is, hogy a vörös lidérceket az éjszakai égboltra rajzoló kislülei frontok több hullámban jelenhetnek meg és ezekben a hullámokban a kislülei frontok terjedési iránya általában különböző [Bör et al., 2013].

Az első néhány észlelési évben rögzített több száz soproni felvétel feldolgozásából származó első számottevő eredmény a térségben megjelenő vörös lidércek osztályokba sorolása az emisszió lényegi alakja szerint és a kislülei frontok jellemző szekvenciáinak alaki osztályokhoz való rendelése. Megtörtént a nem állandó alaki jegyek számbavétele és az események megjelenési tulajdonságainak statisztikai jellemzése is (3. ábra). Az eredmények rámutatnak például, hogy a vörös lidércek inkább csoportban jelennek meg, mint magányosan; a leggyakrabban előforduló alak az egyszerű oszlop, illetve a kevesebb elemet számláló csoportok között fordulnak elő a leghosszabb optikai élettartamú események [Bör, 2013].

Szintén mindössze néhány kivételes esetben egy ritka FEOEM-típusnak, a trollnak (a jelenség hasonló fizikai eredetű másik változata a pálmalidérc) a megjelenését is rögzítette a soproni kamera (4. ábra) [Mlynarczyk et al., 2015]. Ennek a létrejöttét a közvetlen előtte megjelenő vörös lidércek vagy óriás nyalábok



4. ábra. Sopronból észlelt komplex FEOEM-eseménysorozat fényességértartott integrált felvétele 2013. augusztus 7-én közép-európai idő szerint 00:34:06.959 és 00:34:07.399 között rögzítve. A troll nyaláb megjelenése a kb. 400 ms alatt egymást követően feltűnt 4 vörös lidérc csoportot követte. A vörös lidércekhez képest halvány, ritka jelenséget a képen fehér ellipszis jelöli. A teljes komplex esemény összességében egy kb. 50 km x 150 km-es nagyságú terület fölött játszódott le

testében folyó áramok által módosított elektromos környezet teszi lehetővé. Önálló jelenségeként nem figyelhető meg, ezért tartozik az ún. másodlagos FEOEM-ek közé. Megjelenése egyrészt a zivatarfelhőben működő töltésszétválasztó folyamatok intenzitására utal, másrészt azt mutatja, hogy a megelőző (általában összetett) vörös lidérc esemény nagyobb térrészben számottevő hatással volt a környezetére: gyakorlatilag ideiglenesen lejjebb szállította az ionoszféra alsó határrétegét [Lee et al., 2012]. Az ilyen események jelzik, hogy a villámok és a zivatarvekenység hatása explicit módon megjelenhet a légkör különböző tartományaiban. E hatások jelentőségének és következményeinek felmérése a kapcsolódó kutatómunka egyik fő célkitűzése.

Észlelések 2014-ben

A tudományos kutatómunka két fő pillére a FEOEM-kutatás esetében is egyrészt észlelési és kísérleti adatok gyűjtése, másrészt a megfigyelések jellemzőinek fizikai modellek segítségével való értelmezése. A vörös lidércekhez hasonló, nem túl gyakran és könnyen megfigyelhető, ugyanakkor jellemzően változatos természeti jelenségek tulajdonságainak vizsgálatában nagy szerepe van a statisztikai módszereknek. Statisztikai elemzéssel megbízható eredmények azonban csak kellő számú észlelés esetén

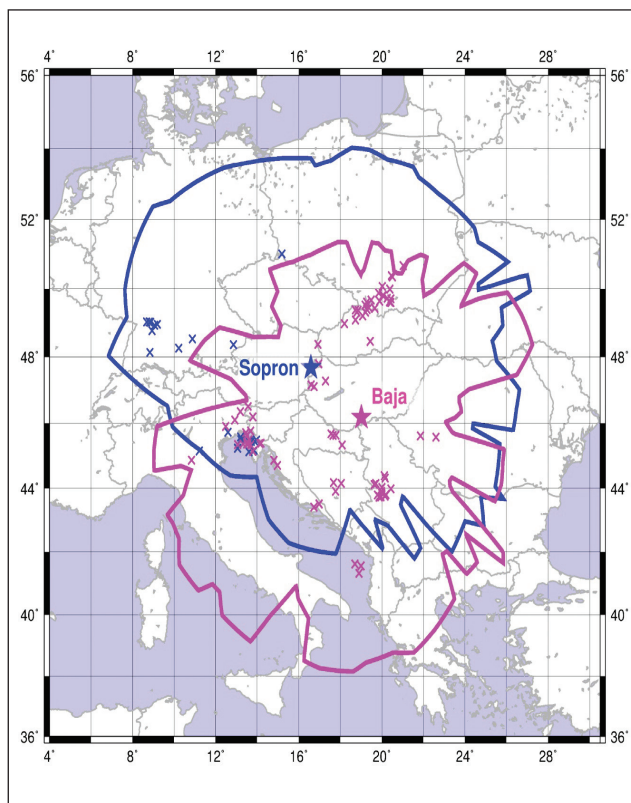
kapathatók. Ezért törekszünk arra, hogy a megfigyelési területen előforduló zivatarok fölött a FEOEM-előfordulásokat mind teljesebb mértékben dokumentáljuk.

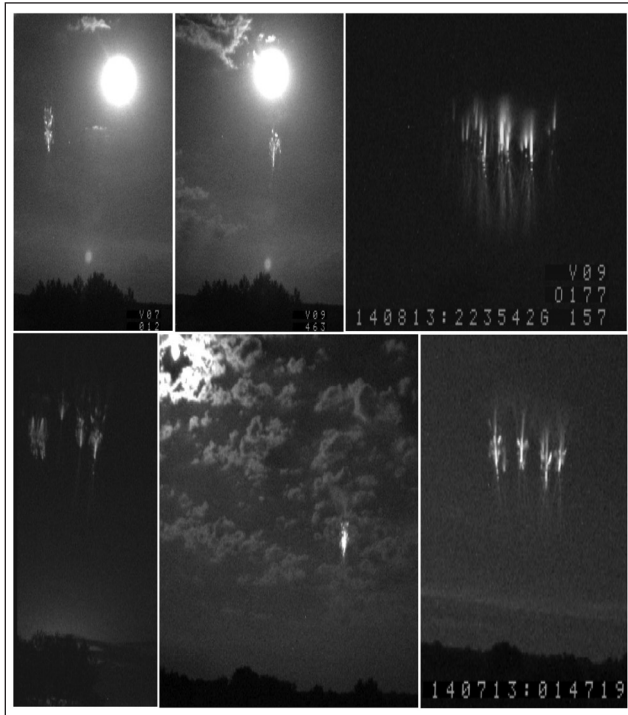
Sikeres észlelések végzéséhez azonban a megfelelő eszközpark és az emberi erőforrások mellett nem tervezhető feltételeknek is teljesülnie kell. Ilyen feltétel például a jó látási viszonyok megléte. A megfigyelőhely fölötti, illetve a megfigyelendő események irányában húzódó felhőzet és csapadék a tapasztalat szerint viszonylag gyakran korlátozza az észlelőt. Az ebből eredő hátrányt csökkentheti, ha ugyanazt a térrészt több észlelőhelyről is meg lehet figyelni.

Ebből a megfontolásból telepítettünk egy második, ugyancsak távolról vezérelhető optikai megfigyelőrendszert Bajára, a Szegedi Tudományegyetem Bajai Observatóriumába. Az első soproni rendszer és az új kamera észlelési tartománya között jelentős átfedés van, ugyanakkor elsősorban dél-délnyugati irányban a bajai rendszernek köszönhetően Európa további területei fölött vált lehetővé a FEOEM-ek szervezett megfigyelése Magyarországról (5. ábra).

A 2014-es év időjárása nem volt kedvező FEOEM-észlelések végzéséhez. Amíg 2012-ben és 2013-ban június és szeptember között 299, illetve 309 FEOEM-et rögzített a soproni kamera, addig 2014 májusa és novembere között mindössze 32-t! A sikeres észlelések ilyen alacsony száma csak részben volt írható a 2014-ben egyébként általában is kevesebb zivataros nap számlájára. Ezt támasztja alá, hogy ugyanebben az időszakban a bajai rendszer 126 FEOEM-et észlelt (6. ábra) úgy, hogy a Baján rögzített események nagyobb része elvileg Sopronból is

5. ábra. Optikai észlelési tartomány Sopronból és Bajáról, amely fölött az 50-90 km-es magasságtartomány teljes egészében megfigyelhető. A tartományok határát jelző vonallal egyező színű keresztek az egyes állomásokról 2014-ben észlelt FEOEM-ek azonosított keltővillámainak a helyét jelölik





6. ábra. Bajáról észlelt látványos vörös lidércek 2014-ben

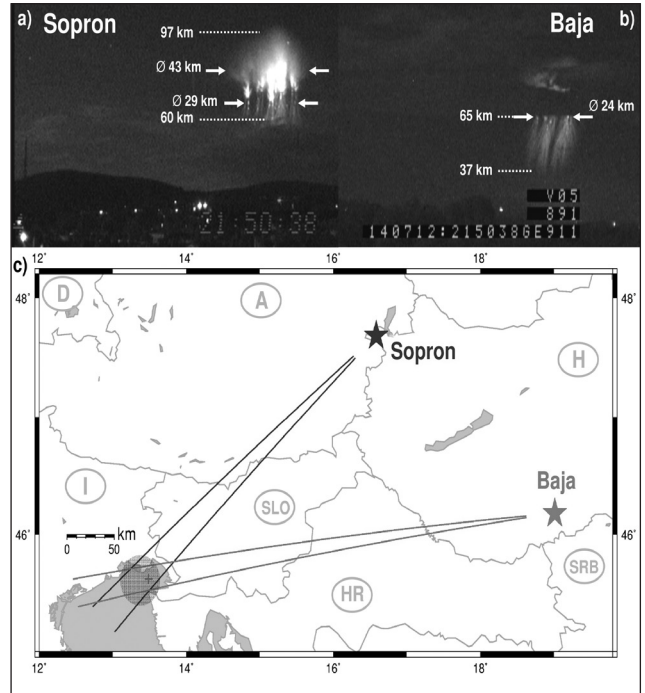
látható lett volna. Az új állomás kiemelkedő sikere önmagában is kétséget kizáróan igazolja a második rendszer felállításának a létjogosultságát.

A második észlelőegység felállításának azonban további előnyei is vannak. Ezek egyike, hogy ha legalább két megfigyelési helyről készült felvétel is rendelkezésre áll ugyanarról a jelenségről, akkor annak helye, magassága és kiterjedése geometriai háromszögelés segítségével minden közelítéstől mentesen pontosan meghatározható (7. ábra). Ezeknek az információknak kiemelkedő szerepük van a FEOEM-ek fizikai tulajdonságait leíró modellek pontosságának ellenőrzésében. A háromszögeléssel történő helymeghatározás a csillagászatban is elterjedt megoldás, pl. felfénylő meteorok, tűzgömbök pályájának a meghatározására és az ott alkalmazott eljárások felhasználhatók a FEOEM-felvételek kiértékelésénél is.

A munka folytatódik

FEOEM-észleléseinket 2015-ben és az elkövetkező években is szeretnénk folytatni. Az új felvételektől nemcsak azt reméljük, hogy az eddigi statisztikai kiértékelések eredményeinek megalapozottságát növelik, hanem további kutatómunka alapjául is szolgálnak. Európában több villámészlelő hálózat is működik, amely kiváló területi lefedettséggel és nagy biztonsággal észleli az egyes villámkísüléseket. Ezek a hálózatok a villámok földrajzi helyén kívül információt szolgáltatnak pl. a kísülési áram maximális értékére, a villám típusára (felhő-föld vagy felhőn belüli) vonatkozóan, illetve arról is, hogy felhő-föld villám esetén a zivatarfelhőben milyen előjelű töltésgóc vett részt a kísülési folyamatban. Ezeknek az információknak és a villám által kiváltott FEOEM optikai, illetve alakai tulajdonságainak az összevetésével megtalálhatók a villámok azon jellemzői, amelyek a felsőbb légrétegekben kiváltott különböző elektromágneses hatásokért leginkább felelősek.

A Magyarországról származó FEOEM-észleléseket rendszeresen továbbítjuk az EuroSprite európai adatbázisba is (www.electricstorms.net), ahol a többi európai észlelést kiegészítve egy átfogóbb, nemzetközi kutatási projekt részévé válnak. Az atmoszféra különböző rétegei közötti, zivatartevékenységhez köthető elektromágneses csatolási mechanizmusokat vizsgáló kezdeményezés (TEA-IS – Thunderstorm Effects on the Atmosphere-



7. ábra. Sopronból (a) és Bajáról (b) észlelt vörös lidércek 2014. július 12-én közép-európai idő szerint 23:50:38,921-kor +/-10 ms. A képeken látható időbélyeg világitdőt (UTC) mutat. A soproni felvétel bal szélén a 153 m magas tévétorony látható. A képeken az esemény geometriai háromszögelés után meghatározott kiterjedései és a látható részek magasságtartományai szerepelnek. c) A vörös lidérc helyének meghatározása háromszögeléssel. A Sopronból húzott irányok az a) képen az emissziók alsó látható részének fehér nyilakkal jelölt széleihez tartoznak. A Bajáról húzott irányok az emissziók alsó részének legmagasabb, szintén fehér nyállal jelzett széleihez tartoznak. A felt mérete és elhelyezkedése az emisszió felső részén az a) képen fehér nyilakkal jelölt legnagyobb kiterjedésének felel meg. A '+' jelöli a vörös lidérct kiváltó, +107 kA csúcsáramú felhő-föld villámot, amelyet helyi időben 23:50:38,927-kor regisztráltak. A magas csúcsáram-érték és a nagy kiterjedésű diffúz parázslás kb. 80 km-es magasságban egyértelműen arra utal, hogy lidércudvar és vörös lidércek együttes megjelenését látjuk

Ionosphere System) a közeljövőben a Nemzetközi Űrállomásra telepítendő (ASIM) mérőegység, illetve az önálló TARANIS műhold észleléseihez kapcsolódó átfogó, földfelszínről és magából a légkörből (pl. ballonos mérésekkel) folytatott kiegészítő mérési kampányt koordinálja. A küldetések célja, hogy felmérjék az atmoszféra különböző rétegeinek szerepét a világűr és a földfelszín közötti sugárzás és részecske transzportfolyamatokban a világűrbeli és a Föld közeléből folytatott egyidejű észlelések összevetésével.

Mit hoz a 2015-ös év a FEOEM-ek közép-európai észlelésének terén? A kérdés nyitott. Annyi azonban bizonyos, hogy az előző év anomálishan alacsony FEOEM-aktivitása után különös várakozással pásztázzák kameráink a soproni és a bajai horizontot. *

Köszönetnyilvánítás

Bór József köszönetet kíván mondani Döbrentei Lászlónak a bajai észlelőrendszer összeállításában nyújtott segítségével. Az írás az MTA Bolyai János Kutatási Ösztöndíj és az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával (TÁMOP-4.2.2.C-11/1/KONV-2012-0015 számú „Föld-rendszer” projekt) készült. A témához kapcsolódó nemzetközi kutatási együttműködés az European Science Foundation TEA-IS programjának támogatásával vált lehetségessé.

Irodalom

- Barta Veronika, 2011, Káprázatos jelenségek a viharfelhők fölött, Természet Világa, 142. évfolyam, 7. szám
- Bór József, Barta Veronika, 2011, Vörös lidércek - gigantikus „tűzijáték” a felsőlégkörben, Fizikai Szemle, LXI. évfolyam 10. szám, pp. 343-349.
- Bór J., 2013, Optically perceptible characteristics of sprites observed in Central Europe in 2007-2009, Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics, 92: pp. 151-177, doi: 10.1016/j.jastp.2012.10.008
- Bór József, Barta Veronika és Satori Gabriella, 2013, Szemelvények a felsőlégköri elektro-optikai emissziókkal kapcsolatos kutatások utóbbi eredményeiből, Űrtan Évkönyv 2012 / Asztronautikai Tájékoztató, 64. sz., pp. 91-95.
- Chen, Alfred B.; Kuo, Cheng-Ling; Lee, Yi-Jen; Su, Han-Tzong; Hsu, Rue-Ron; Chern, Jyh-Long; Frey, Harald U.; Mende, Stephen B.; Takahashi, Yukihiko; Fukunishi, Hiroshi; Chang, Yeou-Shin; Liu, Tie-Yue; Lee, Lou-Chuang, 2008, Global distributions and occurrence rates of transient luminous events, J. Geophys. Res., 113, A08306, doi:10.1029/2008JA013101.
- Kosar, B. C., N. Y. Liu, and H. K. Rassoul, 2013, Formation of sprite streamers at subbreakdown conditions from ionospheric inhomogeneities resembling observed sprite halo structures, Geophys. Res. Lett., 40, 6282-6287, doi:10.1002/2013GL058294.
- Lee, L.-J., S.-M. Huang, J.-K. Chou, C.-L. Kuo, A. B. Chen, H.-T. Su, R.-R. Hsu, H. U. Frey, Y. Takahashi, and Lee, L.-C., 2012, Characteristics and generation of secondary jets and secondary gigantic jets, J. Geophys. Res., 117, A06317, doi:10.1029/2011JA017443
- Lichtenberger János, Mark A. Chilverd, Balázs Heilig, Massimo Velante, Jyrki Manninen, Craig J. Rodger, Andrew B. Collier, Anders M. Jorgensen, Jan Reda, Robert H. Holzworth, Reinhard Friedel and Mea Simon-Wedlund, 2013, The plasmasphere during a space weather event: first results from the PLASMON project, J. Space Weather Space Clim., Volume 3, A23, doi: 10.1051/swsc/2013045
- Mlynarczyk, J., J. Bór, A. Kulak, M. Popek, and J. Kubisz, 2015, An unusual sequence of sprites followed by a secondary TLE: An analysis of ELF radio measurements and optical observations, J. Geophys. Res. Space Physics, 120, doi:10.1002/2014JA020780.
- Price, C., O. Pechony, E. Greenberg, 2007, Schumann resonances in lightning research, Journal of Lightning Research 1: 1-15.
- Satori, G., Rycroft, M., Bencze, P., Márcz, F., Bór, J., Barta, V., Nagy, T., Kovács, K., 2013, An Overview of Thunderstorm-Related Research on the Atmospheric Electric Field, Schumann Resonances, Sprites, and the Ionosphere at Sopron, Hungary, Surveys in Geophysics, Volume 34, Issue 3, 2013, Pages 255-292, doi: 10.1007/s10712-013-9222-6

HARANGI SZABOLCS

Tűzhányó-hírek

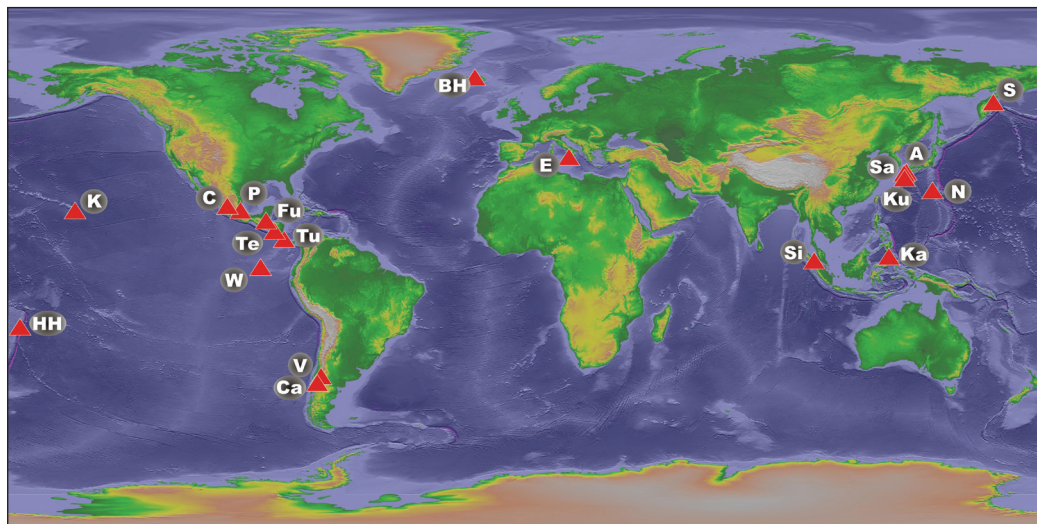
2015. első fél éve

2015 első hónapjai nem szűkölködtek vulkáni eseményekben. Hatalmas kitörések, újabb településeket eltüntető, pusztító vulkáni események, új sziget keletkezése, az eget vörösbe borító tűzhányó – bőven van miről beszámolni! Mindeközben kerek évfordulók hívták fel a figyelmet arra, hogy fontos a felkészülés a jövőbeli vulkánkitörésekre és azok távoli hatásaira. A Tambora 1815. áprilisi kitörésével, annak következményeivel korábbi lapszámunkban foglalkoztunk. Emellett az Egyesült Államok nyugati partvidékén zajló két XX. századbeli vulkáni esemény is alkalmat adott gondolkodásra. A Cascade-hegyvonulat több mint egy tucat potenciálisan aktív tűzhányója közül, a kaliforniai Lassen Peak 1915. május 22-én hatalmas robbanásos kitöréssel figyelmeztetett, hogy Kaliforniában nem csak a földrengésveszélyeztetettséggel kell foglalkozni. A Washington államban lévő Mt. St. Helens 1980-ban szintén hosszabb szunnyadás, több, mint egy évszázados nyugalom után éledt fel és megdöbbentette az amerikai népet: vulkánok nem csak a Hawaii-szigeteken vannak és nem csak úgy működnek, ahogy a Kilauea területén. Az 1980. május 18. kora reggeli kitörés során az egykor szabályos vulkáni kúp egyik oldala lecsúszott és oldalirányba mindent elsöpítő robbanásos kitörés tarolt le 30 négyzetkilométernyi térséget. Az amerikai kormány ennek kapcsán döbrent rá arra, hogy nagyobb anyagi támogatást kell nyújtani a vulkáni veszély előrejelzésére (az amerikai kutatók már korábban jelezték, hogy a Mt. St. Helens még a századforduló előtt nagy valószínűséggel ki fog törni) és tizenkétszeresére emelték éves költségvetésüket. Vajon mindig katasztrófák kellenek ahhoz, hogy a döntéshozók felismerjék a vulkanológia társadalmi fontosságát?

Bőven voltak események 2015. első felében, szerencsére komolyabb következmények nélkül. Most csak néhányat emelünk ki részletes beszámolóval, a többi aktív tűzhányót a szokásos térképen tüntetjük csupán fel. A friss híreket továbbra is a Tűzhányó blogon (<http://tuzhanyo.blogspot.hu>) és annak Facebook oldalán követhetik nyomon.

Kilauea, Hawaii, USA

Úgy tűnik, Pahoa település fellélegezhet, a Pu'u'Ō'ō vulkáni kúp északkeleti peremén felnyíló hasadékból 2014. június 27-én elindult lávafolyam frontja megállt. A vulkáni működés azonban folytatódik, a veszély nem múlt el. A tűzhányó oldalából továbbra is ömlik a láva, a friss kőzetolvadék a pahoehoe lávamező lávaalagútjaiban nyomul előre, majd bukkan ki kisebb lávanyelvekben egyelőre a lávafolyam felső részein. Közben, május elején hatalmas dugók alakultak ki a Hawaii Vulkanok Nemzeti Parkja felé vezető utakon. Mindenki egy különleges esemény színpompás folyamatának pillanatait igyekezett elkapni. Április végén a Kilauea kaldera belsejében lévő Halema'uma'u beszakadásos kráterben egyre magasabba emelkedett a látató szintje. 2010 márciusában a látató szintje még 200 méter mélységben volt, egy éve pedig 55 méter mélyen. A látató szintje idén áprilisban azonban egyre emelkedett és május első napjaiban túlsordult a kis krá-



A cikkben felsorolt vulkánok elhelyezkedése, nevük kezdőbetűivel (további működő tűzhányók: C=Colima, P=Popocatépetl, Fu=Fuego, Te=Telica, Tu=Turrialba, Ka=Karangetang, Sa=Sakurajima, A=Aso, N=Nishinoshima, S=Sívelucs)

ter peremén és szétterült a kráter alján. Közben kisebb-nagyobb közzestestek szakadtak be a lávatóba, ami látványos robbanásos kitöréseket okozott. A láva túlsordulása több, mint 8 méter vastag lávagallért hozott létre. Aztán hirtelen minden megváltozott. A lávató szintje rohamosan csökkenni kezdett és május 15-re, nem egészen egy hét alatt 60 méterrel süllyedt a kráterperem alá. Ez alatt megerősödtek a földrengések, mind a központi kaldera alatt, mind a két irányba nyúló hasadékvonulat mentén. A szakemberek izgalommal figyelték, merre haladnak az események, végül megnyugodott Pele lakhelye. Ezek a folyamatok azonban jelzik, hogy a Kilauea területén sok mindenre oda kell figyelni egyszerre és fél szemmel azt is látni kell, hogy a hatalmas Mauna Loa alatt is időközönként pattannak ki földrengésrajok, emelkedik a széles pajzsvulkán felszíne, azaz nyomulnak fel újabb és újabb magmacsomagok, hogy aztán 1984. után újra működésbe lépessék a Föld legnagyobb tűzhányóját. Izgalmas kérdés, hogy ez mikor következik be!

Wolf, Galápagos-szigetek, Ecuador

A Wolf vulkán kalderaperemén május 25-én, 33 év szünet után nyílt fel egy hasadék és indult el vulkáni működés. A kitörésnek nem volt sok előjele. Az első egyértelműen észlelhető földrengést helyi idő szerint 0:50-kor jelezték a szeizmogramok, majd 1:58-kor egy erőteljes, 4,7 magnitúdójú, 10 km fészekmélységű földrengés kíséretében indult meg a működés. Izzó lávacafatok csaptak fel, a hamufelhő 10–15 km magasra emelkedett. Az első, éjjel készült képek vöröslőn izzó hegyoldalt, magasba emelkedő lávafüggőnyt, több ágban leereszkedő lávafolyamot mutattak. A hajnali órákban végzett repülőgépes megfigyelések szerint egy közel 1 km hosszú hasadékból csaptak fel a lávacafatok, majd sebesen indultak le a lávafolyamok a pajzsvulkán délkeleti oldalán. Az éjjeli órák alatt már közel 5 kilométer távolságra jutottak, május 28-án érték el a partvidéket és folytak a Csendes-óceánba. Az első híradások aggódóan számoltak be arról, hogy veszélyben lehet a csak itt élő különleges rózsaszín leguán (Iguana rosada), azonban rövidesen kiderült, hogy szerencsére nincs erről szó. A Wolf vulkán a Galápagos-szigetek legnagyobbik szárazföldjén, az Isabela sziget északi részén helyezkedik el. A meredek (helyenként 35 fokos szögben dőlő) lejtőin a lávafolyamok gyorsan

elérhetik a tengert. Az 1982-es lávaöntő kitörés szintén a délkeleti oldalban lévő hasadékrendszeren kezdődött, majd néhány nap múlva leállt. Ezt követően, egy kis szünet után azonban a csúcsi területen folytatódott tovább a vulkáni működés, mégpedig jóval intenzívebben. A kaldera belsejében több ponton csaptak fel lávaszökőkutak, a lávafolyam pedig 6 négyzetkilométer nagyságú területet fedett be, a kalderaalapot felét. A kitörés egy héten keresztül tartott. Nem kizárt, hogy hasonló recept szerint zajlik a mostani kitörés is. Kisebb szünet után,

június közepén a műholdas hőérzékelő felvételek a kalderában mutattak izzást, azaz úgy tűnik, hogy az óceán vizébe folyó lávafolyammal sok turistát csalogató kitörés ismét a kaldera belsejében folytatódik.

Villarica, Chile

Chile egyik legaktívabb tűzhányója március első napjaiban látványos előadást tartott. Néhány héten keresztül kisebb lávatűzijáték-kitörések zajlottak a szabályos kúp alakú tűzhányó kráterében, majd február utolsó napján jelentősen erősödtek a földrengések. A kráterben lévő lávató szintje emelkedni kezdett és március 3-án már a legmagasabb készülségi fokozatot adták ki. A tűzijátékszerű kitörések egyre magasabbra repítették a lávacafatokat, majd következett a különleges paroxizmus, a lávaszökőkút 1,5 kilométer magasba csapott fel, mint valami monumentális fákllya. A kapcsolódó vulkáni hamuanyag 6 kilométer magasba emelkedett. A tűzhányó környezetéből közel 4000 embert telepítettek ki. A forró vulkáni hamu felolvasztotta a hegyet borító havat és iszaparak, laharok indultak el lefelé a meredek lejtőkön. Ezt követően, lecsitult a vulkáni működés intenzitása, de továbbra is zajlanak stromboli-típusú kitörések, fluktuáló lávatószinttel a kráterben. Esténként mindez parádés módon festi vörösre a magasba törő vulkáni kúp felett gyakran kialakuló lencsefelhőket.

Calbuco, Chile

A chilei tűzhányók sokszor nagyon gyorsan ébrednek és tüzelnek! 2008-ban a Chaiten vulkán úgy ébredt hatalmas robbanással, hogy először a szakemberek sem tudták, melyik vulkán tört ki. Csupán néhány óras előjelet adott hatalmas kitörése előtt. Most, az utóljára 1972-ben aktív Calbuco tett hasonlóképpen. Április 22-én, délután fél 6-kor tört ki váratlanul úgy, hogy csupán egy rövid földrengésraj előzte meg mindössze 2 órával a kitörést. Nem volt különösebb előjel, a szakemberek inkább a közeli Villarica folyamatos és látványos kitörését figyelték. A vulkáni hamuanyag elementáris erővel tört ki a tűzhányóból és jutott fel több, mint 15 kilométer magasba, elérte a sztratoszféra alsó részét, ahol szélesen szétterült. A lemenő nap fantasztikus színekbe festette a kitörési felhőt. Mintegy másfél óra után kicsit elcsendesedett a vulkán, majd éjfélét követően egy erősebb robbanásos kitörés kezdődött. A pliniusi kitörési felhőben villámok ci-

káztak, még félelmetesebbé téve az éjszakát. A vulkántól délre található a közel 200 ezer lakosú Puerto Montt, szerencsére azonban a népes várost kevéssé érte a hamuhullás, inkább az északi területeken okozott gondot. Több ezer embert telepítettek ki a tűzhányó környezetében, a településeket, a termőföldeket szürke hamulepel borította be. A második kitörés bő hat órán keresztül tartott. A későbbi légi megfigyelések szerint hat kürtöböl hőmpölygött ki a vulkáni hamuanyag. A vulkán oldalán futó völgyekben piroklastárak, majd a megolvadó hó vizével keveredő vulkáni hamuval iszapárak zúdultak le. Az előbbiek 7 kilométer, az utóbbiak 15 kilométer távolságra jutottak el. Csak a szerencsének köszönhető, hogy nem voltak áldozatok! Az egyik völgyben kirándulók még éppen felvették a kitörés kezdetét, azonban rögtön menekülni kezdtek és ennek köszönhetik életüket. Nem sokkal később ugyanis a látványos vizesést is magába foglaló völgyben egy mindent elsodró piroklastár rohant le.

A vulkáni hamu észak-északkeleti irányba sodródott tovább és a műholdas felvételeken messze követhető volt, egészen Afrika keleti partvidékéig. Chile mellett Argentína nyugati részén is súlyos helyzetet teremtett a vulkáni hamueső. Be kellett zárni egy lazacfeldolgozó üzemet, termékek mentek tönkre, ivóvizek szennyeződtek el. A kitörés során jelentős mennyiségű kén-dioxid is a légkörbe jutott, mégpedig több, mint 20 kilométer magasba, a sztratoszférába is. A számítások szerint mintegy 0,3–0,4 millió tonna kén-dioxid gáz került a felszínre. A kitörés változó erősséggel május közepéig tartott.

Bárdarbunga-Holuhraun, Izland

Az izlandi Holuhraun területének (vagy a Thor Thordarson által javasolt neve szerint, Normhraun, azaz Boszorkány kitörés) lávaöntő kitörése Izland elmúlt évszázadainak egyik legnagyobb kitörésévé nőtte ki magát. A Vatnajökull jégtakarótól északra elterülő lávamezőn nyílt hasadékból 1,4 köbkilométer mennyiségű bazaltos kőzetolvadék nyomult ki, a láva 85 négyzetkilométer nagyságú területet fedett be. A hasadék környezetében vastagsága a 30 métert is meghaladta és a peremi részén is több méteresre duzzadt. A vulkáni működés egyik fő veszélyforrása a felszínre jutó jelentős mennyiségű gáz volt. Naponta átlagosan 20–60 ezer tonna kén-dioxid jutott a légkörbe, amit a változó szélirány Izland különböző települései felé sodort, több helyen jelentős légszennyezettséget okozva. Mit jelent ez a mennyiség? Európa napi ipari kén-dioxid-kibocsátása 14 ezer tonna körüli, azaz



A Halema'uma'u kráter április 30-án (a színültig tele és túlcsoordult látatóval) és június 9-én (ekkor a látató szintje 60 méterrel volt a kráterperem alatt)
(Fotók: USGS HVO)

azaz úgy tűnik, megáll a folyamat. Úgy vélte, hogy a süllyedés és a hasadék menti lávaöntő kitörés között szoros kapcsolat van, azaz a Bárðarbunga alatt zajlik a magma felnyomulása, majd a kőzetolvadék a jelentős méretű magmakamrából északkeleti irányú hasadékrendszerbe folyik tovább. Minél több olvadék csatornázódik oldalirányba, a keletkező mélybeli anyaghiány miatt annál jobban süllyed a központi vulkán felszíne. Sigurdsson és Stephen Sparks, az idén Vetlesen-díjjal, a „földtudományi Nobel-díjjal” kitüntetett neves angol vulkanológus ezt a folyamatot már 1978-ban feltételezte az izlandi vulkáni rendszerek esetében, azonban most nyílt először alkalom arra, hogy ezt a hipotézist tesztelni lehessen. Sigurdsson október végén közölte, hogy számításai szerint március első napjaiban vége lesz a lávaöntő kitörésnek. Akkor még intenzíven zajlott a vulkáni működés, így sokan kételkedtek az ilyen pontos előrejelzésben. Végül jóslata bevált, mégpedig csak néhány nappal eltéréssel. Mondhatni, példa nélküli mindez, először fordult elő, hogy egy folyamatosan zajló vulkáni működés végét előre lehetett jelezni.

Etna, Szicília, Olaszország

A december végi kitörés után február első napjaiban ismét magára vonta a figyelmet Szicília hatalmas tűzhányója. Előjel nem sok volt, a földrengés amplitúdója hirtelen kezdett emelkedni január utolsó napján, a felhők takarásában azonban nem sokat lehetett látni, mi

jóval elmarad attól, amit az izlandi vulkáni működés produkált. A kén-dioxid gázok a téli időszak alatt a hótakaróba jutva kénsavvá alakultak, kérdés, hogy a hóolvadás során ez a szennyező anyag miként hat majd a környező élővilágra. A lávaöntő kitörés február végén fejeződött be, szinte napra pontosan akkor, amit Haraldur Sigurdsson izlandi vulkanológus még hónapokkal korábban megjósolt. A vulkáni működés egy izgalmas eseménye a kitörés helyétől 50 kilométer távolságban lévő Bárðarbunga kaldera folyamatos süllyedése volt. A vastag jégsapkával fedett vulkán felszíne több, mint 50 métert süllyedt a vulkáni működéssel egy időben. Ilyen esemény meglehetősen ritkán figyelhető meg, ezért ennek különleges jelentősége volt. Sokan aggódtak, hogy a meggyengült vulkáni rendszeren keresztül kirobbanhat a magma, ami keveredve a megolvadó jég vizével heves robbanásos kitörést okozhat. A kalderasüllyedés mértéke kezdetben igen gyors volt, napi több méter, majd lassulni kezdett. Sigurdsson felfigyelt arra, hogy a napi süllyedés adatai matematikai képletbe foglalhatók és egy exponenciális görbét adnak ki, ami kb. 180 nap után ellaposodik,

zajlik a vulkán csúcán. Az éjjeli órákban felderengő vörös fénnyel azonban egyértelműen jelezte, hogy már zajlanak a kitörések. Lassan kitisztult az idő és már messziről is látni lehetett az Új-Délkeleti kráter vulkáni kúpjának oldalából kiömlő és lassan lefelé ereszkedő lávafolyamot. Február 2-án a láva frontja már csak 300 méterre volt az Etna körül futó erdei kiránduló ösvénytől. A kitörés azonban, amilyen gyorsan indult, olyan gyorsan be is fejeződött, szerencsére komolyabb következmények nélkül.

Május közepén ismét kitört az Etna! A hónap első napjaiban egyre sekélyebb mélységből kiinduló földrengésjelek érkeztek, ami arra utalt, hogy elindult egy magmatömeg a felszín felé. Május 12-én, nagyjából egy hét alatt már az is körvonalazódott, hogy a magma az Új-Délkeleti kráterhez közelít és ekkor már meg is indultak az első kisebb robbanásos kitörések. Május 13-án a stromboli-típusú robbanásos kitörések hevesebbé váltak, estére pedig egy hasadék nyílt a vulkáni kúp keleti oldalában. Ezt követően egy vékony lávafolyam indult el lefelé. A kitörés jellege hasonló volt a 3 hónappal ezelőtti kitöréshez. Miközben az Új-Délkeleti kráter kúpján több kürtőből is nagy dörrenésekkel zajlottak a robbanásos kitörések, a kúp oldalában egy hasadék nyílt fel, amiből láva csordult ki és kigyózott lefelé, a Valle del Bove völgyében, több, mint 2 kilométer távolságba. Ez után újra elszunnyadt a szicíliai Hölgy, kérdés, hogy mi lesz a nyári turistaszézonban. Egy váratlanul érkező vulkáni működés akár katasztrofális következményekkel is járhat.

Sinabung, Indonézia

A néhány száz éves, megbízható adatok alapján viszont akár több mint tízezer éves nyugalom után 2010-ben felébredő tűzhányó a Föld legveszélyesebb vulkánjává vált. Több mint 30 ezer ember él a gazdag termőterületet adó vulkán közelében. Az elmúlt évek kitörései már többször pusztították el a termést, azonban az életnek mennie kell tovább, a földeken dolgozni kell, akár az izzófelhők árnyékában is. Már az év első napjai több kilométer távolságba lerohanó izzófelhőkkel indultak, majd elkezdődött egy rendszeres építés-pusztítás folyamat. A vulkán tetején újra és újra viszkózus, nagyon nehezen mozgó lávatömeg türemkedett ki, mérete egyre nőtt, majd hirtelen leomlott, ami pusztító piroklaszt-árakat okozott. Majd kezdődött ismét előlről. Február első napjaiban már egy jelentős térfogatú lávadóm alakult ki a tűzhányó meredek oldalán, február 9-től egyre több izzófelhő zúdult le a déli lejtőjén, amelyek önmagukban is félelmetesek voltak, de az igazi megpróbáltatás csak február 18-án jött. Ekkor a teljes lávadómananyag leomlott és a lezúduló, magas hőmérsékletű ár félig betemette a már elnéptelenedett Sukameriah települést. Ezt követően rögtön friss lávadóm dagadt ki újra a vulkán csúcán. Lassan nőtt egyre nagyobbra a lávadóm és már lehetett tudni, ebből megint egy hatalmas izzófelhő lesz, kérdés, hogy mikor. Március 5-én, röviddel éjjel után hét alkalommal rohant le az izzófelhő, amelyek több mint 4,5 kilométer távolságba is eljutottak, a hamufelhőt pedig a műholdképek is mutatták. Még a 250 kilométer távolságban lévő Aceh városában is hamuhullást jelentettek. A forró áradat lezúdu-



Egy erőteljesebb robbanásos kitörés a mexikói Colima tűzhányón (webkamera felvétel március 27-én)

lását erdőtüzek kísérték, a vízzel való keveredés miatt több helyen másodlagos robbanásos kitörés zajlott. Az egyik izzófelhő átróghant Sukameriah településen és a szürke közettörmelék és vulkáni hamu teljesen betemette az indonéz települést, ezzel növelve a tragikus „Pompeji”-események számát. A vulkán egykor gazdagon zöldellő déli előterét szürke hamulepel borította. Az ördögi izzó lávadóm ismét növekedni kezdett és egy nappal később már újra vöröslött a vulkán csúcса. Egyre csak dagadt és március 16-tól kezdve ismét mindennaposak lettek a 2–3 kilométer távolságba eljutó piroklaszt-árak. Aztán, április 2-án jött a végső dobás. Ismét az éjjeli órákat világították be az izzófelhők, állatok és sok termés esett áldozatul a katalizmának. A csúcс kitisztult, de csak néhány órára, mert ismét jött a lávanyelv, majd április 28-án érkezett a már menetrend-

szerűen várt hatalmas izzófelhő roham. Eközben 4,5 km magasba emelkedett a tűzhányó fölé a hamufelhő. A helyzetet súlyosbították a rendszeresen érkező esőzések is, ami miatt iszaparak alakultak ki. Űszkös romok, iszapos kötőrmelék lepte el a vulkánhoz közeli elhagyatott településeket, miközben a csúcson már jött az újabb lávaadag. Dagadt, terebélyesedett, május elején már mindenki várta az újabb piroklaszt-ár rohamot. A tűzhányók azonban szeszélyesek, nem mindig úgy működnek, ahogy várják. Bár a lávanyelv térfogata jóval nagyobb volt, mint az elmúlt hónapokban bármikor és a piroklaszt-árak is megindultak május közepén, a nagy leomlás még nem jött el. Éjjelente úgy nézett ki, mintha lávafolyamok indultak volna le 2–3 kilométer távolságba a hegy oldalában, azonban ezek nem azok voltak, hanem izzó közettörmelék-lavinák. A lávadómból leszakadó kisebb-nagyobb lávadarabok zúgtak le ezernyi kisebb darabra esve szét. Június elejére

A chilei Villarica több mint 1000 méter magas lávaszőkőkút-kitörése március 3-án

(Fotó: Kalvicio de las Nieves)



a lávadóm térfogata már meghaladta a 3 millió köbmétert. Ez átszámítva megfelel 9 millió tonna közettömegnek, azaz kb. 2 millió afrikai elefánt össztömegének! Egyre nőtt a veszélyhelyzet. Már a délkeleti oldalon is elindultak az izzófelhők, részben azért, mert már oly mértékben felpúposodott a lávadóm, hogy elkezdte erodálni a kráterfalat és utat nyitott délkeleti irányba is. Itt 7 km távolságban vannak települések, amelyeket eddig nem ért el a piroklaszt-ár. Ezt már az indonéz vulkanológiai központ szakemberei is komolyan vették és szorosabb megfigyelés alá vonták a vulkáni működést. A szeizmicitás egyre erősödött, a vulkán felszíne emelkedett. Június 2-án ezért a legmagasabb fokozatra emelték a készültséget és megkezdték a kitelepítést a tűzhányó 7 kilométeres körzetében. Mindez nem megy egyszerűen. Sokan tagadják meg lakóhelyük, termőföldjük elhagyását. Júniusban zajlik a kávé betakarítása, ami az egyik legfontosabb megélhetési forrás, így a 4,7 km távolságban lévő Gambir településen több mint 200-an maradtak. A veszélyhelyzetet növeli, hogy bár június közepén már mindennaposak voltak a vulkán délkeleti lejtőjén 2-3 kilométer távolságba lezúduló izzófelhők, amelyek zöldellő termőterületeket fedtek be, a nagy, a lávadóm teljes leomlásával járó kitérés még nem jött el. Így a helyiek egyre inkább megtanulnak együtt élni a zajló vulkáni működéssel, mondván csak el tudnak menekülni, ha a helyzet komolyabbá válik. Egyre többen mennek vissza javaikhoz azok közül is, akik korábban elhagyták otthonukat. A várakozás napjaiban élveződik a helyzet, csak remélni lehet, hogy a következő beszámolóban nem kell tragédiáról írni...

Kuchinoerabujima, Japán

Május 29-én egy erőteljes robbanásos vulkánkitörés történt a Shindake vulkáni kúpon. Tavaly augusztusban volt már egy kitérés, akkor 34 év után lépett működésbe a vulkán. Előtte jóval aktívabb volt és 1931, illetve 1933-ban két jelentősebb (VEI=3 és 4) kitérés volt, amelyek halálos áldozattal jártak. A heves vulcanoi-kitöréshez piroklaszt-ár kapcsolódott, ami bár a kikötő felé vette az irányt, szerencsére nem okozott kárt. A vulkáni működés során két ember sebesült meg, a lakosok jelentős részét még időben elszállították a szigetről. A vulkáni üledék gyors vizsgálata freatomagmás kitérést jelzett, azaz a felnyomuló magma és víz keveredése okozta az eseményt. A szakemberek 30% juvenilis, azaz friss magmából származó hamuszemcsét találtak a felszakított

A szumátrai Sinabung csúcsán újra és újra viszkózus láva-nyelv türemkedik ki, amelynek leomlásával pusztító izzófelhők rohannak le a tűzhányó oldalán (Fotó: Maz Yons, március 20-án)



Az Etna május 14-i kitérésének egy különleges pillanata
(Fotó: Alessandro Lo Piccolo)

mellékkőzet darabok mellett. Ez több mint, ami a tavaly augusztusi kitérés anyagában volt, azaz a kitérésben nőtt a magma szerepe.

Hunga H'apai, Tonga

A Tonga szigettől északra előző évben, december 19-én kezdődött vulkáni működés, ami januárban is folytatódott és ennek eredményeképpen egy új vulkáni sziget alakult ki. A felemelkedő magma és a tengervíz keveredése miatti heves robbanásos, úgynevezett surtsey-típusú kitérések olykor közel 10 km magas vulkáni hamufelhőt produkáltak, ami időszakosan a légi közlekedésben is problémát okozott. A vulkáni működés következtében intenzív algaszaporodás indult meg, amitől „vérvörösré” színeződött a tengervíz. A tengervízből kiemelkedő 120 méter magas tufakúp 1,5x2 kilométer átmérőt ért el, a mély krátert víz töltötte ki. Kérdés azonban, hogy megmarad-e az új sziget? A laza vulkáni törmelékanyagot a tengervíz már elkezdte megbontani és könnyen elképzelhető, hogy néhány hónap alatt eltűnik az újszülött vulkáni sziget a tenger habjai között.

Piton de la Fournaise, Réunion sziget

Az Indiai-óceán területén található Réunion sziget tűzhányója 2015-ben kétszer is működésbe lépett. Először február elején volt egy rövid életű kitérés a Dolomieu vulkáni kúp déli lejtőjén felnyílt hasadékból. A robbanásos kitérések egy salakkúpot hoztak létre, a kiömlő láva pedig több vékony ágra szakadva, a kisebb vulkáni kúpokat megkerülve folyt a tenger irányába. Két nap után azonban a kitérés erőssége alábbhagyott, majd leállt és a vulkán rövid időre nyugovóra tért. Nem tartott ez sokáig, mert május közepén ismét felerősödött a földrengés és nem sokkal később ismét felnyílt a föld. A rengések most azt jelezték, hogy mélyről tört fel a friss magma és a vulkáni működés mondhatni majdnem ott folytatta, ahol korábban abbahagyta. Ismét látványos lávaszökőkutak csaptak fel és több ágra folyt le az izzó kőzetolvadék a vulkán keleti-délkeleti lejtőjén. A sebes folyású láva 3 óra alatt 5 kilométer távolságba jutott, amit a másodpercenkénti kb. 50 köbméter felszínre tóduló olvadéktömeg táplált. A kitérés június elejéig tartott. Úgy tűnik, ez most egy jelentősebb kitérés periódus nyitánya is lehet, ami akár megközelítheti a 2007-es kitérés mértékét, amikor 120 millió köbméter láva jutott a felszínre, a Dolomieu széles kráterében pedig 330 méteres beszakadás történt.

Kíváncsiság és alázat a kórokozók iránt

Beszélgetés Pályi Bernadettel és Kis Zoltánnal,
a Nemzeti Biztonsági Laboratórium munkatársaival

– Nyugtassanak meg, még nem érzik úgy, hogy egy-egy ilyen beszélgetés, a sajtó igen tisztelt képviselőinek a látogatása, már úgy hiányzik, mint púp a hátukra...

– Kis Zoltán (K): Azt azért nem mondanám, hogy púp lenne a hátunkon, bár megvan a munkánk, amit mindenképpen el kell végezni, s ebben picit hátráltatnak az ilyen látogatások, de mindig megtaláljuk az időt a beszélgetésre. A sajtónak pedig az a dolga, hogy tájékoztassa az embereket, s nekünk is az a célunk, hogy az emberek tudják, főleg az Ebola-járvány kapcsán, hogy nem vagyunk védtelenek, mert van itt egy olyan laboratórium, amiből Kelet-Közép-Európában nincs is több, de egész Európában is csak néhány.

– Érdekes, hogy amikor a laboratóriumot bemutatták a sajtónak, akkor már jó néhány éve működött.

– K: Ez annyiban sántít, hogy 2007-ben a sajtó is jelen volt a hivatalos átadón. Utána azonban az volt a vezetés álláspontja, hogy nem nagyon kell nagydobra verni, mi van itt. Azóta viszont változott a világ, s az új elgondolás az, hogy ha már van egy ilyen megfelelő biztonsági technikával rendelkező, megfelelően védett laborunk, akkor ezt nem szabad elrejtetni, igenis tudjanak róla az emberek. Tudják, hogy nem kell aggódnunk, mert felkészültünk, nem kell egy hétig várni egy Ebola-eredményre, hanem csak néhány órát. Annak idején Szócska államtitkár úr döntött úgy, hogy mutassuk be jobban a nyilvánosságnak.

Pályi Bernadett (P): A bizalomépítéshez az is hozzá tartozik, hogy megmutatjuk, mit csinálunk, hogyan dolgozunk, hogy nemcsak szóbeszéd ez a laboratórium, hanem ténylegesen is működik, mégpedig nemzetközi szintű eredményekkel.

– Megnéztem a neten, s tényleg azt kell mondanunk, hogy szinte egy kezünkön meg tudjuk számolni, hány ilyen BSL-4-es laboratórium van Európában.

– K: Svédországban egy, Németországban kettő működik, s egy, amelyik még nem kapta meg a működési engedélyt, de már próbüzemben van. Van egy ilyen típusú laboratórium Franciaországban is. Olaszországban és Angliában ún. kettős kesztyűs-boxrendszerű labort üzemeltetnek – és slussz-passz. De az olaszok is hamarosan átadják az ugyanilyen szka-



„Koch Sanyi bácsinak a Természet Világában megjelent cikke indított arra, hogy virológus legyek”

deres típusú laborjukat és az angolok is hamarosan elkezdik építeni a magukét.

P: Hivatalosan azok a laboratóriumok tartoznak a hálózatba, amelyeknél a szka-fandert, a túlnyomásos ruházatot használják, ugyanis ez fokozottabb védelemet és szélesebb körű munkavégzést tesz lehetővé. Ide vehetjük még az olaszokat és az angolokat is, mert noha náluk még nincs szka-fander, ezzel szemben nagyon nagy a gyakorlatuk. Angliában a kesztyűs-boxlaboratóriumot olyan magas szintre

„A mi szakmánkban nincs 0% és 100%, csak annyit mondhatunk, hogy ennek nagyon kicsi a valószínűsége”



fejlesztették mind technikailag, mind technológiailag, mint sehol másol a világban.

– Ez a labor, ahol most beszélgetünk, „csak” attól különleges, hogy a biztonsági fokozata 4-es, vagy pedig a vizsgálati módszerek, a technikai lehetőségek is jobbak itt, mint másol?

– K: A különlegessége a biztonságtechnikai követelményekben van, hogy állandóan kisebb a benti légnyomás, kötelezően szűrt a bejutó levegő, és duplán szűrt a kijövő levegő, kötelező a zuhanyozás, és speciális túlnyomásos ruházat szükséges ahhoz, hogy BSL 4-es szintről beszélhesünk. Maguk a munkafolyamatok nem igazán különböznek attól, amit a normál laborokban végzünk. A műszerezettség is szinte ugyanaz, csak itt annyiban nehezebb a munka, hogy meg kell szokni a védőruhát, jobban kell figyelni a mozdulatokra, a speciális technikára. Ehhez jön még, hogy itt olyan kórokozókat is vizsgálni lehet, amelyeket más laborokban nem. Ezek közé tartozik például az Ebola-vírus, a Lassa-vírus vagy a krími-kongói vérzéses láz kórokozója. Ezek annyira veszélyesek, hogy csak ilyen típusú laboratóriumokban szabad velük dolgozni.

– Ez a rendszer tehát elméletileg és gyakorlatilag is lehetetlenné teszi, hogy a munkatársak megfertőződjenek, illetve, hogy a vizsgált anyag valamilyen módon kikerüljön innen...

– P: Fertőzőképes formában.

K: A biológiában soha nem mondunk olyat, hogy lehetetlen. A mi szakmánkban nincs 0% és 100%. Annyit mondhatunk, hogy ennek nagyon kicsi a valószínűsége. Ehhez persze az kell, hogy a munkatársak pontosan tudják, milyen szabályokat kell betartaniuk. Ahogy a néhai Berencsi professzor úr is mondta, s ahogy a biológiai biztonsági oktatásokon is elmondják, az is fontos, hogy milyen védőruha van rajtam, de ennél is fontosabb, ahogyan dolgozom. A kedvenc hasonlata szerint itt az Országos Epidemiológiai Központ udvarán egy rendes fülkében, hosszúszerű kesztyűben és fürdőnadrágban is lehet úgy dolgozni a mikrobiológiai munkavégzés szabályait betartva, hogy soha senki ne fertőződjön meg. A kollégák erre kapták a kiképzést, mindenki pontosan ismeri a szabályokat, a védőruha pedig további védelemet ad.

– Gondolom, itt katonai fegyvel van, másképp nem megy. De az emberek különbözőek, van, aki picit lazább, ne adj' isten trehányabb. Mindenki tudja például, hogy vezetés közben mobilozni veszélyes és tilos, mégis sokan csinálják. Kockáztatnak. A munkatársak átésnek valamiféle pszichológiai vizsgálaton, vannak rendszeres ellenőrzések? Hogyan érik el a szükséges fegyvelmi szintet?

– P: Egyrészt folyamatosan gyakorlásban vagyunk, másrészt egyedül senki sem dolgozik, minimum két főnek bent kell lennie a laborban. És nagyon fontos, hogy megbízunk egymásban, mert az életünkről van szó. Tudjuk, hogy ilyenkor bármilyen hiba akár végzetes is lehet. Mindezt pedig fokozottabb fegyvelmet igényel. Itt olyan munkatársak vannak, akik nem most kezdték a szakmát, mondhatjuk, hogy ez egy válogatott csapat. Már bizonyítottak alsóbb szintű laboratóriumokban, tehát egy hosszú folyamat után kerülhettek ide.

– Hogy néz ki egy átlagos napjuk?

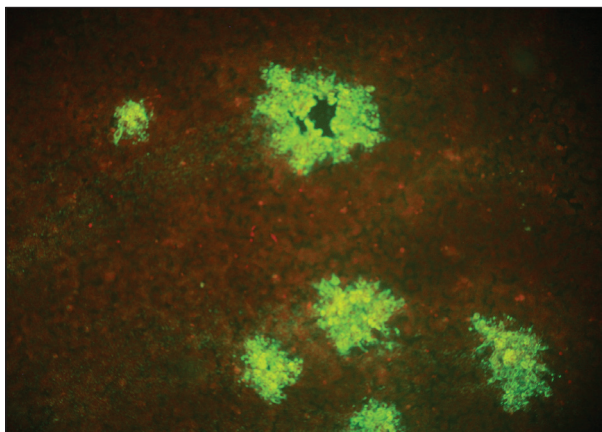
– K: Változó. Vezetőként egyre kevesebb időm van arra, hogy bekerüljek a laborba, de ha igen, az felüdülés szokott lenni. Amit a munkatársak csinálnak, azt bizonyos szempontból két részre lehet osztani. Az egyik az, hogy a biztonsági laborban megfertőzik a szöveteket, és ellenőrzik a kísérleti állatokat, hogy minden rendben van-e. Amikor a kísérletnek vége, akkor bizonyos munkafolyamatokat el kell végezni rajtuk. Ez, amíg a vírus él, ehhez a laborhoz kötött. És van ezeknek a munkafolyamatoknak egy másik részük, amikor már inaktívtálgák a vírust, ezután a munkákat már a normál laborban kell elvégezni. Így volt ma is, délelőtt itt bent a biztonsági laborban dolgoztak, délután pedig kint.

– Mindennap mindenkinek be kell öltöznie?

– P: Nem, beosztjuk, hogy ki mikor jön be. Alkalmanként 3–4 órát vagyunk bent, mert ez eléggé megterhelő munka. Eleve nagyobb körülményekkel kell dolgozni, ráadásul ezekben a munkaruhákban sokkal lassabban lehet mozogni, minden munkafolyamat lassabban megy, időt kell szánni az előkészítésre, majd a fertőtlenítésre is, s aztán jön még az eredmények kiértékelése is. Tehát próbáljuk elkerülni, hogy a munkatársaknak mindennap be kelljen öltözniük. Szükség esetén, persze, mindennap bemegyünk.

– Megemeltém az egyik védőruhát, és az meglepően nehéz volt, legalább 10 kg, s ehhez jönnek még mindenféle szűrők, kommunikációs eszközök. Mennyi ideig tart a beöltözés?

– P: A vetkőzés, az „alálöltözés” és a munkaruha felvétele, a laboratórium előkészí-



Ebola-vírus (guineai beteg mintájából izolált törzs) okozta szöveti károsodás VeroE6 sejteken immunfluoreszcens technikával festve (Pályi Bernadett felvételei)

tése, mindez kb. 20–25 percet vesz igénybe. A kijövetel ugyanennyi, illetve mintegy 10 perccel több, mert a munkafolyamatok lezárása után kötelező a zuhany, és a labor „utófelkészítését” is el kell végezni, és el is kell pakolni.

– Most mivel foglalkoztat, mi volt a konkrét feladat?

– K: Az EU is szerepet vállal a jelenleg Afrikában zajló Ebola-járvány felszámolásában, nemcsak a terepmunkában, hanem a vírus kutatásában is. Ehhez kapcsolódik az EVIDENT nevű pályázat, amelyben nekünk is van részfeladatunk, s ezeket a vizsgálatokat végezzük most.

P: Az egyik munkacsoportban azt vizsgáljuk, hogy a túlélőkben keletkező neutralizációs ellenanyagok vajon megakadályozzák-e az Ebolával való újrafertőződést, vagyis mennyire védenek. Továbbá, hogy milyen egyéb kórokozók vannak az Ebolával történt fertőződéssel együtt, s hogy ezek mennyire súlyosbíthatják, vagy esetleg jobb irányba segíthetik-e a betegség lefolyását. Vizsgáljuk azt is, hogy mennyire stabil a vírus, mennyi ideig marad életben a különböző testváladékokban. Tehát immunológiai, genetikai vizsgálatokat végzünk a fertőzöttekből vett mintákon.

– Honnan „szerzik be” az Ebola-vírust?

– K: A BSL 4-es laboratóriumok hálózatának törzsbankjából, amelynek a tagja vagyunk. Borzasztóan megszürik, hogy kinek, mikor, hogyan adnak vírust. Hiába indult a laborunk 2007-ben, nagyon sokáig szó sem lehetett arról, hogy kapjunk vírust, azt előbb ki kellett érdemelni. Évről évre hibátlan körvizsgálatokat tettünk le az asztalra, megbeszéléseken vettünk részt, bemutattuk az eredményeinket, hogy igenis, mi is tudunk úgy dolgozni, ahogy kell. Itt jártak a francia, az olasz labor vezetői, illetve gyakorlatilag az összes BSL 3-as labor vezetői Európából. Mi is tartottunk előadásokat, igen részletesen bemutat-

tuk a laborunkat Németországban, tehát ez igen hosszú folyamat volt. Ennek lett aztán az eredménye, hogy a 4-es laborok hálózata úgy döntött, Magyarország is alkalmas arra, hogy ilyen vírusokkal dolgozzon. Ezek után kaphattuk meg az ún. referencia-törzseket.

P: Az is nagyon fontos volt, hogy külföldi laborokban többetes tréningeken vettünk részt, s ezeken azt is tesztelték, mennyire vagyunk megbízhatóak. Aki elmegy egy ilyen gyakorlatra, az komoly nemzetbiztonsági háttér-ellenőrzésen is átésik.

– Ebben a laborban tehát egyfelől kutatásokat végeznek, másfelől diagnosztizálnak.

– K: Az egyik legfontosabb feladatunk a veszélyes kórokozók

kapcsán a mihamarabbi és minél szélesebb körű diagnosztizálás. Tehát nem ragadunk le a gyorsdiagnosztikánál, hanem – mint ahogy pl. az Ebolánál is – meg tudjuk csinálni a vírusizolálást is, a szerológiai vizsgálatokat is, ki tudjuk mutatni például a beteg torokmintájából, hogy van-e ott fertőzött sejt, meg tudjuk nézni, hogy a savójában van-e Ebola elleni ellenanyag. Ezen felül tudunk állatkísérleteket is végezni, tehát teljes a spektrum.

– Volt már olyan eset itt Magyarországon, hogy valakinél valamelyik betegségnek a konkrét gyanúja felmerült?

– K: Igen, tavaly szeptemberben annál a nigériai lánynál, aki Ebola-érintett területről érkezett. Az esetdefinícióban leírt tünetek egy része a lánynál előfordult, tehát meg kellett vizsgálni Ebolára. Kidolgozott eljárásrendünk van az ilyen esetekre. Mire este 3/10-re beérkezett ide a minta, addigra mi is beértünk a kolléganómmal, és a labor már fel volt készítve, tehát minden flott ment. Éjjel kettő előtt néhány perccel már el is küldtük az eredményeket az Országos Tisztifőorvos Asszonnak és a járványügyi ügyeletesnek, megerősítve, hogy kizárhatjuk az Ebolát. A lány maláriás volt. Másnap reggel már a sajtó is megkapta a hírt. Volt olyan is, aki az ún. krími-kongói vérzéses láz gyanújával került be. Délkelet-Ázsiából jött haza, kullancscsípése volt és produkálta a tüneteket. Ez a kórokozó a másik kutatási témánk. Ebben az esetben is órákon belül ki tudtuk zárni, hogy az illetőnek krími-kongói vérzéses láza lenne.

– Mi történt volna, ha nincs ez a labor?

– K: Az, ami más országok esetében is, hogy megállapodtunk volna egy olyan országgal, amelyikben van ilyen szintű laboratórium, és kiküldtük volna a mintát. Az Ebola esetében már van egyszerűsített gyorsdiagnosztikai módszer, ami azt jelenti, hogy kesztyűs-boxos rendszerben elvégzik

az alapdiagnosztikát, de ilyen esetekben is kötelező egy BSL 4-es laborban elvégezni a többi vizsgálatot, az izolálást és az ezeket kísérő megerősítő vizsgálatokat. Mindegyiket meg tudjuk csinálni, de ha pozitív, mi is továbbküldjük a mintát a hamburgi referencia labornak, mert ott olyan dolgokkal is fel vannak szerelve, amikkel mi nem. Arra viszont van lehetőségünk, hogy mi is ott legyünk, s velük együtt vizsgáljuk a mintát.

– *A környező országokból, minthogy nekik nincs ilyen laboratóriumuk, szoktak ideküldeni mintákat?*

– K: Több országból is volt már ilyen megkeresés.

P: És nemcsak a közvetlen környező országokból. Az egyik értekezleten javaslatként el is hangzott, hogy bizonyos mintáknak nem feltétlenül kéne egész Európán átutazniuk, ha a magyarországi laboratórium fogadóképes.

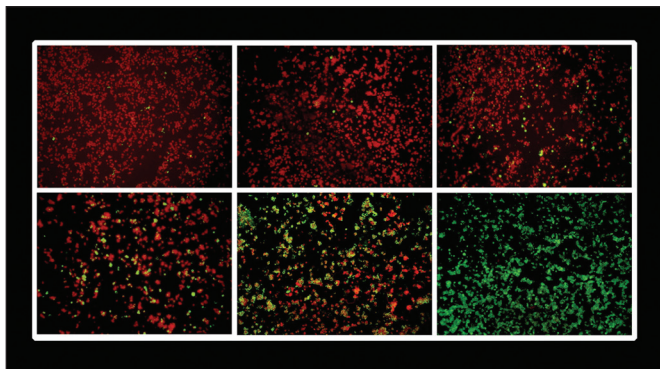
K: Például Romániából, Szerbiából gépkocsival egyszerűbb minket elérni, mint megfelelően előkészíteni a mintát és repülővel elszállítani Hamburgba, illetve Nyugat-Európába. Amennyi idő alatt a minta odaér, mi megcsináljuk a diagnosztikát és már ki is ment az eredmény.

– *A Természet Világának az Ebola-járványról szóló, nemrégiben írt cikkükben van egy fénykép is, amin az látszik, hogy egy berendezés előtt ülnek és dolgoznak. Gondolom, ez lehet az egyszerűsített labor.*

P: A fénykép Guineában készült, az Ebola-járvány helyszínén. Egy kicsike kesztyűsboxban dolgoztam. Ez csak arra szolgált, hogy a legalapvetőbb diagnosztikát, a mintát nagyon gyors analizisést el tudjuk végezni a helyszínen. A készülékben a légkörinél alacsonyabb a nyomás, befelé és kifelé is szűrőkön át megy a levegő, csak ott a helyszíni körülményekhez igazították. Semmi mást nem lehet benne csinálni, csak a kórokozót inaktiválni.

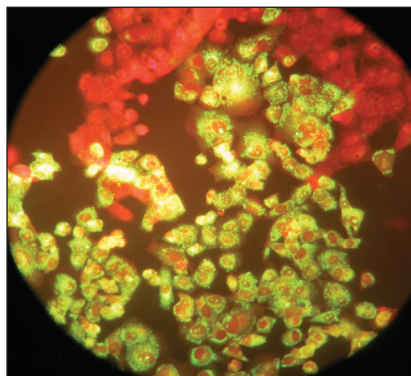
K: Továbbá megfelelően előkészíteni a mintát, hogy vírusizolálásra Európába lehessen küldeni. Annyit még el kell mondani, hogy ennek a labornak a személyzete nem úgy állt össze, hogy mindenki, aki jelentkezett, az dolgozhatott is. Mindnyájan tagjai vagyunk az Európai Mobil Laboratóriumi Konzorciumnak, tehát kifejezetten azok közül válogattak, akiknek már vannak tapasztalataik. Arra már senkinek se kellett felhívni a figyelmét, hogy abban a vérben ott Ebola van. Ezek az emberek napi rutinban dolgoznak ilyen veszélyes kórokozókba, ami azért is nagyon fontos, mert ott nem olyan biztonsági szintű laboratórium állt rendelkezésünkre, mint az itteni. Tehát mindenkinek

észnel kellett lennie, a szabályokat be kellett tartania, úgy kellett végezni a munkát, hogy se magát, se mást ne fertőzzön meg, és ne szennyezze össze a környezetet. Most már három labor is működik a helyszínen, és eddig még senki nem fertőződött meg.



Az Ebola-vírus fertőzési üteme az első hat nap során. A zölden festődő sejtek Ebola-vírussal fertőzöttek

P: Erre a munkára pszichológiailag is fel kell készülni. Ebolával dolgozunk, veszélyes kórokozóval, tehát akiket ebbe a csapatba beválogattak, azok mindannyian a megfelelő referenciával rendelkeztek, tehát gyakorlatuk is van és pszichológiailag is felkészültek. Részt vettünk egy egyhetes felkészítő tréningen a német katonaságnál.



A krími-kongói vérzéses láz vírusának kimutatása VeroE6-sejten immunfluoreszcens technikával

Nekik megvannak azok a technikáik, amelyekkel a legkülönbözőbb helyzetekre is fel tudtak bennünket készíteni.

– *Mégis hallhattuk, hogy orvosok, ápolók fertőződtek meg. Igaz, ők más közegben mozogtak, mert a közvetlen gyógyító munkában vettek részt, de lehet, hogy nem tartották be az előírásokat?*

– K: Mi csak a beteg mintájával kerültünk közvetlen kapcsolatba, a beteggel magával nem. Azok, akik ott fertőződtek meg, nagy valószínűséggel nem tartották be a meg-

felelő szabályokat. Egy beteg embernek a váladékában, amikor már tényleg nagyon beteg és már a végstádiumban van, milliliterenként akár 1 milliárd víruspartikula van. A szakirodalom szerint ahhoz, hogy megfertőződjünk, kb. 10 fertőző vírus is elegendő. Ők pedig a beteg közvetlen közelében voltak. A betegnek megy a hasa, hány, ők meg takarítják a váladékot, ápolják a beteget, mert higiénikus szakemberek, ápolók. Tehát a legkisebb hiba is végzetes lehet: nem jól veszi le a maszkot, hozzáér a bőréhez, utána nem mos kezét, vagy mondjuk, véletlenül a szemébe nyúl. A spanyol ápolónő esetében a vizsgálat megállapította, hogy a védőeszköz levételénél követte el a hibát. Olyan körülmények között, amikor meleg van, nagyon fárasztó a munka, könnyebben hibázik az ember. Egy helyi ápolónő

például nem volt a tudatában annak, hogy nem véletlenül kell azt a maszkot hordani. Bement a sátorba, s félretette a maszkot, merthogy meleg van. Amikor kijött, akkor visszavette. Persze, hogy megfertőződött. Másrészt nagyon sok ápoló, orvos, illetve egészségügyi dolgozó azért fertőződik meg, mert nincs megfelelő gyakorlata. És nincs megfelelő védőeszköz sem. Nincs elegendő gumikesztyű, nincs maszk, szkfander típusú védőruha, könnyített szkfander se, s így kell nekik a beteget ápolniuk. A helyszínt pedig nem nagyon nevezhetjük kórháznak. Gyakran két beteg van egy ágyon...

– *És ehhez jön még a sajátos mentalitás, illetve a szokások, amelyekről már Albert Schweitzer, a híres orgonaművész és miszionárius orvos is írt az emlékirataiban. A múlt század 10-es éveiben az ő gaboni kórházában is számtalanszor előfordult, hogy a rokonok minden kérés és tiltás ellenére elmentek a kórházba, és befeküdtek a vérhasal kezelte beteg mellé, és meghaltak ők is.*

– K: A fő gondot az ellenőrizetlen halotti szertartások jelentik, ezek nagyon sokat rontanak a helyzeten. Amikor a járvány első időszakában ott voltam, sorra jöttek az olyan esetek, amelyeknél az szerepelt a leírásban, hogy az illető halotti szertartáson vett részt, tehát ott fertőződhetett meg. Az Orvosok Határok Nélkül nevű szervezet nagyon jól védte, precízen és hatékonyan működtette a táborát, oda csak megfelelő öltözetben és kísérettel lehetett bemenni. Gyakran beengedték a rokonokat megfelelően felöltöztetve – kísérettel természetesen – a beteghez. Ez nagyon fontos tényező, mert a rokon otthon a faluban elmondhatta, nem igaz, hogy a fe-

hár ember meg akarja ölni a betegeket, hanem meg akarja védeni, meg akarja menteni őket. Ez egyik formája volt a kommunikációnak. De a helyi kórházakban, tehát a kevésbé jól őrzött egészségügyi központokban bizony-bizony még az is megtörtént, hogy a beteg egyszerűen megszökött.

P: Előfordult olyan eset is, hogy amikor a beteg megtudta a pozitív eredményt, kiszökött, felszállt a buszra és elment egy másik kezelési központba, amelyikről azt hallotta, hogy ott jobb a körülmények. Csak, ugye, a buszon szorosan egymás mellett voltak az emberek, és nagyon sokan meghaltak azok közül, akikkel együtt utazott.

– *Ha most a tudományos munkájukat nézzük, ennek van olyan része is, amelyik nem az említett pályázathoz kapcsolódik, hanem valami egyéni csapásirány?*

– P: Próbálkozunk ilyesmivel is, de nehezen megy, mert ez egy egészségügyi intézmény, s pénzügyileg nem állunk túl jól. Ezen segítenek a pályázatok. De azért van lehetőségünk arra, ha nem is túlzottan magas szinten, hogy különböző együttműködésekben a mi kérdésfeltevéseinkre is választ kapjunk. Az egyik ilyen, hogy az Ebola-vírus hogyan alkalmazkodik az eltérő szövet típusokhoz, mi ennek a genetikai, immunológiai háttere.

K: Tegyük azért hozzá, hogy a pályázati projektekben is nagyon sokszor olyan kérdéseket tesznek fel, amelyek bennünket is érdekelnek. Ezért is csatlakozunk ezekhez. Van olyan Ebola-pályázat, amelyikben azért nem tudunk részt venni, mert nem igazán tartozik a profilunkba, vagy mert már lekötöttük a kapacitásunkat. Az EVIDENT-pályázatot azért vállaltuk nagyon szívesen, mert csupa olyan kérdéssel foglalkozik, ami már bennünk is felvetődött. Az egyik ilyen például, hogy egyes emberek belehalnak az Ebolába, mások meg túlélnek. Vagy, hogy milyen kórokozók lehetnek még jelen az Ebola mellett, amelyek súlyosbítják a betegséget, vagy éppen ellenkezőleg, valami módon gátolják az Ebola-vírus szaporodását, s ezzel segítik az immunrendszert a kór legyőzésében.

– *Őnök a laborban mintákkal dolgoznak, amelyek ugyan emberből származnak, de mégis személytelenek. Változtatott-e a munkájukhoz való viszonyukon az, hogy a terepen éles helyzetben láthatták, mi történik egy emberrel, ha belekerült a vírus?*

– P: Mi alapvetően a kórokozókkal dolgozunk, s látjuk fantasztikus képességüket, mert tényleg lenyűgöző a viselkedésük. Ez már önmagában alázatot vált ki az



BSL-4 körülmények közötti szkfanderes munkavégzés a Nemzeti Biztonsági Laboratóriumban

emberből a munka során. Tudom, nagyon furcsán hangzik, de a mi munkánk tulajdonképpen együttes munka a kórokozóval. Ezt az alázatot csak növelte, hogy ott a helyszínen láttam, hogy mire képes. Itt a laborban szövetekkel, állatokkal dolgozunk, elzárt körülmények között. És ott kint szembesül az ember azzal, hogy az a kórokozó valójában milyen hatalmas erejű, embereket képes megfertőzni és megölni. Hallottuk éjszaka, hogy az anyák a siratóénekeket éneklék, s másnap reggel mondták is, hogy az a gyerek, akinek a mintáját tegnap vizsgáltuk és pozitív lett, reggelre meghalt. Csodálatos élmény volt viszont, amikor kiderült, hogy az a 12 éves gyerek, akinek az édesanyja és az édesapja is meghalt, hosszú hetek küzdelme után túlélte a betegséget. Tehát fokozott alázat ala-

A BSL-4-es szkfander felvétele nem is olyan egyszerű feladat



kult ki bennünk mind az emberi szervezet, mind a kórokozó iránt, s ez nagyban segíti a munkát. Ez bennem nagyon sok kérdést vetett fel, és sokkal több energiát is adott a munkához. Mert a sok nehézség ellenére is muszáj végezni ezt a munkát. Megéri.

– *Rokonai, barátai szoktak Önért aggódni?*

– P: Igen. Szerintem ez alapvetően hozzá tartozik ahhoz, hogy ez ember ilyen munkakörben dolgozik. Végére is ez nem irodai munka, ahol maximum az a baleset érhet, hogy a tűzö géppel megsértem az ujjam. Tudják,

hogy milyen kórokozókval dolgozunk, ugyanakkor tudják azt is, hogy ezt egy másban bízva és a megfelelő módon csináljuk. Én legalábbis mindig úgy éreztem, hogy hisztérikus félelmek nincsenek, sőt, a féltés egyfajta büszkeséggel is párosul. Amikor Guineában voltam, akkor természetesen féltettek, mert az mégiscsak a járvány közepe volt, de nagyon örültek, hogy a gyerekkori álmom valóra vált. Azt hiszem, hogy mindenkinek, aki ilyen kórokozókval dolgozik, gyerekkori álma az, hogy a világ egyik legveszélyesebb, leg-hírhedtebb kórokozója ellen egy járvány helyszínén segíthessen. Diagnosztizáljon, tudja alkalmazni mindazt, amit a vírusról itthon tanult és tapasztalt.

– *Gyermekkorukban már volt Ebola?*

– P: 1976-ban fedezték fel, én pedig 1980-ban születtem. Koch Sanyi bácsinak a Természet Világában megjelent cikke indított arra, hogy virológus legyek és veszélyes kórokozókval foglalkozzam.

– *Ezek után mit is kívánhatna az ember? Azt nem, hogy ezek a kórokozók tűnjenek el, mert akkor nem csinálhatná azt, amit szeretnek, de azért járványok mégse legyenek...*

– P: Nagyon szomorú, hogy egy ekkora járvány ki tudott alakulni. Ahhoz, hogy idáig juthasson, az egész rendszerben nagyon sok hiányosság meglétét jelzi. Ugyanakkor a tudomány számára ez hihetetlenül nagy lehetőség, mert a hatásokat, a vírus változékonyságát most nagyon nagyszámú mintán vizsgálhatjuk. Most már hozzá lehetett fogni a vakcina élesben történő fejlesztéséhez, lehet tesztelni. A tudomány ugrásszerű fejlődését reméli mindenki ettől a járványtól. A járványok sajnos nem fognak eltűnni, velünk élnek, mindig is velünk lesznek. Ahogy az emberiség, úgy a kórokozók is változnak, valószínűleg hozzá fogunk szokni egymáshoz, de azt hiszem, hogy bennünk, kutatókban mindig megmarad a kíváncsiság és az alázat a kórokozók iránt.

Az interjú készítője: LUKÁCSI BÉLA

TOMPA KÁLMÁN

Molekuláris mozgások fehérjékben

Második rész Mérőldkövek és jövőkép-vázlatok

Fehérjék molekuláris szintű kísérleti vizsgálatában végzett munkánk alapvető célkitűzése a molekulák dinamikus jellemzése; olyan jellemzők bevezetését tűztük ki, amik túlmutatnak a molekulák szerkezetének sztatikus leírásán. Az út, amit végigjártunk, az irodalomban nyomon követhető [1] [2], és első lépéseink ismertetése a *Természet Világa* 2015. júliusi számában hazai olvasóink számára is elérhető. E folytatás is azt az utat követi. A kezdetek óta természetesen messzebb jutottunk, mint ameddig szemünk akkor elért, és a horizonton menet közben feltűntek olyan magasabb rendű célok is, amik ma már túlmutatnak egy-egy fizikai és/vagy kémiai dinamikai jellemző kísérleti meghatározásán és az eredmények bemutatásán. Ezek közül megemlítjük azokat, amelyeket induláskor nem tűzhattünk ki célul. Nevezetesen, hogy a vonatkozó fizikai-kémiai jellemzők dinamikai leírása további rendparaméterek bevezetésével közelebb vihet az életfolyamatokban is szerepet játszó jelenségek, például a rendezettség/rendezetlenség kérdéskörének mélyebb megismerésében, valamint azt, hogy egy „ismeretlen felületű” fehérjemolekula víz-kötési energiaeloszlása a „kötött” vízmolekulák mozgékonyágát monitorként használva roncsolásmentesen kimérhető. Természetesen, így gondolkodásunkban sem használhattuk az akkor még ismeretlen fogalmakat! Mint ahogy, a területen dolgozó kutatók többsége sem.

Mérőldkövek a nem kitaposott úton

Nem pontosan megfogalmazva, csak sejtve a célt, az új irányban elinduló adatgyűjtő munkája folytatásaként lehűtött és lassan, lépésenként felmelegített fehérje vizes oldatokon mért széles jelű proton NMR spektrum-jellemzők hőmérsékletfüggését tanulmányoztuk, különös figyelmet fordítva a rendezett és rendezetlen fehérjék hidratációs burokra („interface” tartományra) gyakorolt, és az ottani vízmolekulák dinamikai jellemzőiben mutatkozó különbségekre. Nem ismerve a vég-

ső megoldást, a mért pontok gyakorisága nem mindenben felel meg az utólag már látható követelményeknek. Most megjelent dolgozatunkban [2] – eltérve a szokásos formáktól – olyan publikált (saját) mérési eredmények új szempontok szerinti újraértelmezésével foglalkoztunk, amelyek akkor születtek, amikor még nem volt előre látható az olvadási diagramok (OD)* teljesítőképessége. A dolgozatban megkíséreltük – nemzetközi fórumon és hazai olvasóknak – azt az utat is bemutatni, amelyen járva a jelen állapothoz eljutottunk. Az úton segítségül hívtunk olyan fogalmakat, amiket másutt már ismertek voltak (pl. fundamentális hőmérséklet, J.S. Waugh és E.I. Fedin munkahipotézise [3]), és ezen a területen mi alkalmaztunk először, az utóbbit javított formában. Továbbá bevezettünk új mennyiségeket is, mint pl. a vízmolekulák mozgását gátló potenciálkültség és a rendparaméterek, amelyek túlmutatnak a múlton és jelenen, és a végigjárt „pályák” mellett nem kitaposott, de ígéretes gyakorlati megközelítések tekinthetők.

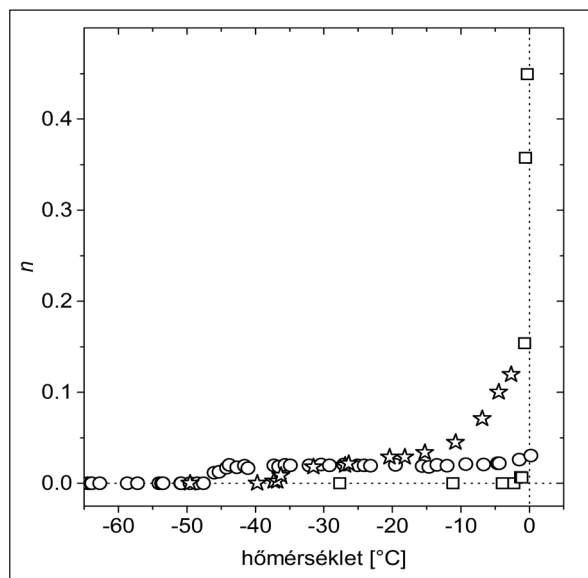
Röviden: az itt következő fejezetek a régi stílusú olvadási diagramok és a belőlük levont kvalitatív konklúzióktól az új diagramok és azok kvantitatív értelmezéséig vezetnek. Elképzelésünk szerint a fehérje-víz köztes tartomány („interface”) megolvadásának kezdete, és maga az olvadási folyamat kísérleti alapot ad a heterogén fehérje-víz kötések feltérképezésére.

* „Olvadás” alatt itt az NMR-időskálán megjelenő mozgás-keskenyedett spektrumkomponens megjelenését, „olvadási diagramon” pedig annak hőmérsékletfüggését értjük. Idézőjelet azért használunk, mert a klasszikus olvadás a merev állapotból a cseppfolyós állapotba való fázisátmenetnél a folyadékállapotban mind a translációs, mind a rotációs mozgás megjelenik, itt pedig csak a lengési és rotációs mozgásformákkal kell számolni. Pontosabban fogalmazva a proton NMR-spektroszkópiában kulcsszerepet játszó proton-proton távolság (r), és a köztük lévő radiál-vektor állandó mágneses térrel bezárt szöge (θ) közül csak az utóbbi mozgása következtében fellépő változásával kell számolni. (pontosabb formalizmus [2]-ben).

A 1. ábrán olvadási diagramokat mutatunk be egy globuláris (rendezett), egy rendezetlen és a referenciának tekintett vízmintán. A vizsgált összes fehérje hasonló viselkedéseket mutat, vagy az egyik, vagy a másik bemutatott fehérjéhez hasonlóan. Az ordináta érték, n az összes vízmolekulára normált mozgékony vízmolekulák számát mutatja; feltételezés szerint mozgékonyak azok a vízmolekulák, amelyek kapcsolódnak a fehérjemolekulához. Ezek alacsonyabb hőmérsékleten olvadnak meg, mint azok, amiket kizárólag szomszédos vízmolekulák vesznek körül. Az utóbbiak ugyanis 0°C -on olvadnak meg. Vegyük észre, hogy a rendezett fehérje olvadási diagramja alacsonyabb hőmérsékleten indul, majd elég széles tartományban nem változó „platója” van, és csak közel a 0°C fokhoz mutat meredekebb emelkedést. A rendezetlen fehérje magasabb olvadásponttal és OD állandó emelkedésével jellemezhető. A vízszintes koordinátatengelyen az élet-tudományban általában szokásos Celsius-skálát használtunk.

Matematikusok számára természetes, itt talán még nem, hogy ha a mért pontokra illeszteni akarunk egy analitikus függvényt, akkor jó lenne, ha azonos dimenziók, pontosabban dimenziótlan mennyiségek (számok) szerepelnének mindkét tengelyen. Az eddigi olvadási diagramok, mint a 1. ábrán bemutatott is, nem így készültek. (Ennek ellenére, alapvető információt nyújtanak a bemutatott három anyag olvadásáról.) Az analitikus illesztés viszont igényli az azonos dimenziójú tengelyeket. Ennek érdekében alkalmaztuk a *fundamentális hőmérséklet skálát*.

C. Kittel és H. Kroemer *Thermal Physics* c. könyvükben (*W.H. Freeman and Company San Francisco 1980*) ismertetik a különböző hőmérsékleti skálák lényeges tulajdonságait. Számunkra első lépésként az energiaegységekből mért hőmérséklet skála: a *fundamentális hőmérséklet* használata látszik célszerűnek, ami definíció szerint $T_f = k_B T$ alakban írható, ahol $k_B = (1,381) \times 10^{-16}$ erg. K⁻¹ a Boltzmann-állandó, és T pedig az abszolút hőmérséklet K fokban. SI rendszerben a $T_f = RT$ össze-



1. ábra. Olvadási diagram (OD) desztillált vízben (négyzet), rendezett BSA szarvasmarha szérum albumin (kör) és rendezetlen ERD10 fehérje (csillag) desztillált vizes oldatán

függés használható, ahol $R = 8,317 \text{ J/fok/mol}$ az univerzális gázállandó. Amennyiben dimenzió nélküli skálát szeretnénk, úgy T_m normált fundamentális hőmérsékletet használata célszerű, mégpedig a 1. ábra alapján a tömbi jég olvadáspontjára normalva: $T_m = k_B T / k_B 273,15 = T / 273,15$. T_m segítségével hatványfüggvény,

$$n = A + B T_m + C T_m^2 + \dots \quad (1)$$

illesztéssel írhatjuk le az olvadási diagramot, és az együttthatók itt mind dimeziótlanok lesznek. Következésképpen OD változása (DOD) pedig a derivált

$$dn/dT_m = B + 2C T_m \quad (2)$$

függvénnyel jellemezhető, ahol $B + 2C$ az OD függvény „meredeksége” („iránytangense”).

J.S. Wough–E.I. Fedin [3] gondolatának korrigálása a szükséges második lépés. A szerzők molekuláris mozgások (szimmetrikus csoportok forgása, pl. NH_4 az NH_4Cl , NH_4Br , NH_4J molekulákban, vagy egész molekula, pl. adamantán forgása) szilárd fázisban történő megindulási hőmérsékletét (T_c) kötötték össze a szükséges termikus gerjesztési energiával, V_0 (kcal/mol) $\approx 37 T_c$ (K) összefüggéssel. A gondolat „jó”, a megvalósítás a felírt formula szerint dimenzióban pontatlan. Több pontban kívánunk változtatni az összefüggésen: a., Dimenzionálisan helyes összefüggést alkalmazunk! b., Vizes oldatokra alkalmazuk és fundamentális hőmérséklet skálát használunk, c., Víz-molekulák „forgásának”

megindulását detektáljuk a fehérje oldószer köztes tartományban, más szóval a fehérjemolekulák „felületén”, széles jelű NMR-módszerrel.

A javasolt és használt összefüggések:

$$V_0 [\text{erg}] \approx c T_f [\text{erg}], \quad (3,a)$$

vagy [SI] egységekben

$$V_0 [\text{kJ/mol}] \approx c T_f [\text{kJ/mol}]. \quad (3,b)$$

Az összefüggésekben c dimenziótlan szám, értékét – első pillanatra úgy tűnik – nem ismerjük. A valóságban nem így van, mert értéke meghatározható, ha a (3,b) összefüggést a tömbi (bulk) jégre alkalmazzuk, és felhasználjuk a jég olvadáshőjét, amit régóta ismerünk.

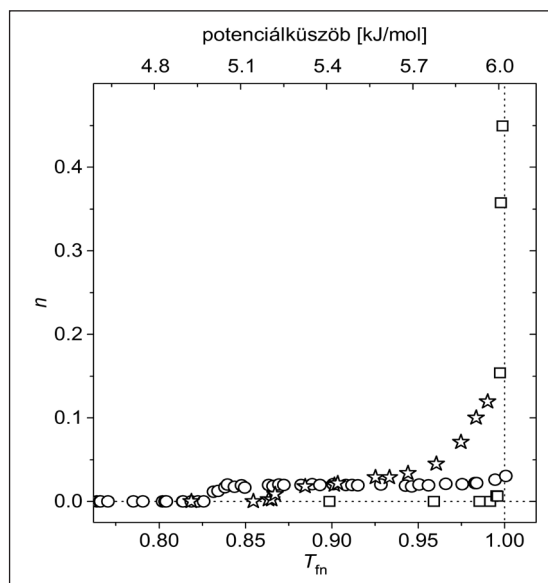
Értéke $6,012 \text{ kJ/mol}$ ($1,437 \text{ kcal/mol}$). Ennyi tehát a tömbi jégben lévő vízmolekulák mozgását gátló potenciálgátak legyőzéséhez szükséges termikus gerjesztési energiaigény. A $273,15 \text{ K}$ ekvivalens fundamentális hőmérséklete pedig $T_f = RT = 2,272 \text{ kJ/mol}$. (3,b) alapján munkahipotézisünk c arányossági tényezője tehát $c = 2,65$!

Pihenésképpen gondolkodjunk (mert egy új eredmény esetén ezt kötelességünk megtenni!) a várható energiák és mozgások nagyságának realitásáról. (3,a) formula alapján ne egy mólnyi mennyiségű vízre, hanem egy vízmolekulára vonatkoztatva a szükséges energiát, és a $k_B T$ fundamentális hőmérsékletet pedig az ekvipartíció tételének megfelelően két szabadsági fokra jutó termikus gerjesztési energiaként értelmezzük, úgy a javasolt összefüggés megközelítően 5.3 szabadsági fokra jutó átlagos termikus gerjesztési energiát ad. Ez az érték egy vízmolekulánál, vagy egy merev, a vízmolekula elektromos modelljének tekintett kétpólusú objektum (elektromos dipólus) forgó mozgásánál nem tűnik abszurdumnak. A (3,a) összefüggés szinte azonos a C. Kittel–H.

Kroemer-könyv (65) összefüggésével, ami az ideális egyatomos gáz egy atomjára jutó termikus gerjesztési energiát és a fundamentális hőmérsékleti skálát kapcsolja össze, a három szabadsági foknak megfelelő $3/2$ arányossági tényezővel.

Az „interface”-ben a forgást gátló potenciálgát(ak) magasságát a tömbi jégben lévő gát magasságához mérjük: így az etalonhoz viszonyított érték azonos a T_m -nél kapott értékkel. Méréseink alapján (lásd ábrák) a fehérjék felületén a potenciálgátak magassága kisebb, és legfeljebb 20–25 százalékkal tér el a tömbi jégre vonatkozó értéktől, (ami szintén valószínűsíti, hogy vízmolekulák mozgásáról van szó!). A meglepő eredmény viszont az: a „kötött” víz gyengébben kötött, mint a „szabad” víz!

Jogos a kérdés hogy a fenti energiaértékek nagysága miként viszonyul a vízben lévő $\text{H-O} \dots \text{H}$ hidak kötési energiájához. M. Chaplin: *Water's Hydrogen Bond Strength*, (2007, arXiv: 0706.1355 [cond.mat.series]) munkájában a $\text{H-O} \dots \text{H}$ kötést $23,3 \text{ kJ/mol}$ -nak adja meg. A víz párolgási hője $20,3 \text{ kJ/mol}$ nagyságú, forráshője ennek a kétszerese ($40,68 \text{ kJ/mol}$). Látható, hogy a $6,012 \text{ kJ/mol}$ magasságú olvadási potenciálgát, és a



2. ábra. Olvadási diagramok új köntösben: desztillált vízben (négyzet), desztillált vízben oldott rendezett BSA fehérje oldaton (kör) és rendezetlen ERD10 fehérje oldaton (csillag). A két energiaskála segít az alapvető információ leolvasásában az olvadási diagramról, illetve a polinomiális illesztésben

fehérje által csökkentett értékek nagyságrendileg illenek ebbe a sorba. Az NMR által detektált mozgás tehát nem az összes $\text{H} \dots \text{O-H}$ hid felszakadását jelenti. J.D. Watson „A gén molekuláris biológiája” c. művében össze-

foglaltak alapján: 2...6 kcal/mol, (8,4...25,2 kJ/mol) gyenge kötések felelősek az élettani működésért. A kovalens kötések ennél nagyságrenddel erősebbek.

OD új köntösben

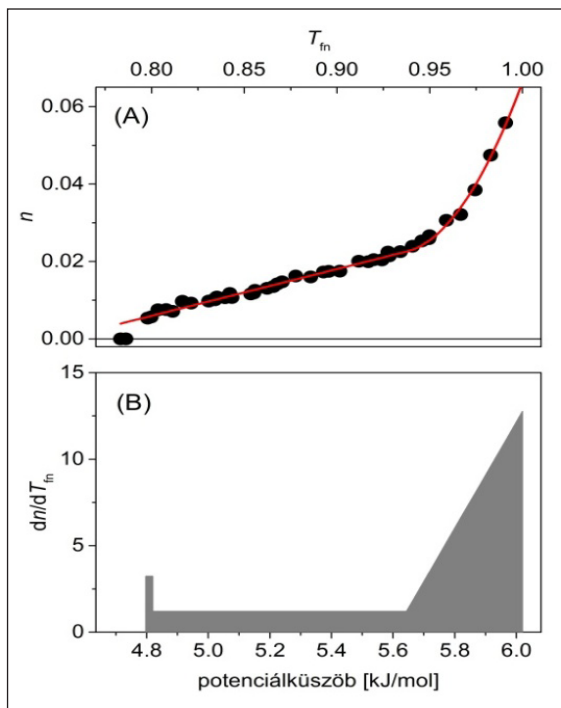
A 2. ábrán ugyanazokat az olvadási diagramokat mutatjuk be amint azt a 1. ábrán tettük; egy rendezett (globuláris), egy rendezetlen, és a referenciának tekintett víz mintán. Az ordináta ugyanaz, de az abszcisszákat az elmondottak alapján lényegesen megváltoztattuk. Az alsó sor a normált fundamentális hőmérsékletet mutatja megfelelően a polinomiális illesztés és a deriválás követelményeinek. A felső sorban viszont az adott hőmérsékleten a vízmolekulák mozgásának gerjesztéséhez szükséges termikus energiaskála látható.

2/a Differenciális OD: DOD. A 3. ábrán [4]. alapján bemutatott fehérje olvadási diagramja látható két változatban. Választásunk azért esett erre a fehérjére, mert az első volt, amit kellő részletességgel mértünk meg, pedig még nem gondoltuk, hogy ennél is több figyelmet érdemel a hidrátburok „olvadásának” vizsgálata. Az oldószer nem desztillált víz volt, hanem standard pufferolt oldószer (NaCl, Tris, EDTA), a kor gyakorlatának megfelelően.

A 3. ábra (A) része azt mutatja, hogy adott hőmérsékleten a vízmolekulák hányad része mozog (fekete pontok). A vörös vonal nem vizuális illesztés eredménye, hanem a polinomiális illesztésé. A diagram T_{fn} 0,8 körül állandó, 0,8...0,92 között lineáris. 0,92...0,99 között kvadratikusan tagokkal közelíthető. (B) ábrán a polinom differenciálhányadosát ábrázoltuk, ami az adott hőmérsékleten megmozduló vízmolekulák számát adja meg: (B) tehát a felszakadó fehérje-víz kötések potenciáloszlását ábrázolja: az ábráról leolvasható az adott kötéstartományban létező vízmolekulák száma. Az elemzés hasonlóan minden, vízben oldódó molekula esetén elvégezhető. Külön izgalmas kihívás és kérdés az induló T_{fn} 0,8 körüli tartomány kimérése és értelmezése, ami a fehérjemolekula-víz első szomszédokra vonatkozik.

Néhány további konkrét eredmény

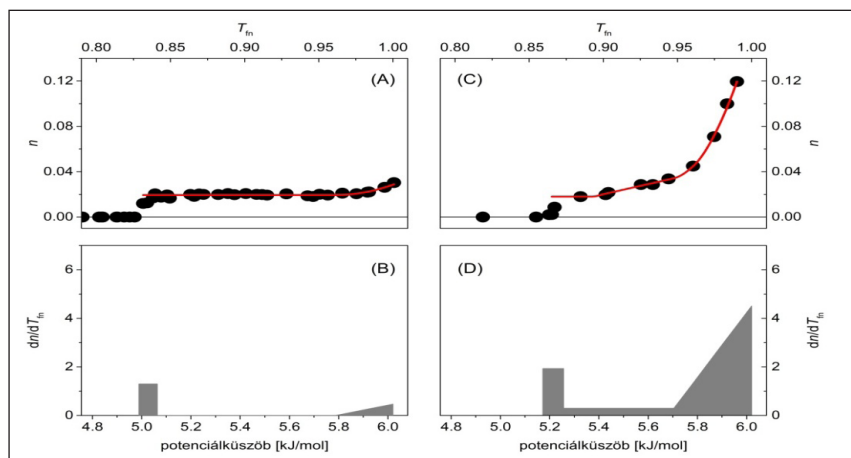
A 4. ábrán két olvadási diagramot és két derivált változatukat mutatjuk be. Az oldószer mindkét esetben desztillált víz volt. (A) és (B) rendezett (globuláris),



3. ábra. Olvadási diagram új köntösben: (A) rendezetlen kaszkín fehérje pufferolt oldatban (tele kör), (B) differenciális olvadási diagram:DOD. A két energiaskála segít a vízmolekulák mozgását gátló potenciál-eloszlás leolvasásában az olvadási diagramokról

(C) és (D) pedig rendezetlen fehérjére vonatkozik. Az (A) és (C) részek, hasonlóan a 3. ábrához, azt mutatják, hogy adott hőmérsékleten hány mozgó vízmolekulánk van (fekete pontok), a vörös vonal nem vizuális, hanem a polinomiális illesztés eredménye. Lényeges a különbség a rendezett (A) és a rendezetlen (C) fehérje között. Az első esetben széles hőmérséklet-tartományban nem változik a mozgékony vízmolekulák száma

4. ábra. Olvadási diagramok új köntösben: desztillált vízben oldott rendezett ubiquitin fehérje oldaton (A) ábra és rendezetlen WTα-szinuklein fehérje oldaton (C) ábra. (B) illetve (D) a megfelelő derivált olvadási diagramok



(plató), a rendezetlen esetben pedig az olvadás első lépésétől kezdve: igen. A (C) diagram az első induló szakasztól eltekintve kvadratikusan taggal közelíthető. (B) és (D) ábrán a polinom deriváltját ábrázoltuk, ami azt adja, hogy adott hőmérsékleten hány új vízmolekula mozdul meg: (B) és (D) tehát a felszakadó fehérje-víz kötések potenciál-eloszlása. Lényeges a derivált (B) és (D) görbék különbsége: (B) esetén széles hőmérséklet- (energia-) tartományban (5,05...5,8 kJ/mol) nem mozdulnak meg, mert nincsenek ebben az energiatarományban fehérjéhez is kötött vízmolekulák. Az ábráról leolvasható a platótól eltérő kötéstartományokban létező vízmolekulák száma. Az elemzés hasonlóan minden vízben oldódó molekula esetén elvégezhető. Külön izgalmas kihívás és kérdés az induló T_{fn} = 0,82, illetve T_{fn} = 0,85 körüli tartomány kimérése és értelmezése, ami a fehérjemolekula-víz első szomszédokra vonatkozik.

Eddig végzett vizsgálataink eredményei kis eltérésekkel ugyan, de a bemutatott két csoportba esnek. Jogos az igény, hogy mennyiségi mutatók alapján továbbljünk a rendezett és rendezetlen fehérjék megkülönböztetése terén.

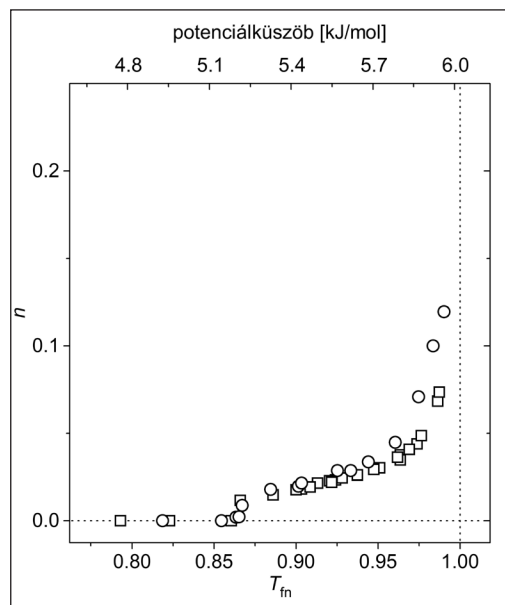
HeR és HeM rendparaméterek, konklúziók

Heterogenitás Arány: HeR. A 4. ábra tanúsága szerint a fehérjemolekulák vízkötési energiájának homogenitása/heterogenitása alapján jellemezhetőek és osztályozhatóak! Az osztályozás alapjául a heterogenitási arány mérésére javasolt összefüggés:

$$HeR = \frac{1 - T_{fne}}{1 - T_{fno}}$$

A kifejezés számlálója és nevezője is egy a jégben lévő potenciálgáttól energiában mért eltérést („távolságot”) ad meg. Ezek az értékek az új olvadási diagramokról egyszerűen leolvashatók; T_{fno} a plató kezdetét, illetve; T_{fne} annak a magashőmérsékleti végét jelenti. HeR értéke 1 heterogén kötési rendszerekre (ide tartozik minden pufferolt oldat, és a desztillált vizes oldatok közül az ERD10, az α -szinuklein monomerek...). Értéke 0 (zéró) homogén kötési rendszerekre (pl. a víz), 0...1 közötti értéket mutat a részben heterogén kötési rendszerekre (UBQ: 0,23, β -kazein: 0,14, BSA: 0,28, lizozim: 0,26). HeR tehát arra ad rendparaméter tulajdonságú felvilágosítást, hogy a molekulánk víz-kötés szempontból milyen mértékben tekinthető heterogénnek (rendezetlennek?), illetve mennyiben nem. A heterogenitás, illetve homogenitás mind a vonatkozó potenciál jellegében/nagyságában, mind annak távolságfüggésében jelentkezik.

Heterogenitás Mértéke: HeM. Az 5. ábrán két α -szinuklein pontmutáns olvadási diagramját mutatjuk be. Mindkettő



5. ábra. Olvadási diagram új kötőben: desztillált vízben oldott két α -szinuklein pontmutáns (WT: kör, A30P: négyzet)

HeR=1 rendparaméterrel jellemezhető, azaz a molekulák teljes mértékben heterogén kötési jelleget mutatnak, ugyanakkor a „meredekségük” (az illesztéskor kvadratikus tag együtthatója) markánsan különbözik [6]. A heterogenitás mértékére (HeM) a következő mennyiség bevezetését javasoljuk:

$$HeM = \frac{B + 2C}{1 - T_{fne}}$$

Az összefüggés dimenzionálisan mindenben van, és HeM értéke pozitív szám, az „ekvipotenciális” felületű fehérjékre értéke zéró, így HeM rendparaméternek tekinthető. A nevező; $1 - T_{fne}$ azt az energiatartományt jelöli ki ahol heterogén eloszlásban fehérje-víz kötések vannak, és B+2C pedig az abban a tartományban előforduló kötések számát. A tört így az OD függvény „iránytangense”, értékei nem szoríthatók a 0...1 tartományba, mint ahogy a tangens függvény sem. Az eddig vizsgált fehérjéink közül [2] pufferolt oldatban a kaszkin módosulatok bizonyultak [4] a leginkább heterogén kötésiútnak. A 3. ábrán bemutatott változat HeM = 8.5 értékkel tűnik ki. Az 5. ábrán bemutatott két α -szinuklein változat HeM rendparamétere WT: 4,23, illetve A30P: 1,97, pontosan mérhető különbséget mutat. Nem kell túl nagy bátorság arra gondolni, hogy ugyanaz a dinamikai különbség jelenik meg a HM és a HeM rendparaméterekben, azaz a proton-proton párok mozgékonyosságában [1] és a fehérje víz kötések heterogenitásának mértékében.

Összefoglalás

Tömören összefoglalva az eddig elmondottakat: fehérjék „hidrogén mozgékonyosságának” és „hidrárburok olvadásának” eredeti mérését és értelmezését vezettük be, és számos esetben demonstráltuk használhatóságukat. Ennek alapján három dinamikai jellemző bevezetésére tettünk javaslatot fehérjék rendjének/rendezetlenségének a jellemzésére, amelyek fogalmi jelentése világos, kísérletileg közvetlen mérhető, és kvantitatív minősítési alapul szolgálnak mind a fehérjék, mind a fehérjéket befolyásoló külső hatások vizsgálatához, illetve azok molekuláris szintű jellemzéséhez. Ezek a p-p vektorok mozgékonyosságát jellemző HM hidrogén mobilitás, a fehérje-víz kötések homogenitásának/heterogenitásának arányára (HeR), illetve mértékére (HeM) jellemző „rendparaméterek”. Ami még hiányzik a „széles-jelű” NMR által nyújtható dinamikai világból, az a relaxációs időkben (hangsúly a többes számon!) található korrelációs függvények jellemzőinek „modellfüggetlen” meghatározása. Az első tétova lépéseink [5]-ben található.

Jövőkép-vázlatok

Emberi/kutatói időskálán megszámlálhatóan végtelennek tűnik az összes PDB-ben tárolt fehérje dinamikai és energetikai jel-

lemzőinek a feltérképezése, hozzáadva még az egyes építőköveket (aminosavak, kisebb molekulák stb.) is, imponáló a megoldható feladatok száma. A tényleges feladat kiválasztását, a mért jellemzők kémiai és biológiai jelentésének elmélyítését természetesen a társtudományok kérdésfelvetései és a gyakorlati problémák megoldása határozza meg, illetve szűkíti le. Közülük néhányat már most érdemes kiemelni, ezek túlmutatnak az egyes fehérjemolekulák kötési/dinamikai tulajdonságainak a feltérképezésén:

Standard globuláris molekulák (pl. UBQ, BSA, β -kazein) fenti rendparaméterek alapján történő jellemzését, továbbá az oldószer azokra gyakorolt hatásának nagy pontosságú meghatározását alapfeladatnak tekintjük. Izgalmas kérdés még, hogy létezik-e rendezetlen standard. Eddigi tapasztalataink nem erre mutatnak.

Időskori betegségekben (Parkinson-kór) szerepet játszó α -szinuklein pontmutánsok, magasabb rendű (amyloid, oligomer) szerkezeteinek kérdéskörét itt is és a korábbi publikációkban is [6] érintettük. A felfedezett dinamikai jellemzők (HM, HeR, HeM) meghatározása lehetőséget nyújt számunkra a szájképződés és polimerizáció molekuláris szintű, pontosabban energetikai mélységű feltérképezéséhez, továbbá a kiváltó okoknak és azok megakadályozásának a kiderítéséhez.

Nem azonos nagymolekulák kölcsönhatása. Előzetes eredményként mutattuk be [7] a T- β 4, stabilin és komplexükön kapott eredményünket, aminek pontosított mérése és a kölcsönhatásban szerepet játszó fizikokémiai folyamatok tisztázása jelenti a soron következő tennivalóink egyikét; továbbá a kulcsot, ami kaput nyit a molekuláris kölcsönhatások létének vagy nemlétének a kimutatására, természetük, illetve nagyságuk meghatározására.

Extrem körülmények között működő fehérjék és élő szervezetek körében a hidrát-víz szerepének a megismerése talán nem igényel külön indoklást. Közülük csak a szárazságtűrő növényeket időszerű említeni, és a védekezésükben szerepet játszó chaperon fehérjéket (ERD14).

NaCl-tartalmú oldószer hatása. Az összes eddig megvizsgált fehérje oldatunk azt mutatja, hogy minden fehérjemolekula – feltehetően a NaCl hatására – heterogénebb vízkötési tulajdonságokat mutat pufferolt oldatban, mint desztillált vízben. Legvilágosabb kimutatása ennek [8] dolgozatunkban található. Ezzel egy új ablakot nyitottunk az oldószer molekuláris szerkezetre gyakorolt hatásának a vizsgálatában. A DSC-vel kombinált NMR OD méréseink azt sugallják, hogy a pufferolt oldatokban végzett összes irodalmi (nem saját!) mérés desztillált vízben történő kiegészítő vizsgálata indokolt.

Köszönetnyilvánítás

Nem formális köszönet illeti azokat a kutató-társaimat, akikkel hosszú éveken át dolgoztunk együtt akár a laboratóriumban, akár a célok kitűzését és/vagy az eredmények értelmezését illetően. Közülük ki kell emelnem Bánki Pétert, Bokor Mónikát, Rácz Pétert és Tompa Pétert: nélkülük a fenti gondolatok nem ölthettek volna testet. A helyhiány miatt név szerint nem idéztek felsorolása helyett a mellékelt (saját) irodalmi lista szerzőire hivatkozunk, nekik is köszönöm, hogy együtt dolgozhattunk. Köszönöm továbbá a MTA, a Korean Research Council és Wellcome Trust többéves elvi és anyagi támogatását.

Irodalom

[1]. K. Tompa, M. Bokor, K.H. Han, P. Tompa, Hydrogen skeleton, mobility, and protein architec-

ture, *Intrinsically Disordered Proteins*, 1: 82-91. 2013. doi: 10.4161/idp.25767
 [2]. K. Tompa, M. Bokor, T. Verebélyi, P. Tompa, Water rotation barriers on molecular surfaces, *Chemical Physics*, 448:15-25, 2015, doi
 [3] J.S. Waugh and E.I. Fedin. On the Determination of Hindered Rotation Barriers in Solids, *Fiz. Tverd. Tela (Leningrad)*. 4: 2233-2237. 1962. Angol fordítás: *Sov. Phys. Solid State*. 4: 1633-1636. 1963.
 [4]. V. Csizmók, M. Bokor, P. Bánki, É. Klement, K. F. Medzihradsky, P. Friedrich, K. Tompa, P. Tompa. Primary Contact Sites in Intrinsically Unstructured Proteins: The Case of Calpastatin and Microtubule-Associated Protein 2. *Biochemistry*, 44: 3955-3964. 2005. doi: 10.1021/bi047817f
 [5]. K. Tompa, P. Bánki, M. Bokor, P. Kamasa, P. Rácz, P. Tompa, Hydration water/interfacial water in crystalline lens, *Exp. Eye Res.* 91: 76-84. 2010. doi: 10.1016/j.exer.2010.04.00

[6] E. Hazy, M. Bokor, L. Kalmar, A. Gelencser, P. Kamasa, K.H. Han, K. Tompa, P. Tompa. Distinct Hydration Properties of Wild-Type and Familial Point Mutant A53T of α -Synuclein Associated with Parkinson's Disease. *Biophys. J.* 101:2260-2266, 2011. doi: 10.1016/j.bpj.2011.08.052
 [7] A. Tantos, B. Szabo, A. Lang, Z. Varga, M. Tsydonok, M. Bokor, T. Verebélyi, P. Kamasa, K. Tompa, A. Perczel, L. Buday, S.H. Lee, Y. Choo, K.H. Han, P. Tompa. Multiple fuzzy interactions in the moonlighting function of thymosin- β 4. *Intrinsically Disordered Proteins*. 1: 50-65. 2013. doi:10.4161/idp.26204
 [8] P. Tompa, P. Bánki, M. Bokor, P. Kamasa, D. Kovács, G. Lasanda, K. Tompa, Protein-Water and Protein-Buffer Interactions in the Aqueous Solution of an Intrinsically Unstructured Plant Dehydrin: NMR Intensity and DSC Aspects, *Biophys. J.* 91: 2243-2249. 2006. doi: 10.1529/biophysj.106.084723

Címképünk: Tündérfátyol-lebbentő

A Menyanthaceae – azaz a vidrafűfélék családjába tartozó *Nymphoides* nemzetségnek nagyjából ötven képviselője él a világban. Közülük egy hazánkban is előfordul, méghozzá a *Nymphoides peltata*, vagyis a szépséges nevű tündérfátyol. (Maga a nymphoides összehasonlító név: jelentése nymphaeaszérű. Egyaránt utal a *Nymphaea* = tündérrózsa, tavirózsa nemzetségre, illetve vízi tündérekre, görögösen nimfákra. Az ógörög nyelvben ezzel összefüggésben még fátylat is jelent.) A tündérfátyolnak nemcsak a neve szép, hanem a virága is, sőt, ha szerencsénk van látni, a tündérrózsa-hínárhoz kötődő virágtengere még szebb. A Tisza-

A nemzetségben akadnak olyan fajok is, amelyek Délkelet-Ázsiában és Ausztráliában egyaránt előfordulnak.

Bár a szépség megítélése szubjektív dolog, a nemzetség tagjai között sokan mégis a *Nymphaea indicá*-t tartják a legszebbnek. A neve ugyan Indiára utal, hiszen onnan írták le,



Indiai tündérfátyol (Kapitány Katalin felvétele)

de valóságosan pántrópusi faj, vagyis mindennütt előfordul, ahol a klíma és a víz azt lehetővé teszi. Az persze már kinyomozhatatlan, hogy ez az Egyenlítő körüli elterjedés mennyire a természet, illetve az ember műve. Az emberi közreműködésre okkal gyanakszunk, hiszen az utóbbi időkben már a mediterrán környezet melegebb térségeiben, vizeiben is megjelent. Vagyis inváziós fajról van szó, ami azonban hazai termálvizeinket csak akkor fenyegetheti megjelenésével, ha valaki szántszándékkal vagy felelőtlenégből betelepíti. Esetleges megmaradása még ebben az esetben is kétséges, bár Hévíz és más termálvizek kapcsán láttunk már kellemetlen példákat (hévízi gázló – *Hydrocotyle ranunculoides* L., úszó kagylótutaj – *Pistia stratiotes* L.).

Szólunk illik még a család, vagyis a vidrafűfélék „talányos” rendszertani besorolásáról.

Aki Soó Rezsónél tanulta a növényrendszertant, úgy tudja, hogy tárnicsfélékről van szó. A hazai növényhatározók még ma is ott tárgyalják. A Soót gyakran „megihető” örmény Tahtadzsjan viszont „a Campanulanae főrend alatt a Menyanthaceae a Menyanthes rend egyetlen családjaként” szerepelteti. Ezen kívül egyesek burgonyfélének, mások somvirágúnak tekintik. Mégis, a legvalószínűbb a modern APG osztályozás molekuláris genetikai vizsgálaton alapuló nézete, ami szerint a vidrafűfélék családjá a fészkesvirágzatúak rendjéhez (Asterales) sorolandó. Maga a névadó



Vidrafű

vidrafű (*Menyanthes trifoliata*) régi híres étvágyjavító gyógynövény, nálunk azonban védett, vagyis a ma embere számára két okból is kerülendő!

A folyóirat címképén, ami a müncheni botanikus kertben a tündérrózsaakat bemutató medencénél készült 2013-ban, a *Nymphoides indica*, az indiai tündérfátyol látható. Minő véletlen: a botanikus kert a város Nymphenburg nevű részén található...

SZILI ISTVÁN



Tündérfátyol (Kalotás Zsolt felvételei)

tavon például száz métereken át terül a vízfelszínre aranysárga, lágyan hullámzó szőnyege. A virág különös szépségét a 4–5 rojtos-fogaeskás szélű cimpa és a szakállas torok adja. Valaha a Balatonban is előfordult, és érdekes lenne megtudni, ma már miért nem. Növényünk eurázsiai faj, vagyis az Atlanti-óceán és a Csendes-óceán közötti hatalmas térségben sokfelé megtalálható.

SÜMEGI PÁL

Elpusztított édesvízi bölcső

A püspökfürdői termálvizes tó fejlődéstörténete és egy csigafaj kialakulása

A Nagyvárad mellett található Pece-patak völgyében kialakult püspökfürdői forró vizű tó fejlődéstörténetét és a csak itt található, bennszülött bordás homorca csiga (*Melanopsis parreyssii*: **1. ábra**) kialakulásának történetét mutatom be cikkemben. Megírását nemcsak az új tudományos eredmények, hanem az a szomorú tény is indokolta, hogy a nemzetközi védelmet élvező tó a túlzott termálvíz-kitermelés következtében kiszáradt (**2. ábra**). A Natura 2000 védelem alatt álló tó és patak völgy azt követően száradt ki, hogy túl sok termálvíz kitermelésére adtak engedélyt a területen az elmúlt 10 év során épült gyógyvizes szállókhöz, magánházakhoz, panziókhöz, élmény- és szórakoztató vízi központokhoz, fűtési rendszerekhez. Így a lakosság olyan mennyiségű termálvizet használ fel a területen legálisan és illegálisan, hogy a termáltó szintje előbb leapadt, majd idén kiszáradt. Emiatt aztán a bennszülött, csak ebben a hévizes rendszerben élő bordás homorca csiga és a Rakovitzka kele (*Scardinius erythrophthalmus racovitzai*) halfaj csak Müller Tamás gödöllői biológuskutató fanatikus mentési kísérlete nyomán maradt fenn akváriumokban, az Európában egyedülálló hévizei tündérrózsás vagy más néven egyiptomi fehérlótsz-növényzet pedig a megsemmisülés szélére került. A *Kitaibel Pál* által 1798-ban felfedezett, egész Európában egyedülálló egyiptomi fehérlótszokkal borított hévizei tó XIX. század végétől kezdődött problémáira már *Ady Endre* is felhívta a figyelmet *Pusztul a lótsz* című versében.

A terület a régészeti leletek szerint az újkőkortól, vagyis több ezer éve folyamatosan lakott volt. A már a rómaiak megszállásától kezdve bizonyíthatóan fürdőnek, emellett kenderáztatásra, malomként, itatásra és mosásra használt termáltó állapota egészen a XIX. század végéig nem változott alap-



1. ábra. A természetes környezetéből, a kiszáradt püspökfürdői termáltóból kipusztult bordás homorca csiga (*Melanopsis parreyssii*) a szintén végveszélybe került hévizei tündérrózsza (*Nymphaea lotus* var. *thermalis*) levelén

vetően. Az elmúlt évezredek, évszázadok emberei nem hagytak mélyre ható változást a tó állapotában, és nem sodorták a kihalás szélére a vízben élő egyedülálló élővilágot.



2. ábra. A kiszáradt tómeder

A tó kálváriája már akkor elkezdődött, amikor lelkes botanikusok, zoológusok igyekeztek a területen található növényi és állati ritkaságokat más magyarországi, majd romániai termálta-

vakba, hévizei forrásokba, köztük Hévízre, Tatára, Budapestre betelepíteni Kitaibel felfedezésétől kezdődően. Ezeket a széttelepítéseket és a hévizei tündérrózsza rendszertani helyzetét mutatta be a *Természet* című lapban 1942-ben a világhírű, tavakkal foglalkozó kutató, *Rásky Klára*. A telepítések mellett nagy problémát okozott, hogy az 1374-től királyi rendelettel a nagyváradai katolikus püspökségnek adományozott, zárt, védett egyházi birtokot kiosztották a XIX. század második felében és a kimért kiskertek tópartig, patakpartig értek el. A talajművelés nyomán kifejlődött erózió hatására a terület feltöltődése felgyorsult. Trianont követően a román kormány úgy igyekezett megoldani a problémát, hogy a kiskerteket felvásárolta, zsilipes gátrendszerrel szabályozta a tó vízszintjét, kerítést alakított ki a tó körül, és védett területté nyilvánítva 1931-ben. Mindezek ellenére a püspökfürdői tó állapota egyre romlott, mivel az 1940-es évektől kezdődően több trópusi növényt telepítettek a tóba, majd ismét kiskerteket alakítottak ki a tó körül, ennek nyomán aztán a gát mögötti tó fel is töltődött. Így az Európában egyedülálló hévizei tündérrózsák (**3. ábra**) helyén ember által behurcolt trópusi növények, majd nád és gyékény kezdett elterjedni. A tavi rendszernek azonban a legnagyobb problémát a hévíz kitermelése okozta és okozza ma is. Először 1885-ben a szomszédos Félixfürdőn, majd az 1960-as években a termáltó közvetlen térségébe mélyítették fúrásokat. Ennek nyomán a tó vízszintje csökkenni kezdett, a hévizei tó vize telente befagyott és

2014-ben az engedélyezett és illegális termálvíz-kutak kitermelésének hatására kiszáradt. A változások következtében egyrészt érdemes végiggondolni, mivel is lettünk szegényebbek, másrészt

áttekinteni az őslénytani és geológiai kutatások eredményeit, hogy mikor és milyen körülmények között fejlődtek ki a területen az egyedülálló élőlények és vajon ezek a környezeti változásra érzékeny fajok átvészelték-e hasonló időszakokat az elmúlt évezredek során is?

A termáltó fejlődésének és a bordás homorcsa csiga kialakulásának tisztázására előbb 1999-ben mélyítettünk magfúrást és geológiai szelvényt a területen, majd 2009-ben a püspökfürdői tóban kialakított szelvényből emeltünk ki mintákat és dolgoztuk fel kronológiai, geológiai, geokémiai és őslénytani szempontból. 2009-ben sikerült egészen a tavi és folyóvízi rétegsor alján elhelyezkedő mészkőrétegig geológiai szelvényt kialakítani, és mintánként 2 dm³ (5,4 kg/minta) üledékből kinyerni több ezer *Mollusca*-héjat. A malakológiai vizsgálatokat geokémiai és üledékföldtani vizsgálatokkal egészítettük ki. A kinyert *Mollusca* fauna elemeinek százalékos arányát (dominanciáját) a szelvény mentén felrajzoltuk, és az eltérő környezeti igényű fajok arányváltozásai nyomán következtítettünk a tavi környezet átalakulására. Az üledékanyagot mért üledékföldtani és geokémiai vizsgálatok eredményeit is felhasználtuk a tavi környezet időbeli átalakulásának megrajzolásához. Emellett a mintákban tömegesen előkerülő homorcsa csigák héjait, mind az ősbibb sima felületű, mind a bordás alakokat megvizsgáltuk méret és alak szempontjából, és ehhez a héjak röntgenképeit használtuk fel. A fajok dominancia-vizsgálata alapján a püspökfürdői teljes szelvényben a pannon endemikus fekete bödön-csiga (*Theodoxus prevostianus*), a szelvény alsó, idősebb részén a sima felszíni



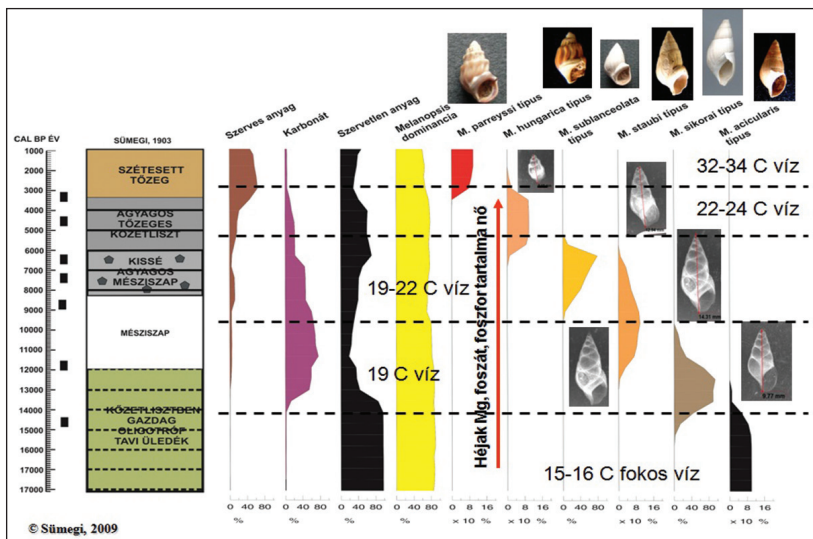
3. ábra. A püspökfürdői hévízi tündérrózsás tó fénykorában (Venczel Márton felvétele)

homorcsa csiga (*Melanopsis/Fagotia acicularis*), míg a felső részén a bordás homorcsa csiga (*Melanopsis parreyssii*) aránya volt a meghatározó (4. ábra).

A kísérő faunában a vizsgálat alá vont szelvények fekjében stabilabb vízborítást igénylő éles tányércsigák (*Planorbis planorbis*), tüskés tányércsigácska (*Armiger crista*), míg a szelvény felszínközeli részén az időszakos vízborítást is elviselő ajakos tányércsiga (*Anisus spirorbis*) és sima tányércsigácska (*Gyraulus laevis*), valamint a vízparti környezetben élő

amikor a szervesanyag- és magnéziumtartalom folyamatosan növekedésnek indult a tavi rendszerben. Ezzel párhuzamosan változott meg a fauna, a sima héjfelszíni homorcsa csigák visszaszorultak, míg a bordás homorcsa csigák megjelentek a püspökfürdői rétegsorban (5. ábra). Ez a legfontosabb változás a csigafaunában, mert a védett, bennszülöttnek tartott bordás homorcsa csiga kialakulásához ezek a változások vezettek el. Ahhoz, hogy ennek a fajkeletkezési folyamatnak a jelentőségét megérthessük, meg kell ismerkednünk a világon csak itt élő bordás homorcsa csiga kutatásának történetével, valamint kialakulásáról és származásáról alkotott kutatói véleményekkel.

Az első földtani rétegsort és a rétegekben található homorcsa csigák héjait von Heinrich Wolf császári geológus írta le a püspökfürdői területről 1863-ban. Ezt követően Zsigmondy Béla vízkutató furásának rétegsora (1886) és Wolf munkája nyomán Nagyvárad város földtani feldolgozása során említették meg ezeket a *Mollusca*-fajokat. A korábbi vizsgálatok ellenére Tóth Mihály volt az első, aki a Magyar Orvosok és Természetvizsgálók 1890. augusztus 16–20-ig Nagyváradon tartott XXV. Vándorgyűlésén részletesen beszámolt a püspökfürdői terület negyedidőszaki



4. ábra. A püspökfürdői szelvény mintáin végzett malakológiai vizsgálat eredményei, a homorcsa csigák rétegek szerinti változása az utolsó 17 ezer év során

nagy borostyánkőcsiga (*Succinea putris*) jelent meg. A valódi szárazföldi környezetben élő sima trombitacsiga (*Vallonia pulchella*) és a vörös szőrös (*Perforatella rubiginosa*) csigahéjak teljesen véletlen-

malakofaunájáról, köztük a homorcsa csigafajok héjváltozásairól. Munkájában a mintegy 2 méteres földtani szelvényből rétegenként, egyelűes technikával kiemelt *Mollusca* faunát ismerteti és a *Melanopsis*-fajok változásai nyomán olyan negyedidőszaki fejlődési sort írt le, amelyben igen jelentős számú, 23 db homorcsa csigafajt határolt le. Tóth a püspökfürdői meleg vizű tavat az ó-allúviumnál (mai felfogásunk alapján holocén) idősebbnek tartotta. Tóth Mihály a bordás homorcsa csigafajokat olyan harmadidőszaki, a jégkor előtt élt homorcsa csiga taxonokból, egészen pontosan olyan közös ősből származtatja, amely túlélhette a jégkört. Tóth Mihály munkája nyomán előbb a birodalmi malakológus *Spiridon Brusina*, majd a Magyar Királyi Földtani Intézet paleontológusa, *Kormos Tivadar* végzett malakológiai vizsgálatokat a püspökfürdői negyedidőszaki *Mollusca*-fajokon.

Brusina nem alakított ki sem fúrás, sem szelvényt a területen, elsősorban felszínen található anyagokat, valamint a Tóth Mihály által feltárt szelvényből gyűjtött anyagot vizsgálta meg taxonómiai szempontból. *Brusina* munkájában a *Melanopsis parreyssii* fajjal együtt 8 fajt határozott meg, valamint 23 változatot különböztetett meg. Sajnos sem ábrákat, sem részletes leírást nem adott meg sem a fajokhoz, sem a változatokhoz, mindössze rövid, néhány soros latin diagnózist adott a taxonokhoz. *Brusina* egy, a jégkorban a meleg vizű tó következtében fennmaradt harmadidőszaki szubtrópusi oázis utolsó maradványainak tekintette a püspökfürdői bordás homorcsa csigafajokat.

Kormos Tivadar a terület morfológiai és földtani adottságainak feltérképezését követően mintegy 11 méteres ássott szelvény és fúrás kombinációját alakította ki. *Kormos* az igen részletes rétegtani, földtani elemzés mellett a *Brusina* által leírt fajokat és változatokat, valamint a rétegsorból előkerült bődöncsiga- (*Theodoxus*) és homorcsa csiga- (*Melanopsis*) példányokat is részletesen elemezte 1903–1905 között. A vezetésével kialakított földtani szelvény mellett más felszíni szelvényeket is megvizsgált, tér-

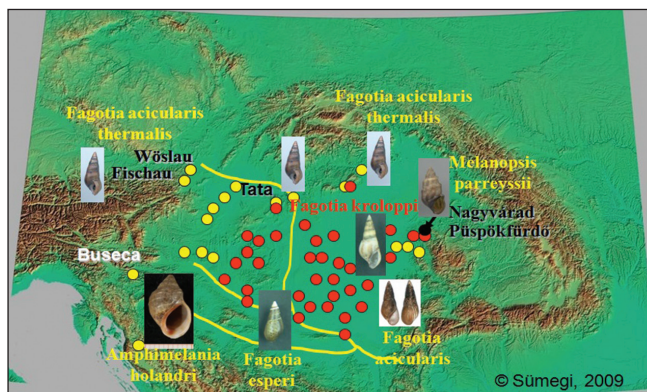
képet, földtani szelvényt közölt a vizsgált területről, ahol feltüntette Tóth Mihály, valamint a saját szelvényének helyét is. *Kormos Tivadar* átfogó munkáját tekintettük a legfontosabb kiindulási alpnak a püspökfürdői terület földtani fejlődését, kronológiáját és a malakofauna, közte a pannon bennszülött bődöncsiga- és

folyamcsiga egyedeknek a ciklikus megjelenése a Kárpát-medencében egyértelműen a negyedidőszak enyhébb, interglaciális szakaszaihoz, maximum néhány százezer évvel ezelőtti időhöz (5. ábra), és nem a több millió évvel ezelőtti harmadidőszakhoz köthető.

Ezt az őslénytani képet támasztják alá a püspökfürdői területen 1999-ben mélyített saját fúrásaink, majd a 2011-ben kialakított geológiai szelvényeink malakológiai feldolgozása és a *Kormos* által feldolgozott szelvény malakofaunájának összehasonlító elemzése is. Ugyanis a püspökfürdői területen a feküben kimutatott kavicsos üledékek, illetve mészkőszint feletti édesvízi tavi rétegek a radiokarbon-vizsgálatok alapján a jégkor végéhez, a maximum 15–30 ezer évek közötti szinthez, a jégkor utolsó jelentősebb eljegesedési hullámához kötődik. Vagyis a „*Melanopsis*”-héjakat tartalmazó legidősebb tavi rétegek rendkívül fiatalok geológiai értelemben, jégkor végiek, az utolsó 100 ezer évben alakultak ki, és nem több millió éves harmadidőszaki képződmények valamelyik szintjével párhuzamosíthatók.

A püspökfürdői jégkor végi tavi rétegek felszínén egy jelentősebb karbonáttartalmú, hófehér színű tavi réteg fejlődött ki. A radiokarbon-vizsgálat alapján a réteg kora holocén, 11 600 nap-tári évnél mindenképpen fiatalabb, és igen jelentős vízdoldható Ca-, Mg-mennyiséggel jellemezhető. Ebben a szintben is jelentős egyedszámban jelentek meg a sima héjú homorcsa- és folyamcsiga-héjak, de már megjelentek lépcsőzetes, spirális és tarajosan díszített példányai is a homorcsa nemzetségnek, amelyeket még Tóth Mihály, *Spiridon Brusina*, *Kormos Tivadar* 110–120 évvel ezelőtt felismertek és ismertettek. A feldolgozott több száz példány alapján teljes átmenet figyelhető meg ezek között a formák között, amely formák és alakok egyértelműen a foly-

amcsiga- (*Fagotia acicularis*) faj meleg vizű alakjainak foghatók fel és nem önálló fajoknak. A különböző formák megjelenése, kifejlődése rendkívüli módon hasonlít az egri vár alatt található, az utolsó interglaciális során felhalmozódott meleg vízből édesvízi mészkőben feltárt spirális élekkal, tarajokkal díszített, *Schréter Zoltán* geológus által *Melanopsis doboi* (6. ábra) néven leírt formákhoz. Ám ezeket az alakokat a héjak alapos vizsgálata nyo-



5. ábra. Homorcsa csiga (*Melanopsis*) és folyamcsiga (*Fagotia*) taxonok a Kárpát-medencében (piros kör = negyedidőszaki, sárga kör = jelenlegi megjelenés)

homorcsa csigafajok – alakok – változatok fejlődésének feltárását megelőző kutatásainkhoz. *Kormos* véleménye szerint a mai püspökfürdői fauna egyértelműen reliktum jellegű, egy harmadidőszaki, trópusi körülmények között élt fauna jégkört túlélő ma-



6. ábra. *Schréter Zoltán* geológus által leírt *Melanopsis doboi*-formák az egri utolsó interglaciálisban képződött édesvízi mészkőből (*Schréter*, 1975)

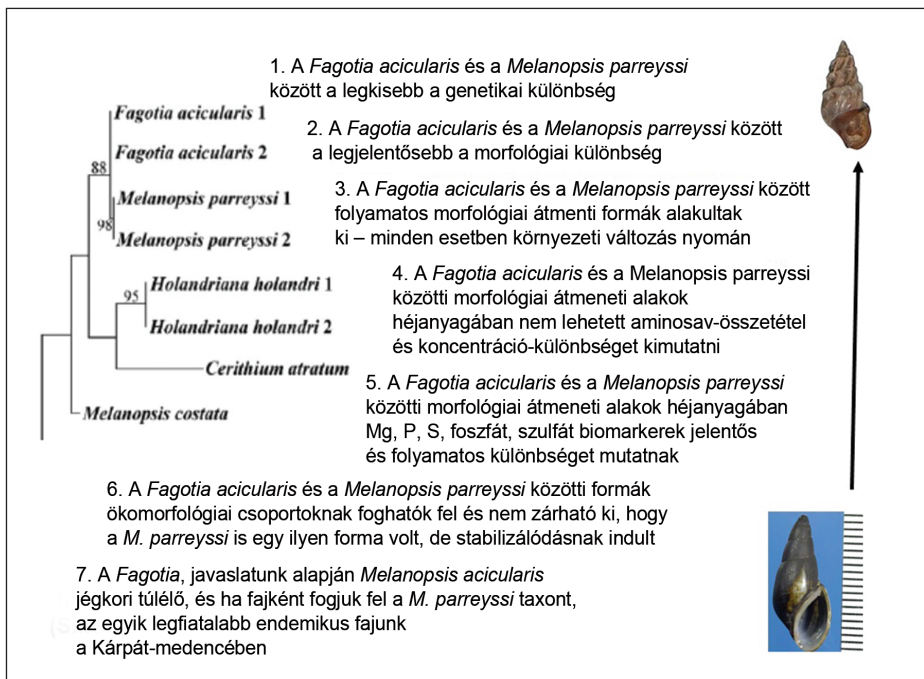
radványa, amelynek közvetlen leszármazási kapcsolata, faunafejlődési előzményei a szlovéniai területen található 4–5 millió év közé tehető tavi rendszer fiatal harmadidőszaki malakofaunájában figyelhetők meg. Ugyanakkor már *Kormos* is felfigyelt arra, hogy a püspökfürdői bordás homorcsa csiga egyedek jelentős része leszármazási kapcsolatba hozható az ősi sima felszíni folyamcsiga- (*Fagotia acicularis*) alakokkal. Viszont ezeknek a sima felszíni

mán szintén a folyamcsiga (*Fagotia acicularis*) hévízben kialakult alakjának írták le.

A jégkor (pleisztocén) végén és a jelenkor (holocén) kezdetén fordultak elő együttesen a sima héjú folyamcsiga, a spirálisan díszített folyamcsigák, valamint a bordás homorcsa csigák héjai, majd a folyami csigák sima héjú és spirálisan díszített alakjai teljesen visszaszorultak a rétegsorból. A két, homorcsa csigafélék (*Melanopsidae*) családjához sorolható taxon közötti váltás és átmeneti zóna nem véletlen, mivel a munkánk alapján a folyami csigafajból vezethetjük le a rácsos homorcsa csigafaj kialakulását, kifejlődését.

A klasszikus héjmorfológiai elemzéseinket a legmodernebb genetikai elemzések is alátámasztják (7. ábra). A két faj elválását a holocén időszakra tehetjük. Ez öslénytani szempontból rendkívül problematikus, mivel egyrészt az elválás rendkívül fiatal, maximum az utolsó 12 ezer évre tehető. Másrészt a két taxon között átmeneti alakok, formák alakultak ki, vagyis a 100 évvel ezelőtti mala-

kológiai felfogás alapján fajsorozat köti össze a két taxont. Ugyanakkor tudnunk kell, hogy a morfológiai változások nem egyértelműek. Ugyanis az átmeneti formák inkább a környezeti változásokkal, a termálvízi rendszerben oldott mészsótartalmával és a jelentősebb Mg-kationfelvétellel összefüggésben lévő morfológiai változásokkal mutatnak összefüggést. Így az átmeneti formáknál megjelenő morfológiai különbségek hátterében nem biztos, hogy stabil genetikai különbségek jelentkeztek. Maguk a genetikai vizsgálatok is döntően a genetikai óra változásait (7. ábra), a feltelezhető szétválás földtani idejét, a szétválásnak a korát mutatja meg döntően, és nem a tényleges genetikai szétkülönülést mutatja. Ennek nyomán a folyamcsiga és a bordás homorcsa csiga taxonok és valamennyi püspökfürdői területen korábban leírt faj, forma és változat rendszertani besorolása teljesen bizonytalan, mivel az édesvízi *Melanopsidae* taxonoknál a termálvizekben kialakuló spirális, felszíni díszítések, lépcsőzetes formák környezeti hatásra is kialakulhatnak. Így a jégkori (pleisztocén) folyamcsiga és a jelenkori (holocén) bordás homorcsa csiga taxonok faji szintű elkülönítése továbbra is kérdéses, éppen annyi érv szól a fajok elkülönülése, mint a környezeti hatásra történő formai változatok megjelenése mellett. Jól tükrözi a leírtakat a recens európai *Melanopsis* taxonokon mért 18 S mitokondriális sorozaton végzett genetikai elemzés (7. ábra). Ezzel egyértelműen bizonyítható, hogy a püspökfürdői bordás



7. ábra. Recens *Melanopsis* taxonok 18S mitokondriális sorozatán végzett genetikai elemzés eredménye, molekuláris őrajz alapján megrajzolt hipotetikus filogenetikus elágazások (Smolen-Falnikowski, 2009)

homorcsa csiga- és a folyami csigafajok között a legkisebb a földtani (genetikai) időkülönbség. Kimondható ez annak ellenére, hogy a püspökfürdői területen kimutatható *Melanopsidae* taxonok morfológiai megjelenése között a legjelentősebb különbség a folyami csiga és a bordás homorcsa csiga taxonok között fejlődött ki. Ugyanakkor a bordás homorcsa csiga elkülönülése az eredetileg leszármazási ősenek tekintett, harmadidőszak végén kialakult, kis-ázsiai, közel-keleti elterjedésű *Melanopsis costata*-fajtól olyan jelentős és a *Fagotia acicularis*-fajhoz olyan közel áll, hogy a leszármazási kapcsolatot a *Fagotia* (*Melanopsis*) *acicularis* és a *Melanopsis parreyssi* között nem lehet kérdéses.

A taxonómiai problémák megoldására két lehetőség van: egyrészt tekinthetjük a bordás homorcsa csiga taxont a folyami csiga 32–34 °C közötti forró vízi környezethez alkalmazkodott formájának, ökomorfológiai alakjának vagy a forró vízi környezethez alkalmazkodott, és ebben a környezetben stabilizálódott *Fagotia acicularis*-fajtól elkülönült fajnak. Bármelyik változatot tekintjük is mérvadónak, az elkülönülés mértéke és földtani ideje minimális. Amennyiben a faji elkülönülést mondjuk ki alapvetőnek, akkor elmondhatjuk, hogy a faj a legfiatalabb endemizmusunk, amely szinte a történelmi időkben alakult ki a Kárpát-medencében. Vagyis ez a faj szinte a szemünk láttára alakult ki és sajnos elszigetelt megjelenése, élőhelyének a szennyezett-sége, kiszáradása miatt szinte a szemünk

láttára tűnik el, pusztul ki, ha nem történik jelentős mértékű élőhelyrekonstrukció. Az élőhelyrekonstrukció, -revitalizáció a kialakult katasztrofális helyzet miatt rendkívüli költségeket igényel majd, ugyanis egy aktívan, szivattyúzással fenntartott hévízkutat kell kialakítani a területen, mert csak ez biztosíthatja az újra kialakítandó termált megfelelő hőmérsékletű és mennyiségű hévíz utánpótlását. Vissza kell állítani a zsilipes gátrendszert, hogy a kialakított tó megfelelő vízmélységű legyen és vissza kell majd telepíteni a magvakban megőrzött egyiptomi fehérhótszát (hévízi tündérrózsát), az akváriumban átmenekített bordás homorcsa csigát, és Rakovitzta kelét. Az a legnagyobb kérdés, hogy az alig néhány példányban megőrzött, és így végletesen leszűkült változatosságban fennmaradt bennszülött csigák, halak és persze a hévízi tündérrózsák elterjednek-e majd újra ebben a már egyértelműen ember által kialakított és csak mesterségesen fenntartható környezetben?

Köszönetnyilvánítás

TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 azonosító számú Nemzeti Kiválóság Program – Hazai hallgatói, illetve kutatói személyi támogatást biztosító rendszer kidolgozása és működtetése konvergencia program című kiemelt projekt keretében zajlottak a kutatásaink. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

VOJNITS ANDRÁS

Houstontól Austinig

Austin, az élő zene városa

Második rész

Nem akármilyen város Austin. Az alapjaiban konzervatív Texasban liberális enkláve, ezért is kapta a „népköztársaság” – People’s Republic of Austin – gúnynevet. Rendkívül gyorsan fejlődik, míg lakossága csak az 1970-es években lépte át a kétszáz ezres lélekszámot, ma már vagy millióan lakják. A high-tech új fellegvára, a kaliforniai Szilícium-völgy után nevezték el Szilícium-dombságnak („Silicon Hills”), tekintetbe véve a topográfiai adottságokat. Híres a felsőoktatása és a kulturális, különösen a zenei élete. Sok a park, a kert, ahol nagyon jó élni – második a nagyvárosok között a „Best Places to Live” listán –, és úgy tartják, az USA tíz legjobb helyének egyike, ha nyugdíjba megy az ember. Más kimutatások szerint az Államokban Austinnak a „legjobb a lakossága” – bármit is jelent ez, rosszat biztosan nem. Az FBI szerint a második legbiztonságosabb nagyváros. De nem csak a bűnözőktől igyekeztek megtisztítani, az összes nyilvános helyen tilos a dohányzás.

Böhlényország határán

Az USA földtörténetileg legfiatalabb tájegységei a parti síkságok. Mészke, agyag, homok és kavics, harmadidőszaki üledékes kőzetek vesznek részt felépítésükben, melyekre negyedidőszaki folyóvízi hordalékok, fiatalabb érkezősű homok és kavics terült. A közvetlen parti sáv még ma is épül, ezt a folyamatot a turzások és dűnék sora jelzi. A Mexikói-öböl parti síksága különösképpen gazdag ásványkincsekben, a kősó-, foszfát-, kőolaj- és földgáztelepek gazdasági jelentősége kiemelkedő. Az éghajlat szubtrópusi monszun, a tél rövid és enyhe – sokszor alig venni észre, hogy tél van –, a nyár meleg és párás. A napi középhőmérséklet csak októberre esik 20 fok alá. Elsősorban tavasszal és nyáron gyakoriak a hurrikánok. Az év legszárazabb szakasza az ősz és a tél – már ha a szárazságnak nevezhetjük az időnként napokig tartó heves esőzéseket.

A nyugati, északnyugat-nyugati irányú autópálya mintha biliárdasztal simaságú és vízszintes vidéken futna, pedig valójában

felfelé megyünk, ha észrevétlenül is. A parti síkságról a Préri-fennsík legdélebbi része, az Llano Estacado, a Cölöpös-pusztá felé tartunk. (Egykor földbe vert cölöpsor jelezte az utat.) Erre már



A felduzzasztott Colorado folyó (A szerző felvételei)

mozgalmasabb a táj, hajdani tűzhányók roncsai emelkednek a horizonton, délen pedig a Rio Grande látványos kanyonja húzza meg a határt a Mexikói-fennsík felé. A mészkővidékeken barlangok nyílnak, köztük a csodálatos cseppköveiről világhíres Carlsbad-barlang. Az éghajlat ezen a tájon is enyhe, de szárazabb, mint a partközelen, és itt már a szárazföld felett keletkező forgószелеk, a tornádók tombolnak, bár alkalomadtán egy-egy hurrikán a parttól messze is elér. Az igazi prérin kevés a csapadék ahhoz, hogy összefüggő erdőségek kialakulhassanak. A látszólag a végtelenségig elnyúló füves puszták régen rengeteg amerikai böhlényt eltartottak. Számítások szerint még a XVIII. században is kb. negyvenmillió böhlény legett a prérin. Ezzel a nagyállat-bőséggel csak a kelet-afrikai szavannák vehették fel a versenyt. Amikor a telepések megjelentek, a földművelő gazdálkodás terjeszkedését, a földek felszántását két dolog hátráltatta: a böhlény és a bennszülött lakosság. De mindkét „problémát” olyan sikerrel oldották meg, hogy paradox módon mára az ember és az állat, az indián és a böhlény maradéka egyaránt rezervátumokba szorult.

Texasban minden nagyobb...

...tartja a szöbeszéd, és a texasiak ezt komolyan is gondolják. A nagyvárosokban még csak-csak eltűrik, ha kételkedik az okvetetlenkedő idegen, de a „pusztán”, a farmok és kisvárosok világában jobb rájuk hagyni. Egyébként sok minden valóban nagy, mindenekelőtt maga az „egycsillagos állam”, hiszen Texas az USA összefüggő területén a legnagyobb. (Csak Alaszka nagyobb nála.) Egy ilyen hatalmas államban sok minden, köztük sok furcsaság is elfér. Az amerikai kiadású Encyclopaedia Britannica is csipkeződik Texasszal és a helybeliekkel: „Texas az egyetlen olyan állam az Egyesült Államok keretén belül, amelynek jogában áll területét kisebb államokra osztani – de ennek éppen olyan kevés a valószínűsége,

mint annak, hogy a texasi ember csendes, halk szavú legyen”. Anekdoták és mende-mondák, meg hihetetlen, de igaz történetek lengik körül Texast, a texasiak meg nemcsak hogy mindezt elhiszik, hanem rá is tesznek egy lapáttal. Az is jellemző, hogy abban az évben, amikor Texas az Egyesült Államok tagja lett, egy közkedvelt – persze nem texasi – kiadvány így érvelt a társulással: „Texast el kell foglalni, nehogy az foglaljon el bennünket...”. Mindenesetre nem volt rossz üzlet Texast befogadni. Vezető helyet foglal el az Egyesült Államok mezőgazdaságában, az energiahordozók bányászatában és egyúttal az alternatív energiatermelésben (szél- és naperőművek), éktelen iramban fejlődik az ipar, a tudományos kutatás, valamint a felsőoktatás.

Az első hiteles leírást 1528-ban Alvar Nunez Cabeze de Vaca spanyol tengerész készítette a terület egy kisebb részéről. Hajótöröttként vetődött Dél-Texasba, őt Coronado és De Soto expedíciói követték. Csak másfélszáz évvel később, 1682-ben létesült a mai El Paso mellett egy miszsió. A spanyol-francia rivalizálás erőfélé csekély mértékű volt, a franciák La Salle révén sikertelenül próbáltak behatolni Louisiana felől, a spanyolok pedig csak néhány kisebb telepet létesítettek. A XVII-

XVIII. században Texas túlnyomó részére még nem tette fehér ember a lábát, és a már meglevő telepecskék is elnéptelenedtek. Megváltozott a helyzet, amikor 1821-ben Mexikó kivívta függetlenségét. Texas a mexikóiak birtokába került, és a mexikói kormány ösztönözte az amerikaiak bevándorlását. Stephen Austin vezetésével – figyeljünk a nevekre! – érkezett meg az első 300 család. Amint várható volt, ennek nem lett jó vége. Az amerikaiak csakhamar túl sokan lettek, a mexikóiak megpróbálták visszaszorítani terjeszkedésüket, mire 1835-ben fegyveres lázadás tört ki. Eből háború lett, az amerikai csapatokat Sam Houston – itt a második „városnév” – vezette. Ez időtől fogva fogalom a San Antonio-i erőd, az Alamo, ahol harmincszoros túlerő ellen harcoltak. A védők mind egy szálig elesetek, majd Goliadnál a mexikóiak lemészároltak háromszáz amerikai foglyot. Úgyhogy ne lepődjünk meg, ha a westernfilmekben általában mexikóiaknak osztják ki a rossz fiú szerepét... De ezúttal is bebizonyosodott, hogy a hadiszerepese forgandó. Houston tönkrevverte a mexikóiakat, a mexikói diktátort is elfogták, Texas pedig független lett. És közel egy évtizedig, 1836–45 között Houston elnökletével az is maradt. Ekkor kapta a nevét, amely maig él: a Magányos csillag állama (The Lone Star State) – ezt olvashatjuk a rendszámtáblákon is – zászlaján valóban egyetlen csillag díszlik. Az Egyesült Államok 1845-ben bekebelezte, később a polgárháborúban Délhez csatlakozott, ami nem tett jót neki, bár területén nem folytak harcok. Csak 1870-ben vált ismét az USA teljes jogú tagjává.

Texas és kőolaj, ez a két fogalom elválaszthatatlanul összefonódott. Az első olajkutat már 1866-ban megnyitották, de az olaj ipari hasznosítása csak a XX. században kezdődött meg. Csakhamar az USA elsőszámú kőolaj- és földgáztermelő állama lett, de ezt nem követte komoly iparosítás, a texasiak maradtak a mezőgazdasági- és nyersanyagtermelésnél – igaz, ezekben döntő súlyra tettek szert. A nagy változást a második világháború hozta. Szupermodern ipar alakult ki, először vas- és acélgégyártás és természetesen kőolajfeldolgozás, aztán minden egyéb. Közben megmaradt vezető szerepe a bányászatban és a mezőgazdaságban. A kis farmoknak hírmondója sem nagyon maradt, a nagy- és óriásfarmok vették át az uralmat. Texas első a gyapottermelésben, vezet a gabona- és zöldségfélék, valamint a takarmánynövények termelésében, az állattenyésztésben. Első helyen áll a szarvasmarha-állománya, sok a juh, és azt talán mondani sem kell, hogy a ló is. Texas ló nélkül? Ugyan már!

Nem kétséges, sok fura alak él Texasban, de a kép, amit általában erről a „cowboy országról” festenek, hamis. Felsőoktatás, tudomány, művészetek, ezek is első osztályúak. Sokat áldoznak is rájuk, az állam és a magánemberek egyaránt. Nemcsak az anyagi jólét látszik meg Texason, hanem intézményei, tudósai és művészei is világhírűek. De szegények is vannak, nem is kevesen. A düledező házak, a tönkrement farmok és a lerongyolódott emberek is végigkísérték utunkon.

Amerre az M3 húzódik

Az USA-ban számos főforgalmi út nevezetes, történetük és történelmük van. Erre vultak nyugatnak a pionírok, arról jöttek a spanyolok, emez meg a polgárháborúban lett ismert. Nagyléptékű a táj, és az ösök legtöbbször jól mérték fel a terep adta lehetőségeket, a nyomvonal azóta sem sokat változott. Legfeljebb ekhós szekerek helyett brummik, jellegzetesen hosszúorrú amerikai óriás kamionok, megannyi film szereplői zörögnek az utakon. Az M3 – de legalább is a neve – számunkra más miatt különös, óhatatlanul a budapesti metróvonalra gondolunk. De



A Cypress Creek és környéke mintha szabadtéri geológiai múzeum lenne

ez persze a felszínen fut, és jó állapotú. Az Államokban, szemben Európával, sok a betonút, ezek az aszfaltnál hamarabb töredeznek és macerásabb a karbantartásuk, netán felújításuk. Azért is érdekes ez az út, mert olyan vidéken vezet, ahol a mészkőfelszín rengeteg barlangot, víznyelőt, föld alatti folyót és forrást rejt. Az utóbbiak egyike a Jacobs Well. Az aránylag keskeny mellékút meglehetősen lehangoló helyre vezet. A parkolóban néhány kocsi áll, a fogadó- és melléképületek zárva. Az idő sem barátságos. Annak persze örülünk, hogy belépődíjat nem szednek, és a tájékoztató táblák, mint Texasban mindenütt, informatívak. Eltévedni szinte lehetetlen.

Wimberley közelében, attól északnyugatra vagyunk, itt tör a felszínre a karsztforrás. A forrás 3,7 méter átmérőjű szájadéka a környékbeliek és a turisták kedvelt batorsáprobája, a felette erkélyként kiugró sziklaperemről vetik magukat a vízbe. Aki rosszul céloz, rosszul is jár, örülhet, ha élve marad. A vízfelszíntől mérve több mint 9 méter mély a függőleges kürtő. A kürtő után többszörösen megtört járatszszakaszok következnek, melyek legnagyobb mélysége 37 méter. A vízhozam időnként eléri a 640 l/s mennyiséget. A megye 2010-ben a Cypress Creek egy szakaszát, amelyben a forrás található, és a körötte levő 20 hektárnyi területet védelem alá vonta, hogy megóvja a vízkészletet a szennyeződéstől. A vízzel telt járatrendszer ma is tovább kutatják, és sok sportbúvár is látogatja annak ellenére, hogy az ország egyik legveszélyesebb merülési színhelyének tartják. A karsztvízben él a különleges körülményekhez alkalmazkodott barlangi szalamandra (*Eurycea pterophila*), és az ún. igazi rákok (*Astacura*) öt természetes és szép faja.

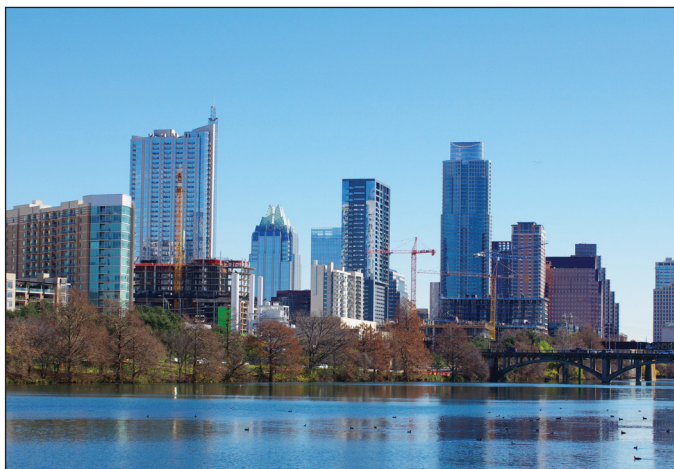
Texas címerfája

Észak-Amerika keleti, délkeleti részének legjellegzetesebb őshonos fái itt is, és másutt is természetes előfordulásúak, de a városi parkokban is ott vannak. Különösen sok amerikai szilt (*Ulmus americana*) ültettek el a városokban, mert rendkívüli az alkalmazkodó-képessége, jól bírja az urbanizációs ártalmakat. A tekintélyes nagyságúra megnövő, maximum 43 méteres és 196 cm törzsátmérőjű fából aztán már elégük lett az amerikaiaknak, és visszafogták elterjesztését. De még manapság is éppen eleget látni, ami azért lehet érdekes az európai utazónak, mert a szilfavész nevű gombabetegség (*Ophiostoma ulmi*) kontinensünkről csaknem teljesen kipusztította a rokon európai fajokat. Eperfaféléket is sok helyen ültettek világszerte, részben mert természet az ember – ilyen az új-guineai illetőségű kenyérfa (*Artocarpus incisa*) –, vagy mert levelét – ilyen a fehér szederfa (*Morus alba*) – a selyemhernyó eszi. Az Ontariótól Floridáig honos piros szederfa (*Morus rubra*) elhűsödött, ehető virágtakaróját nemcsak az indiánok, hanem a telepesek is főzték. A fekete fűz (*Salix nigra*) kisebb, bár egyes példányai 45 méterre felnyurgulhatnak. Törzse viszont jóval vékonyabb. Nemcsak keleten, hanem egy keskeny sávban nyugaton, Kaliforniában és attól északra is előfordul. Nagy becsben tartják Amerikában a juhart, levele ott van a kanadai lobogón, a kanadai jégkorongozókat meg „juharleveleseknek” becézik. Híres a

cukorjuhar (*Acer saccharum*), de tartalmaz némi cukrot a Texasban előforduló kőrislevelű juhar (*A. negundo*) is. Levét az indiánok a cukorjuharéhoz hasonlóan felhasználták. A keleti nyár (*Populus deltoides*) elnevezésében a „keleti” természetesen az észak-amerikai kontinensre vonatkozik. Fája keményebb a nyárfáknál megszokottnál. A legnevezetesebb amerikai fák egyike az amerikai mocsárciprus (*Taxodium distichum*). Mocsaras vízpartokon nő, a talajból kibukkanó légyökerek ármádiája veszi körül a hatalmas törzset. Texas hivatalos címerfája 1919 óta a diófával rokon

pekándió (*Carya illinoensis*), melyet magas olajtartalma miatt természetnek is. Már az indiánok is fogyasztották. Egyes példányai ezer évnél is öregebbek. Hidegebb éghajlatú területeken a nálunk ismertebb hikoridió (*C. ovata*) váltja fel.

A vízfolyásokkal átszótt, tavakkal tarkított nagyvárosi parkokban szinte mindegyik, az államra jellemző madárral találkozhatunk. Messziről szembeötlenek a nagyköcsagok (*Casmerodius albus*) – csak Amerikában más a tudományos nevük – és a majd' két méter magas szürke vagy kék óriásgémek (*Ardea herodias*). Csoportosan halásznak a füles kárókatónak (*Phalacrocorax auritus*). A rengeteg vízimadár, az amerikai szárcsa (*Fulica americana*), az amerikai barátréce (*Aythya officinalis*), az érdekes módon erdőkben, de azért víz közelben fészkelő amerikai réce (*Bucephala albeola*), az Euráziában is elterjedt tőkés réce (*Anas platyrhynchos*) és társaik között talán a madarászok sem ismerik ki magukat, különösen hogy mindenféle ázsiai fajokat is kieresztenek melléjük. Ez a papagájokkal is megessik, a kedvező éghajlatnak köszönhetően aztán nem egy faj tovább szaporodik a szabadban, mint a hullámos papagáj (*Melopsittacus undulatus*). Agresszivitása miatt a piros vállú csirőge (*Agelaius phoeniceus*), életmódja és szárnyalakja miatt az esti fecske (*Chordeiles minor*) tűnik fel. Utóbbi éjjel-nappal „szolgálatban” van, hosszú és keskeny szárnya pedig mint a sólymoké (ezért „nighthawk” a neve). A szeméttelpeknek is állandó látogatója a gyászos gerle (*Zenaida macroura*), az Államok leggyakoribb és legelterjedtebb galambféléje. Falun és városban, farmvidéken, még Délkelet-Alaszkában is fészkel. Legmeglepőbb talán, amikor rózsás flamingó (*Phoenicopterus ruber*) csapatokkal találkozunk. Leginkább



Austin beépítése laza, a felhőkarcolók egymástól aránylag távol vannak. A parkok és a tavak, folyók benyomulnak a városba

állatkertekből szabadulnak el, néhányuk délen fészkel is a szabadban. Rengeteg a „szárnyas jószág”, nem csoda, hogy a madár megfigyelés valóságos sport Texasban. Az emlősök, köztük a kilencöves tatu (*Dasyus* vagy *Tatus novemcinctus*) és az erszényes virzsiniai oposszum (*Didelphis virginiana*) is beóvakodik a városkörüli zöld gyűrűbe, míg a mosómedve (*Procyon lotor*) el is szentelenedett. Jól alkalmazkodott az emberi környezethez a vöröstorkú anolisz



Texasban gyakoriak a vízzel telt barlangok és a föld alatti források

(*Anolis carolinensis*). Ez a szép gyíkféle az épületek között hajkurássza a rovarokat, őt meg a házimacsák üldözik. Rokonáról, az erdőkedvelő texasi leguánról (*Sceloporus olivaceus*) azt mondják, hogy félénk és ideges, mégis előfordul a városok szélén. Ha nincs fa a közelben, a villanypóznákra mászik fel.

Az Edwards-fennsíkon

Haladunk tovább, és most már valóban érzékelhető, hogy emelkedünk, bár még mindig alig-alig. Ez már az Edwards Plateau dombvidéke, itt terül el Texas fővárosa, Austin.

Igen, jól sejtjük, Stephen Austinról nevezték el. Róla már volt szó, történetéhez még csak annyit, hogy anno a spanyolok bebörtönözték. Ezzel nagyon jól járt, mert akkoriban inkább néhány golyót eresztettek az ellenfelekbe. (Igaz, sok helyütt ma is.) Besötétedik, mire megérkezünk a városszélre, miután átverekedjük magunkat az esti csúcserőltetés koccanásos helyszínein. Az út mentén egymás mellett sorakoznak a motelek, a jobbra tranzit vendégek este jönnek, reggel mennek. A szobák már-már közelítik a luxus kategóriát, holott olyanok ezek a nagyvárosi gyűrűkre települt szállodalánccok, mint a gyorséttermek. Presztízserértékük nulla, viszont megbízhatóak. Van, amelyikhez jár reggeli, másokhoz nem, mi persze a reggeliset választjuk. Amellett, hogy egy jó reggeli után a folytatás is jó szokott lenni, tanulságos az ételek és italok mineműsége. Ezekre a helyeken ugyanis nem divik a nemzetközi menü, ahol most éppen vagyunk, ismeretlen mexikói étkekkel barátkozunk. Egy igazi mexikói reggeli kiadósabb, mint egy átlagos közép-európai ebéd.

A szolidan dimbes-dombos táj ölében fekvő Austin legmonumentálisabb épülete a State Capitol, ahol az állam törvényhozása székel. Azt már mondanunk sem kell, hogy ugyan a washingtoni Capitol után „csak” a második legnagyobb az Államokban, de hat méterrel annál is magasabb, elvégre Texasban vagyunk. Építése 1882-től 1888-ig tartott, és a maga idejében a világ hetedik legnagyobb épületének számított. Amúgy a középületek között akad nem egy, a gyanútlan európaiat megtévesztő név. A Texas Memorial Museumba betérve sem az fogad, amit várnánk, bár a földtani, növény- és állattani kiállítások kétségtelenül színvonalasak. Az amerikai Dél tea partyjaira emlékeztet az Old Land Office két kisebb múzeuma, melyek a „Konföderáció Leányai” és a „Texasi Köztársaság leányai” nevre hallgatnak. Anyagaikat konzervatív szervezetek hordták össze. Különlegesség az egykori francia követség épülete is. Részben, mert még az önálló köztársaság idejéből datálódik, és mert – a texasiak szerint – „nagyon-nagyon régen”, 1841-ben készült el.

Sok felsőoktatási intézmény székel a városban, a legnépesebb a több tízezer hallgatót befogadó University of Texas at Austin. Nehéz kiigazodni az egyetemek között, mert ennek is számos társintézménye van (többek közt Houstonban is) – mintha



Az austini „Rózsadomb” délszaki növényzete

csak az ELTE Budapesten kívül még fél tucat városunkban is „üzemelne” –, amellel még jó pár más egyetem is székel a városban (St. Edward’s University, Concordia University, Huston-Tillotson University, Texas Health and Science University, és így tovább.) Érdekes felmenni az egyetemi könyvtár tetejére, ahonnan ráláthatunk Austinra és magára az egyetemi campusra. A fák, cserjék közül sok télvíz idején is virágzik, és a virágágyások is hívek nevékhöz. A könyvtár beltartalma sem akármilyen, a könyvészeti ritkaságok gyűjteménye éppen olyan gazdag, mint a legújabb szakirodalom szekciója. A campusban található a Texas History Center az építészek szerint is kiemelkedő jelentőségű épülete, az állam történetével kapcsolatos iratok, festmények és tárgyak őrzője. Felhőkarcoló, nagyvállalatok székhelyei, bankok, gépkocsifolyamok, járókelők alig – valahogy így képzelik el sokan az amerikai nagyvárosokat. Hát ez nem egészen így van, Austinban pedig nagyon nem. Itt még az épületek legtöbbje sem olyan magas, mint más városokban, és aránylag szétszórtan épültek, úgy hogy hiányzik a karakterisztikus zárt felhőkarcoló tömb. Igaz, megindult egy magasház-építési hullám, úgyhogy ez a helyzet idővel változni fog. Mindez persze nem jelenti azt, hogy ne lennének már most is Austinban felhőkarcoló. Legmagasabb a 208 méteres The Austonian. Alacsonyabb, de mivel egy-magában áll, még magasabbnak tűnik a 172 méteres, karcsú 360 Condominium Tower.

A világ élőzene-fővárosa

De hagyjuk a felhőkarcolókat, próbáljuk megragadni Texas fővárosának lényegét. Austinnak atmoszférája, majd’ hogy nem lelke van. Övd Austin egyediségét! (Keep Austin Weird) – ezt a mottót hirdetik mindenütt, ezt írják a pólokra. A civil mozgalmak a hatóságok támogatásával igyekeznek fékezni a „túlfejlődést”, és elvetik, hogy mindenben az

anyagiasság döntsön. Tekintetbe veszik a természet- és környezetvédelem szempontjait. A várost, amelyet a National Recreation and Park Assotiation 2004-ban aranyéremmel tüntetett ki, át- és átszövi a parkok és uszodák hálózata – több mint 50 komoly uszodája van –, és a városhatárokon belül megvan a terítoriumuk a sziklamászóknak, túrázóknak, kajakozóknak és futóknak is.

Austint az USA, de legalábbis Texas legzöldebb városának mondják. Ugyanezt állítják Houstonról is, és ami a parkok területét illeti, valóban Houston vezet, de azokat jobbra még csak fű borítja, évek kellenek, míg a nemrégiben ültetett fák megnőnek. Ilyen értelemben Austin tényleg zöldebb. És zöld Austin „Rózsadombja”. Az ottani villák kertjeiben télen is virágok illatoznak, sok a délszaki növény, a tetejéről pedig le lehet látni a városa és a Colorado folyóra. Romantikus, macskaköves utcácska vezet a dombtetőre, hétvégeken rengetegen igyekeznek felfelé.

Az Államokban sehol másutt nincsen anynyi zenei esemény, mint Austinban. Nem is igazán a nagy koncertekről, a világhíres előadókról nevezetes – bár ezen a téren sem kell szégyenkeznie – elég csak az Austin Lyric Opera vagy a The Austin Symphony Orchestra nevét említeni –, hanem a megszámálhatatlan kisebb-nagyobb klubról és a zenei fesztiválokról. Szinte bármelyik étterembe, kávézóba, bárba is térünk be, élő zenét hallgathatunk. Olyan városokat előz meg, mint Nashville, Memphis, Los Angeles, Las Vegas és New York. Színházai és múzeumai is erősek. Élénk az egyetemi és főiskolai, valamint az amatőr sportélet, de az egyetlen amerikai nagyváros, amelynek nincsen saját egyesülete a legnagyobb és legnépszerűbb ligákban (NFL, MLB, NBA és NHL).

Mindezzel jól megfér a csúcstechnológia. Hogy csak néhányat említsünk a jól csengő márkanevek közül: 3M, Flextronics, Apple, Hewlett-Packard, Google, Facebook, Nvidia, Intel Corporation, Xerox, Oracle, Samsung Group – az ember csak kapkodja a fejét, és ez a városban megtelepedett cégeknek még csak töredéke. Nem véletlen, hogy Austinban a lakosság számának arányában többen blogoznak, mint bármelyik másik nagyvárosban, és a lakossági internet összeköttetések terén is vezet.

A város peremén és azon túl

Austin környékén számos szép kirándulási hely van, mondanunk sem kell, hogy majd’ mindegyik „vizes”. A Town Lake melletti Fiesta Gardenben vízisi-bemutatókat tekinthetünk meg, vagy akár a magunk ügyességét és bátorságát is kipróbálhatjuk. Aki inkább lassan, de biztosan szeretne haladni, vízibiciklizhet a Zilker Park taván. A városi parkrendszer gyöngyszemének nevezett helyet Andrew Jackson Zilker üzletember és

bankár után nevezték el, aki 1876-ban jött Austinba, és négy etapban a városnak ajándékozta birtokát és még sok más is. A park nevezetességei közé tartozik a kisvasút, a természetes források táplálta, egész évben langyos Barton Springs Pool és a sokféle sportolási lehetőség. A legnagyobb „vizes élőhely” a várostól északnyugatra van. Itt gátrendszerrel felduzzasztották a Colorado vizét – vigyázat, ez a Colorado nem az a Colorado! –, és hét kisebb-nagyobb tározón lehet csónakázni, horgászni, vagy csak élvezni a megnyugtató környezetet. A közeli barlangoknak is közük van a vízhez, hiszen víz vájta-oldotta ki őket. A Longhorn Cave barlangrendszer termei akkorák, hogy múzeumot és éttermet is magukban foglalnak, és koncerteket tartanak bennük. A barlangokat, melyeket föld alatti folyó alakított ki, még mielőtt turista attrakcióvá váltak volna, az indiánok, a polgárháborús idők katonái és vadnyugati, törvényen kívüli emberek használták. Valamivel nehezebben járható, de talán látványosabb a Natural Bridge Caverns, Texas legnagyobb látogatható barlangja. Nevét arról a mintegy 20 méteres természetes mészkőívről kapta, amely azóta ledől, miután az egyik tartóoszlopa összeomlott. A közeli San Antonio egyetemének négy diákja fedezte fel 1960-ban. Mivel a birtok tulajdonosa szeretne volna közkinccsé tenni ezt a geológiai látványosságot, 1963-ban elkezdte kiépíttetni a látogató ösvényeket, a biztonsági berendezéseket és a világítást, és 1964. nyarára el is készültek a munkával. 1971-ben a barlang megkapta az USA hivatalos National Natural Landmark címet. A kutatások során archeológiai és paleontológiai leletek kerültek elő a Kr. e. 5000 körüli időkből és korábbiakról. A feltárás azóta is folyik, több száz méter új járatot találtak. Érdekfeszítő a földalatti állatvilág is. A szomszédos Bracken Cave nyújt menedéket Texas két legnagyobb denevértörzse egyikének. A mexikói szelindek-denevér (Tadarida brasiliensis) őshonos Amerikában, és az egyik leggyakoribb észak-amerikai emlősfaj. Populációjának egy része nem vándorol, a többi aránylag hosszú utakat tesz meg nyári otthona és telelőhelye között. A Bracken barlangban 20 millió egyed él, esténként döbbenetes látvány a denevértömeg kirajzása. Az általuk elfogyasztott rovarok súlyát éjszakánként 225 tonnányira becsülik – ez a kicsiny állat valóban a környék ökoszisztémájának fontos tagja, az élelemlénc szabályozója.

Az Austintól nem messze fekvő kis Johnson City-t az egykori elnök, Lyndon Johnson családja alapította. Gyermekekori lakóháza ma múzeum. Ettől 25 km-re van a LBJ ranch, ahol Johnson még elnöksége idején is foglalkozott szarvasmarhatenyésztéssel. Le sem tagadhatta volna hamisítatlan texasi mivoltát...

A CSODÁLATOS ELME KIGYÓGYULT

A májusban autóbalesetben elhunyt *John Nash* amerikai matematikus – a „csodálatos elme” – többek között arról is ismert volt, hogy évtizedeken át küzdött a skizofréniával. Ezt nagyszerűen mutatta be a 2001-ben Oscar-díjjal jutalmazott film is (Russell Crowe-val a főszerepben). Azt már kevesebben tudják, hogy a zseniális matematikus élete utolsó szakaszában kigyógyult a skizofréniából, ráadásul mindenféle orvosi-gyógyszeres beavatkozás nélkül. Milyen gyakran történik meg ilyesmi és hogyan tűnhet el egy ilyen pusztító betegség?

Nash-nél az 1950-es évek végén, 30 éves kora táján mutatkoztak meg a skizofrénia első jelei, miután már megtette úttörő hozzájárulásait az általa művelt tudományhoz (a játékelmélet kiterjesztése, vagy a döntéshozatal matematikája). Ezt követően egyre sűrűbben mutatkoztak meg betegsége jelei, az évtizedek során többször is kezelték kórházban és antipszichotikus gyógyszereket szedett. 40 éves kora táján, az 1980-as években azonban állapotában javulás állt be. Arról, hogy többé nem szed gyógyszereket, maga is beszámolt egyik barátjának küldött e-mailjében a 90-es évek közepén.

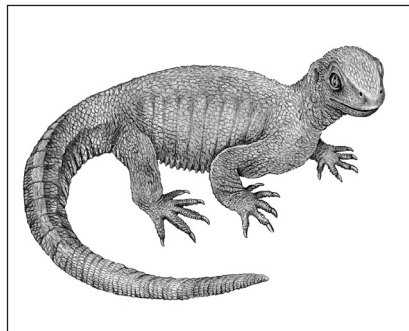
A kutatások a 30-as években kezdődtek, mielőtt a skizofréniával kapcsolatos gyógykezelési módok ismertek lettek volna. Kiderült, hogy a páciensek kb. 20 százaléka magától meggyógyult, 80 százalékuk viszont nem. A legújabb kutatások kimutatták, hogy a betegek 60 százalékánál sikerült javulást elérni gyógyszeres kezeléssel. A javulás azt jelenti, hogy legalább hat hónapig csupán minimális szimptomák mutatkoztak náluk. A kutatók nem tudják, hogy bizonyos skizofrénias betegek mitől, hogyan gyógyulnak meg, de ismernek több olyan tényezőt, amik ehhez hozzájárulhatnak. Azok az emberek, akiknél kissé később fejlődik ki a betegség, gyakrabban gyógyulnak meg, mint akik tizenéves korúak. Társadalmi tényezők, pl. munka, támogató környezet, család ugyancsak nagy segítséget nyújthatnak a gyógyulásban. Nash esetében mindez megvolt, kollégái és felesége révén. Utóbbi még válásuk után is saját házában gondozta. A kutatók azt is észrevették, hogy a kor előre haladtával a skizofrénia tünetei enyhülnek, esetleg meg is szűnnek bizonyos betegeknél, másoknál viszont, ahol nincs segítő környezet és megfelelő gyógyszeres kezelés, a tünetek rosszabbodhatnak. Ennek ellenére, ha minden tényező pozitív is a beteg környezetében, semmiféle garancia nincs a gyógyulásra. Vannak, kik életük végéig szenvednek benne, mások viszont normális életvitelre képesek.

(*Scientific American*, 2015. június)

MEGTALÁLTÁK A TEKNŐSÖK NAGYPAPÁJÁT

Az eddig ismert legprimitívebb ősteknős maradványai kerültek elő egy dél-németországi kőfejtőben. A Pappochelysnek („nagyapapa teknős”) nevezett állat 18 példánya került elő Vellberg mellett, egy mindössze 5–15 cm vastag rétegből. A húsz centiméter hosszú őshüllő a középső-triász korszakban élt, mintegy 240 millió évvel ezelőtt. A Pappochelys rosinae két szempontból is hiányzó láncszemet képvisel a teknősök családfáján. Egyrészt jóval idősebb, mint az eddig ismert teknősök, másrészt pedig a testfelépítése is primitívebb minden ismert rokonáétól.

Eddig a Kínában talált *Odontochelys* volt a legkorábbi teknős, ami 20 millió évvel fiatalabb az új leletnél, és részben



már kialakult háti teknője mellett számos teknős-szerű tulajdonsága is volt. Ugyanakkor a Pappochelys még csak nagyon kezdetleges, szinte észrevehetetlen páncélt növesztett. Az állatnak széles teste, hosszú farka, és gyikszerű kis koponyája volt. Számos szögyszerű foga a rovarok és kisebb gyíkok fogyasztására specializálódott. Az egykori édesvízi tavak partján élt állat a farkával hajította magát előre a vízben, lábait pedig a kormányzásra használhatta. Bár 10 millió évvel megelőzte a legelső dinoszauruszokat, így is számos ragadozó veszélyeztette az életét. Átmeneti bélyegeket mutató fajként a Pappochelys jelentősen hozzájárul a hüllők korai evolúciójának megértéséhez.

(*Nature*, 2015. június 24.)

ÓRIÁSI SÉTÁLÓ DENEVÉREK ÉLTEK ÚJ-ZÉLANDON

Egy új fosszilis denevérfaj maradványait fedezték fel Új-Zélandon, a Déli-szigeten. A leletek az egykori nagy kiterjedésű Manuherikia-tó üledékeiből kerültek elő, amely 16–19 millió évvel ezelőtt terült el a meleg, szubtrópusi esőerdő közepén. A *Mystacina miocenalis* névre keresztelt faj

a ma is élő *M. tuberculata* korai rokona volt. Beásódó denevérként is ismerik őket, mivel a nemcsak a levegőben, hanem a talajon is táplálkoznak a lehullott levelek, vagy a hó alatt. Az eddigi legidősebb fosszilis *Mystacina* mindössze 17 500 éves volt a Déli-sziget egyik barlangkitöltéséből. Az új leletek alapján újra kell gondolni, hogy a sétáló denevérek mikor és honnan érkeztek a területre. Ezek ugyanis a négy végtagjukon jártak a földön, és háromszor akkoraak voltak, mint egy mai átlagos méretű rokonuk. A maiakhoz hasonló fogazat arra utal, hogy ugyanolyan lehetett a táplálkozásuk is (nektár, pollen, gyümölcs, rovarok, pókok). A nagy testméret miatt azonban valószínűleg kevesebb repülő rovar, és inkább több talajmenti nagyméretű prédát és gyümölcsöt fogyasztottak. A tó üledékében talált növény-, állat- és rovarfossziliák szubtrópusi, gazdag ökoszisztémát mutatnak. A gazdag rovar-, hangya- és pókfauna bőséges táplálékot biztosíthatott az ősi *Mystacina* denevéreknek. A Manuherikia-tó üledéke igazi kincsébánya a paleontológusoknak. Itt került elő Új-Zéland legkorábbi békája, gyíkja, szárazföldi madara, és csak innen ismertek krokodilok és szárazföldi teknősök maradványai.

(*Plos ONE*, 2015. június)

A MADARAK MEGMÉRIK A MOGYORÓT

Sok állat táplálkozik kemény héjú maggal, makkal vagy diófélével, amiről nem lehet közvetlen módon megtudni, hogy mit rejt a belseje. Hogyan állapítják meg az állatok, hogy mennyi és milyen minőségű táplálék található a héjon belül? A legegyszerűbb a héj feltörése lenne, de az idő- és munkaigényes erőfeszítés után nagy csalódást okozna, ha romlott táplálékra lennének. A *Journal of Ornithology*-ban megjelent legújabb tanulmány szerint egyes madarak különböző trükköket alkalmaznak a földimogyoró kiválasztásakor. Lengyel és koreai kutatók megállapították, hogy a mexikói szajkó a csőrében tartva valószínűleg meg tudja mérni és hallgatni a földimogyorót. Sang-im Lee és munkatársai több száz földimogyoró héját finoman felnyitották, kicserélték azok tartalmát, majd visszazárva felkínálták a szajkóknak. Szerették volna tudni, hogy a madarak meg tudják-e határozni, hogy az egyforma külsejű héjak mit tartalmaznak. Tíz üres és tíz teli, teljesen azonos külsejű hüvelyt adtak a madaraknak, azok miután felszedték a mogyorókat, visszatették az üresek és elfogadták a telieket anélkül, hogy felnyitották volna azokat.

Több hasonló kísérletet végeztek külsőre azonos normál hüvelyekkel, és olyanokkal, melyek 1 grammal nehezebbek voltak (némi agyagot helyeztek bele). A szajkók minden esetben meg tudták állapítani és előnyben részesítették a nehezebbeket. Lassított videofelvétel során megfigyelték, hogy a madarak rázzák a csőrükben a földmogyorót, és feltehetőleg ez alatt jutnak kellő információhoz annak súlyáról. Egy másik kísérletben kutatók felnyitották a földimogyoró-héjakat, a három magból kettőt eltávolítottak, majd visszazárták a héjat. A többi mogyoró kisméretű volt, egy maggal. A szajkók felismerték, hogy a nagyobb mogyorók nem megfelelő súlyúak, és előnyben részesítették a kisebb, de megfelelő súlyú mogyorókat. A madarak rázogatták a csőrükben a mogyorót, közben ki-be nyitogatták a csőrüket a hég körül és az ekkor keletkezett hangból vonták le a következtetést.

(*sciencedaily.com*, 2015. május 31.22.)

MÉG EGY MAGMAKAMRA A YELLOWSTONE ALATT

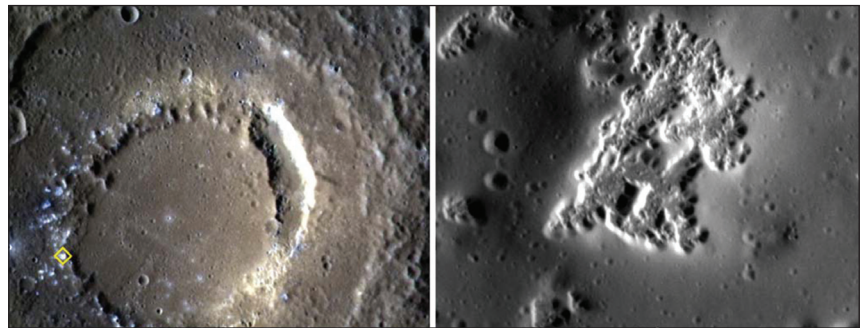
A Yellowstone Nemzeti Park alatti szupervulkán a világ egyik legnagyobb, még aktív tartott vulkánja. Bár utoljára mintegy 640 ezer éve volt kitörése, hatalmas mennyiségű magma gyülemllett fel a felszín alatt. A kutatók mostanában kezdenek rájönni, hogy e magma mennyiségét jócskán alábecsülték. Van ugyanis egy még mélyebb magmakamra, mely kb. négyszer annyi kőzetolvadékot tárol a korábban feltételezetténél. De eddig hol volt és miért nem tudtak róla? A geológusok évek óta sejtették, hogy több magának kell lennie, elsősorban abból, hogy sokkalta nagyobb mennyiségű a szén-dioxid felszínre áramlása, mint amennyi a korábban feltételezett méretű magmakamrából származhat. Ugyanakkor nem voltak biztosak benne, hogy a felső kéregben levő magmakamra milyen jellegű összeköttetésben áll a hőtánpótlást adó földköpenyvel. Feltételeztek ugyan egy második, mélyebb magmakamrát is, de erre nem volt bizonyítékuk. Most a Utah Egyetem kutatócsoportja szeizmikus képalkotó eljárással talált egy újabb magmarezervoárt, mely mintegy 20 kilométer mélyen van a felszín alatt. Sokkal nagyobb, mint várták: a benne levő olvadékmennyiséget nagyjából 20 ezer köbkilométerre becsülik, ami négy és félszer annyi, mint amennyi a sekélyebb elhelyezkedésű magmakamrában van. E hatalmas mennyiségnek azonban csak kb. 2 százaléka valódi olvadék, a többi szilárd kőzet, mely mint a szivacs a pórusaiban, úgy raktározza magában az

olvadékot. A szeizmológiai és matematikai módszerekkel kiváló háromdimenziós képet kaptak a magmakamra méretéről és elhelyezkedéséről és arról is, hogy a mélyebb kamrát vertikális hasadékok kötik össze a földköpenyvel. Már azt is tudják, hogy az alsó magmakamra mindig is ott volt, amióta vulkánosság jellemzi a Yellowstone vidékét. Az újonnan felfedezett rezervoár nem feltétlenül jelenti azt, hogy ezzel megnőtt volna az eddig becsült esetleges – amúgy hatalmas – kitérés kockázatának szintje, viszont sokkal tisztább képet kínál a kutatóknak e potenciálisan rendkívül veszélyes vidék geológiájáról.

(*Discover*, 2015. március 23.)

A MESSENGER UTOLSÓ FELFEDEZÉSEI

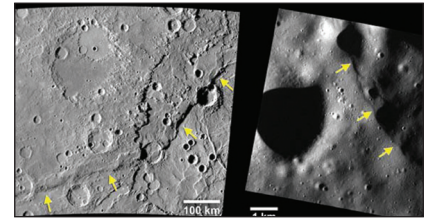
A NASA Messenger űrszondája immár négy éve kering a Merkúr körül, küldetése azonban a végéhez közeledik (mire ezek a sorok megjelennek, a feltönnés szonda már becsa-



A legnagyobb felbontású képeken különös üregeket fedeztek fel a Merkúron

pódik a bolygó felszínébe). A Nap közelsége miatt a szonda elnyúlt ellipszis alakú pályájának stabilizálásához rendszeresen pályamódosító manővereket kellett végezni, áprilisra azonban elfogyott az ehhez szükséges hajtóanyag. Működése utolsó évében egyre közelebről vizsgálta a bolygót, az utolsó két hónapban pericentrumban 15–30 km-re merészkedett, ami egyre részletesebb, jobb felbontású méréseket tett lehetővé. „Utolsó leheletével” még érdekes felfedezéseket tett.

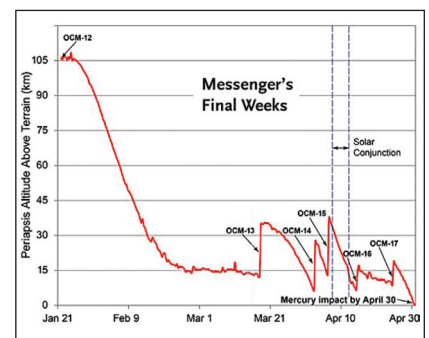
A látható fényben a Merkúr felszíne egyhangúan szürke, a nagy energiájú spektrumra azonban változatosabb képet rajzolt ki. Különösen nagy eltéréseket tapasztaltak a kőzetalkotó ásványokban gyakori magnézium térbeli eloszlásában. Egyes helyeken majdnem olyan gyakori, mint a szilícium, a fiatal kráterek környékén kibott anyagból azonban szinte teljesen hiányzik. A kutatók azt remélték, hogy a Messenger mérései közelebb visznek annak a tisztázásához, hogyan jöhetett létre a Merkúr aránytalanul nagy vas-



A Merkúron talált rövid törésvonalak arról tanúskodnak, hogy a bolygó hülése és összehúzódása ma is tart

magja és viszonylag vékony, szilikátos kőzetből álló burka. Most azonban kénytelenek voltak beismerni, hogy a Messenger adatai sem vittek közelebb ennek a fontos kérdésnek a megválaszolásához.

Az alacsonyra ereszkedő szonda kamerái részletes, helyenként néhány méter felbontású képeket készítettek az érdekesebb felszíni alakzatokról. Részletesen megfigyelték például az „üregeknek” nevezett képződményeket. Ezek általában a környezetüknél fényesebb területek a becsapódási kráterek fene-
kén. Kis gödrök csoportjából állnak, a göd-



A Messenger szonda keringése végén egyre közelebb került a Merkúrhoz

rők néhányszor tíz méter mélyek. Egy ideig egyre nőnek, majd megáll a növekedésük. A kutatók többsége ma már egyetért abban, hogy a felszínhez közeli kőzetekben valamilyen vegyület (véltetően valamilyen szulfid) az erős napsütés, sugárzás és a meteoritikus bombázás hatására elpárolog, a világűrbe

szökik, a helyén maradnak vissza az üregek. A becsapódási kráterek számából azt is megállapították, hogy az üregek geológiai értelemben fiatal képződmények (legfeljebb néhány száz tízmillió évesek), és egyesek még jelenleg is fejlődhetnek.

Ismert volt, hogy a Merkúr a bolygó évmilliárdokkal ezelőtti hűlése és összehúzódása következtében hosszú, erőteljes törésvonalak szabdalják. Most, a részletesebb felvételeken azonban hasonló, de rövid, legfeljebb 10 km-es törésvonalakat, repedéseket is találtak, amiből arra következtetnek, hogy – akárcsak az üregeké – ezek képződése jelenleg is folyhat.

(www.skyandtelescope.com,
2015. március 17.)

HA HIÁNYZIK A FÁJDALOMÉRZET

A fájdalom meglepte általában valamilyen problémát jelent, megkeserítheti az érintett életét, pedig tulajdonképpen a szervezet fontos figyelmeztető funkciójáról van szó: a fájdalomérzet hátrító magatartást vált ki, amely különböző veszélyektől véd meg minket, illetve védi a károsodott testrészeinket a túlterheléstől. Hogy mennyire fontos ez a funkció, arra csak akkor derül fény, ha hiányzik a fájdalomérzet. Az érintettek többnyire gyermekkorban, az első fogak kibújásakor tűnnek fel azzal, hogy megsérül a nyelvük, ajkuk, ujjuk, sőt akár ki is haraphatnak belőle egy részt. A fájdalommentesség az egyén élete során újra és újra észrevétlen sebesüléshez, égési sérüléshez, csonttöréshez vezethet, melyeket gyakran csupán később ismernek fel. Fokozottan érvényes tehát, hogy a hiányzó fájdalomérzet életveszélyes állapot.

A Bécsi Orvosi Egyetemen Michaela Auer-Grumbach vezetésével kutatásokat végeztek a fájdalommentességgel kapcsolatban. Ezek két gyermek vizsgálatán alapultak, akik születésüktől fogva fájdalommentességben szenvedtek. A genetikai okok kiderítéséhez a kutatók először a két beteg genotípusát vizsgálták meg. Az eredmények összehasonlítása során mindkét esetben a PRDM12 nevű gén mutációját állapították meg. A mutáció kimutatása ugyanabban a génben két olyan betegnél, akik két teljesen különböző családból származnak, viszont tüneteik nagyon hasonlóak, elég erős bizonyíték arra, hogy a nevezett gén tevényt felelőssé a betegségért. További veleszületett fájdalomérzékelési zavarral küzdő páciensek vizsgálata során ennek az öröklődési anyagnak további mutációjára figyeltek fel.

A felismerés a fájdalomkutatás terén is nagy jelentőségű. Békálárvalkkal végzett kísérletek arra engednek következtetni, hogy mi a PRDM12 szerepe a fájdalomérzet folyamatában. A PRDM12 gén elvesztése az ebihal esetében a fájdalomérzet szempontjából fontos idegsejt hibás fejlődését eredményezi. A kutatók feltételezése szerint a PRDM12 kiesése eddig még ismeretlen más, az idegrendszer fejlődéséért felelős és a fájdalomérzet működéséhez nélkülözhetetlen örökítő anyag hibás szabályozásához vezet.

Az eredmények további bepillantást engedhetnek az idegrendszer fejlődésébe és szerepük lehet abban, hogy fájdalommentességben szenvedő betegeknél lehetővé tegyék a fájdalomérzet működését. A PRDM12 gén ugyanakkor kiindulási pont lehetne újabb fájdalomcsillapító gyógyszerek kifejlesztésében. Ehhez azonban tudni kellene a PRDM12 működését célzottan befolyásolni, ami további vizsgálatokat, kísérleteket igényel.

(www.wissenschaft.de 2015. május 28.)

115 MILLIÓ ÉVES ŐSMADÁR BRAZÍLIÁBÓL

A földtörténeti középkorból kevés madárfossziliát ismerünk, és azok nagy része Kínában került elő. A most publikált kiváló megtartású maradványokat viszont Brazília északi részén, az Araripe-medencében találták 2011-ben. Ez az egyik legrégebbi madárlelet, amely a déli kontinenseket magában foglaló Gondwana szuperkontinens területéről ismert. A fiatal egyed az Enantiornithes madarak közé tartozott, melyeknek a szájában általában fogak, a szárnyaik végén pedig karmokkal ellátott ujjak voltak. Eddig mintegy 50 faj írtak le a kréta végén leszármazottak nélkül kihalt csoportból. A most talált, mindössze 14 centiméteres madárnak ellipszis alakú farktollai voltak. A mai madarakétól jelentősen eltérő tollakon pontokból álló mintázat látható, ami a madár eredeti színezetét mutathatja. A farktollak mérete és mintázata arra utal, hogy a párzási rituáléban, vagy a fajtársak felismerésében játszhattak szerepet. A repüléshez nem járulhattak hozzá, mivel aerodinamikai szempontból erre alkalmatlanok voltak. A 8 centiméteres farktollak hosszabbak voltak, mint maga a 6 centiméteres madár.

(*Nature Communications*,
2015. június 3.)

E számunk szerzői

DR. ABONYI IVÁN elméleti fizikus, Budapest; DR. CSABA GYÖRGY professor emeritus, Semmelweis Egyetem, Genetikai, Sejt- és Immunbiológiai Intézet, Budapest; DR. BOTH ELŐD csillagász, Budapest; BÓR JÓZSEF PhD, MTA CSFK Geodéziai és Geofizikai Intézete, Sopron; DR. HARANGI SZABOLCS tanszékvezető egyetemi tanár, kutatócsoport-vezető, MTA-ELTE Vulkanológiai Kutatócsoport, Budapest; DR. HOLLÓSY FERENC klinikai kutatási munkatárs, Budapest; DR. HEGEDŰS TIBOR fizikus-csillagász, a Szegedi Tudományegyetem Bajai Observatóriumának igazgatója, Baja; JÁGER ZOLTÁN programvezető matematikus, Szegedi Tudományegyetem Bajai Observatóriuma, Baja; DR. KALOTÁS ZSOLT természetvédelmi szakértő, Tolna; DR. KITTEL ÁGNES tudományos tanácsadó, MTA Kísérleti Orvostudományi Kutatóközpont, Budapest; LADÁNYI LÁSZLÓ geográfus, Budapest; DR. LUKÁCSI BÉLA tudományos újságíró, Budapest; DR. MATOS LAJOS szívgyógyász, Szent János Kórház, Budapest; REZSABEK NÁNDOR csillagásztörténeti szakíró, az Albireo Amatőrcsillagász Klub elnöke, Budapest; DR. SCHILLER RÓBERT fizikai kémikus, címzetes egyetemi tanár, a kémiai tudományok doktora, az MTA Energetikai Kutatóközpont nyugalmazott tudományos tanácsadója, Budapest; DR. SÜMEGI PÁL tanszékvezető egyetemi tanár, Szegedi Tudományegyetem, Földtani és Őslénytanai Tanszék, Szeged; SZILI ISTVÁN ny. főiskolai tanár, Székesfehérvár; STAAR GYULA főszerkesztő, Természet Világa, Budapest; DR. TOMPA KÁLMÁN, a fizikai tudomány doktora, az Eötvös Loránd Tudományegyetem c. egyetemi tanára, a MTA Wigner Kutatóközpont Szilárdtest-fizikai és Optikai Intézetének emeritus kutatóprofesszora, Budapest; VOJNITS ANDRÁS biológus, Budapest; WANEK FERENC geológus, tudománytörténész, egyetemi oktató, Kolozsvár, Románia.

Szeptemberi számunkból

Lente Gábor: Távolságban egy napvitorla

Kereszturi Ákos: Nyomozás a meteteoritok körül

Both Előd: Feltárult a Plútó titokzatos világa

Nagy Jenő: Madárösök a Kárpát-medencében

Farkas Csaba: A halak és a fény

Drexler András – Kéri András: A havannai Barrio Chino

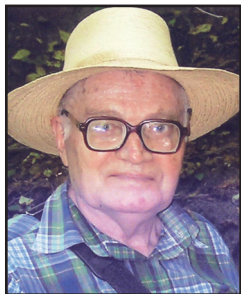
Bencze Gyula: Tudósok és (vagy) celebek?

Ladányi László: Köleány a szurdok fölött

Elhunyt Ajtay Ferenc

Fájdalmas halálhírről értesített a levél: 2015. június 23-án, 83 éves korában Kolozsváron elhunyt Ajtay Ferenc geológus, nyugalmazott földrajztanár, folyóiratunk hűséges szerzője, igaz híve. Barátunk volt, nekünk már évtizedek óta „Feri bácsi”. Segítő szeretettel követte szerkesztőségünk munkálkodását, s ahol csak tette hangzott, hogy a Természet Világa az erdélyi természettudományos értelmiségnek is fontos fóruma. A rendszerváltozás után általa jutottak hozzá Kolozsváron az Erdélyi Múzeum Egyesület érdeklődő tagjai a Természet Világához. Abban az időben folyóiratunkat először a főiskolán oktató Magda lányához küldtük el Nyíregyházára, ő vitte tovább édesapjának Kolozsvárra, Feri bácsi pedig egy lista alapján szétosztotta.

Ajtay Ferenc évtizedek óta szerzőnk is volt. Több emlékeztető írását közölte folyóiratunk. Klasszikussá nemesedett a beszélgetése volt tanárával, Brassói Fuchs Herman paleontológussal (Erdély fáradhatatlan őslénybúvára, 1993. 9. számunk). Írt többek között a Feleki gömbökökről (1994. 8. sz.), az erdélyi nemesfém-



bányászatról (2002. 8. sz.) és kétrészes nagy összefoglalót a kolozsvári Házsongárdi temetőben nyugvó természet-tudósokról (2000. 11. és 12. számunk). Ahogyan ebben írta: „A Kárpát-medencének és a benne élő magyarságnak számos múltidéző kegyhelye van. Ezek közül fontos helyet foglal el a kolozsvári Házsongárdi temető, amely nemcsak

a város, hanem Erdély több évszázados tudományos, művelődés-, és művészettörténeti életének és hagyományainak a tükré és öröke.”

Felejthetetlen élmény volt Feri bácsi vezetésével a Házsongárdi temetőben emlékezni szellemi örökségünkre, tudományos és művészeti életünk nagyjaira. Lehetetlen visszaadni azt a varázslatot, ahogyan, milyen szeretettel beszélt a le-tűnt korok nagy magyar természettudósairól, s a velük dolgozó román tudósokról.

Reményik Sándor sírjánál a költő *Benéz a havas* versének utolsó versszakát mindig elmondta. Az utolsó verssort különös hangszílyal, megemelt hangon:

*Túl a gyalui havas hegyeken
Hiszen - kékek a budai hegyek,
Kékek, s lilák is tán, ha jó az alkony,
De nincsen mégsem olyan alkonyat
Sehol a földön, mint a Szamosparton.*

S ez nem elég, hogy idehaza tartson?!

Ilyenkor hosszú ideig egyikünk sem tudott megszólalni. Feri bácsi nézett minket, szigorú tanártekintettel, majd halkán hozzátette: „*Ez az én hitvallásom*”.

Ahogyan azt a család gyászjelentése is megfogalmazta: „*Életét példás hivatástudat és szakmaszeretet, a rábizott közösség felelősségteljes szolgálata és a szülőföldjéhez való feltétlen hűség jellemezte.*”

Ajtay Ferenc életútját Wanek Ferenc geológus kollégája búcsúztatójával idézzük fel, mely az erdélyi közéleti napilapban, a Szabadságban jelent meg, a temetésnapon.

STAAR GYULA

Búcsú Ajtay Ferenc tanár úrtól

Elment a földtudományok népszerűsítője, túraösvények kalauza, neves elődei emlékének ápolója, a Tanár és szerkesztő; elment egy szeretetre méltó Nagy Öreg.

Ki ne ismerte volna városunk magyarjai közül? Hiszen több mint harminc éven át tanította a földrajzot Kolozsvár iskoláiban, sőt, annak előtte Magyarfenesen, Magyarlónán és Szováton is. Több mint félezer írása jelent meg a sajtóban, számos könyve hirdeti tudását, féltő természetszeretetét, tudománytörténeti jártasságát. Hányszor mesélt népszerűsítő előadásokon a Föld s a Világmindenség titkairól, régmúlt idők emlékeiről, a Föld felszíne és belseje lassú, de erős nyomokat hagyó törvényszerű folyamatairól!

Egy Maros megyei településen, Erdőszentgyörgytől délre, Rava fáluban született, tanítók gyermekeként, 1932. március 6-án. Hétéves korában került szüleiével a kincses városba, hogy azután élete javát itt töltse. Itt járta iskoláit, itt érettségizett az 1. számú Magyar tannyelvű (később Brassai) Liceumban, 1951-ben. A Bolyai Tudományegyetem Földrajz-Földtan Karára felvételt nyerve, olyan kiváló tanárok keze alatt formálódott szakemberré, mint Tulogdy János, Balogh Ernő, Török Zoltán. Nemcsak méltó szellemi követőjük volt, de távozásuk után emléküket is elevenen tartotta folyóiratcikkei, tanulmányai, előadásai révén. Erős évfolyamban állta meg

a helyét, az élen. Évfolyamtársai közt, mellette, számosan bizonyítottak a szakmában, mint a később Balánbányán dolgozó Fekete Albert, és a Nagyváradon működött Méder Árpád geológusok, vagy az egyetemen egy ideig tanársegédként maradt Sófálvi Balázs geográfus. 1955-ben, amikor végzett, előbb Magyarfenesen és Magyarlónán tanított, azután Magyarsovátton iskolaigazgatónak, majd az egykori Kolozsvár rajon területére, szaktanfelügyelőnek nevezték ki. Annak megszűnte után Kolozsvár Tanügyi Osztályán dolgozott. Volt aligazgatója az egykori Ady Endre Liceumnak és a 14. sz. Liceumnak. Számos más iskolában is tanította a szaktantárgyát. Első fokú tanári dolgozatát 1977-ben védte meg *A Feleki gerinc és környéke földtani és természeti földrajzi viszonyai* című dolgozatával. Mint tanár, azt tartotta, hogy a legjobb szemléltető eszköz maga a természet, ezért amikor csak tudta, autóbusszal és gyalog, kirándulni vitte a rábizott nebulókat. 1990-ben nyugdíjba vonult. Pedagógusi munkája elismerésül a Romániai Magyar Pedagógusok Szövetsége 1999-ben Ezüstgyopárdíjjal tüntette ki.

Közben kutatott, és népszerűsített – magas színvonalon. Kutatási eredményeit a *Studia Universitatis Babeş-Bolyai*, a *Korunk Évkönyv*, a *Múzeumi Füzetek*, konferenciakötetek és más kiadványok közzélték. Népszerű

könyvei (*Kolozsvár környékének kirándulóhelyei*, *Erdély természeti csodái*, *Othonunk a Föld*, *Kalotaszeg környékének kirándulóhelyei* – Boldizsár Zeyk Imrével közösen, *Múlt és jelen – az EKE története* – társszerzőségben) egyike-másikat többször is kiadták. Tudományos ismeretterjesztő és tudománynépszerűsítő írásait *A Hét*, a *Természet Világa*, az *Igazság*, a *Szabadság*, a *Romániai Magyar Szó* és más lapok közzélték, de sokat írt az *Erdélyi Gyopár* turista folyóiratba, melynek 1991-től szerkesztője, majd 1994-től 1999-ig főszerkesztője volt, sőt visszavonulása után is segítette a szerkesztőségi munkát. Ezért a munkásságáért számos oklevelet és díszoklevelet kapott az Erdélyi Kárpát Egyesülettől, de a legnagyobb elismerést a tudománynépszerűsítésért és ismeretterjesztésért 2009. áprilisában kapta Budapesten, amikor átvette „a tudományos és ismeretterjesztő újságírók legnevesebb magyarországi kitüntetésének számító Hevesi Endre-díjat”.

Egy munkás élet maradandó gyümölcsseit hagyta az utókorra: nevelése, tanítása, kutatása, szervezése, közírása, de mindenkiféle példája révén. Nyugodj békében Ajtay Feri bátyám!

[Megjelent a *Szabadság* napilapban, 2015. június 26-án.]

WANEK FERENC

A búbosbanka

KALOTÁS ZSOLT

A Magyar Madártani és Természetvédelmi Egyesület a tagság és a madárbarátok véleménye alapján minden évben megválasztja az év madarát. 2015-ben a választás a búbosbankára esett. Madarunk nem először kerül ilyen reflektorfénybe, hiszen már 1989-ben, sőt 1990-ben is elnyerte ezt a megkülönböztetett figyelmet. A választás érthető, mert emberközeli élni és az ember tevékenységétől függő, roppant érdekes életmódot folytató, küllemre pedig különösen mutatós madárfajról van szó, aminek létét az emberi odafigyelés, a védelmi tevékenység hatékonysága nagyban képes meghatározni.

A hazai madárfaunában a búbosbanka azon fajok közé tartozik, mely nem téveszthető össze egyetlen más madárral sem. Rigó méretű, csőre karsú, aránylag hosszú és enyhén hajlott, hátának, mellének és fejének fedőtollai halvány vörhenyesbe hajló okker színűek, szárnyának evezőtollai pedig fekete alapon fehér keresztcsívosak. Fekete farktollainak tövén is egy széles fehér keresztzalag húzódik. De nem ez a legfeltűnőbb benne, hanem fejének tollbóbítája, amit, ha izgalmi állapotban felmereszt, hasonlatossá válik egy harci díszbe öltözött indián törzsfőnökhöz. Hullámos röpte is egyedi, úgy csapong, mint egy trópusi pillangó. A hím és a tojó között nincs feltűnő különbség, de a tojók egy kissé mindig halványabb színezetűek.

A búbosbanka (*Upupa epops*) nemzetségének (Upupidae) egyedüli képviselője. Elterjedési területén – kontinensünkön, Ázsiában és Afrikában – 9 alfajával van jelen, bár ezek közül kettőt, a Madagaszkáron honos *Upupa epops marginata*-t és a Közép-Afrikában költő *Upupa epops africana*-t egyes taxonómusok különálló fajként tartják számon kissé eltérő morfológiai jegyeik miatt. Európában csak a Brit-szi-



Hernyósákmánnyal érkezett költőhelye előtti beszállóágra a hím banka. A fiókákat mindkét szülő eteti (A szerző felvételei)

A bankák előszeretettel telepsznek meg tanyaépületekben és azok környékén



geteken, Dániában, Skandináviában és néhány nagyobb földközi-tengeri szigeten nem fészkel. Hazánkban a zárt erdőkben és a nagytáblás mezőgazdasági monokultúrákon kívül szinte mindenhol találkozhatunk vele. A nyílt, ligetekkel, erdőfoltokkal mozaikos síkvidék az igazi otthona, de kifejezetten vonzódik az emberek lakta vidéki környezethez is. Megtelepedésének egyik kulcsa, hogy a talaj laza szerkezetű és könnyen melegedő legyen, valamint az, hogy az élőhely változatos fészkelési lehetőségeket nyújtson számára. Igazán ott érzi jól magát, ahol a laza vályog- és homoktalajok kiváló táplálkozási feltételeket kínálnak. Hazánkban legnagyobb sűrűségben még mindig a kiskunsági tanyavilágban él, de a tiszántúli erdőfoltokkal, fasorokkal tarkított szikeseken, a nyírségi homokvidéken, a dunántúli dombságok kisparsós művelt területein, sőt a középhegységek hegylábi nyílt sziklagyepjeiben is rendszeres fészkelőnek számít. Nagyon jól alkalmazkodó faj, szívesen társul az extenzív gazdálkodást folytató emberhez is. Kifejezetten vonzódik az állattartó tanyákhoz, a hagyományos, legeltető állattartással hasznosított gyepekhez, a legelőerdőkhöz, a jószágállásokhoz, a falusi kertekhez, a fejművelésű öreg szőlőkhöz, a régi gyümölcsösökhöz, a kissé elhanyagolt állapotú parkokhoz. Igen gyakran fészkel ártéri erdők szegélyében a rendszeresen legeltetett vagy kaszált árvízvédelmi töltések közelében. A nem túl intenzíven művelt kisparsós szántók közötti erdősávokban, dűlőutak menti fasorokban is gyakran megtelepszik.

Vonuló faj, ami afrikai telelőhelyeiről március harmadik dekádjában érkezik vissza Kárpát-medencei költőterületeire. Először mindig a hímek érkeznek meg, és már március 20-a körül egy-

egy kiemelkedő ponton megülve hallatják jellegzetes, a tojók figyelmét felkelteni igyekvő, lágy, de ugyanakkor meglepően messze hangzó „hup’ hup’ hup” hangjukat, miközben fejükkel jellegzetesen bókoló mozgást végeznek. A búbosbanka egyébként tudományos nevét is e különös hangadásáról nyerte, hiszen az „Upupa” egyértelműen hangutánzó szó. Miközben 2015. április elején e sorokat írom, a nyitott ablakon keresztül behallatszik egy közeli kertben „huppogó” hím banka hangja. A tojók csak április elején jönnek meg, de a párba állás nagyon rövid idő alatt megtörténik. Eleinte együtt mozognak, közösen keresik a táplálékot, és ezen idő alatt ki is választják a megfelelő fészkelőhelyet. A bankák a költőhely kiválasztásában nem válogatósak. Leggyakrabban idős fák harkályok által kivájt üregeiben, természetesen kikorhadott odvaiban telepednek meg. Befészkelnek azonban a téglarakások, felhalmozott kövek között kialakult üregekbe, sziklák alatti lyukakba, ölfarakások alá, a hortobágyi pásztorszállások mellett a tüzeléshez összegyűjtött és kazal formában felhalmozott „árvagané” közötti üregekbe, homokbányákba vagy a meredek partoldalokban a gyurgyalagok által készített kotorérokba, földi lyukakba, tanyák tetőzete alá, prэшázak padlásterébe vagy homlokzati deszkái mögé, sőt még elhanyagolt épületek falának nagyobb repedéseibe is. Nem ritkán üresen álló méhkaptárakat választanak és kiselejtezett fa- vagy betonhordók alá is beköltöznek, de fényképeztek már kiselejtezett vaskályhában, sőt kidobott Pannónia motorkerékpár benzintankjában költő bankákat is. A változatos, alkalmazkodó fészkelőhely-kiválasztás olyan tulajdonsága a fajnak, ami megalapozza, hogy mesterségesen is jó eredménnyel lehessen telepíteni ott, ahol egyébként azért hiányzik, mert kevés a természetes fészkelési lehetőség.

A búbosbankák nem raknak fészket, a költésre kiválasztott üreg aljára csupán némi növényi törmelékot vagy száraz trágyát hordanak, hogy a tojások a kotlás alatt ne guruljanak szét. A költési idő kezdetén gyakran láthatunk kopuláló párokat a fészkelőhely környékén, hiszen ilyenkor a madarak naponra többször is párosodnak. A tojók minta nélküli, szennyesfehér, szürkés tojásaikat másfél naponta rakják le. A teljes fészkelj rendszerint 5–8 tojás, ritkán azonban még 9 tojásos fészkeljűt is találunk. A tojó az első, tavaszi költésben általában több tojást produkál. A Kárpát-medence sík területein a

búbosbanka általában két alkalommal költ, míg tőlünk nyugatabbra többnyire csak egy fészkelése van. Ez minden bizonnyal az eltérő klimatikus viszonyok és a szűkösebb táplálkozási lehetőségek miatt van így. Az első költések áprilisban, a második fészkelések általában júniusban kezdődnek. Hazánkban néhány alkalommal megfigyeltek már harma-

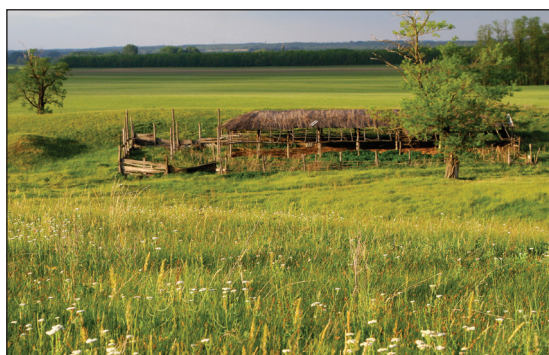


Az első költésben a búbosbankák fészkeljű akár 9 tojásos is lehet

dik költésbe kezdő párt is, de ezek a próbálkozások sajnos különböző okok miatt nem voltak sikeresek.

Úgy gondoljuk, hogy a párok a teljes költési időszak alatt kitartanak egymás mellett, de tüzetesebben ezt eddig senki sem vizsgálta. De lehetnek kivételek is. Saját korábbi megfigyelésem alapján gondolom ezt, ugyanis tanúja voltam annak, amikor egy tavaszi

A pusztai állattartó karámok környéke nemcsak táplálékbőséget jelent a búbosbankáknak, hanem gyakran fészkelési lehetőséget is



költési szezon kezdetén, a fészken elpusztult egy bankatőjő (a harmadik tojását képtelen volt megtojni, az elakadt a petevezető és a tojástartó között) és a hím ezt követően már három nap múltán egy új tojóval állt párba, és ugyanabban az üregben kezdték el költöni.

A fészkeljűn mindig csak a tojó kotlik. 16–19 napon keresztül alig hagyja magára a fészkeljűt, naponta csupán 3–4 alkalommal

távozik el rövid időre, hogy könnyítsen magán. A kotlási időszak alatt a hím folyamatosan táplálja a párját, hordja számára az izletes falatokat. Mivel a tojó már gyakran az első néhány tojás lerakása után elkezdte a kotlást, a fiókák nem egyszerre kelnek ki. Gyakran az utóbb lerakott tojások nem is jutnak el a kiké-

lésig. A legfiatalabb és a legidősebb fióka között akár 6–8 nap korkülönbség is lehet. A fiókáknak mindkét szülő hord táplálékot, de a finom falatokért nagy versengés folyik, amiben a fiatalabbak, a gyengébbek mindig hátrányba kerülnek. Talán ez az oka annak, hogy a fiókák pusztulása a kirepülésig meglehetősen magas arányt érhet el. A felmérések szerint a kikelt fiókáknak csupán a 60 százaléka hagyja el a fészkelőhelyet, ha eléri a négy hetes kort.

A fiókák a költőüregben elég hangosan viselkednek. A szülő érkezésekor a táplálékért való vetélkedés során tokolodva kérik a jussukat, de ha idegen vagy éppen ragadozó közelít hozzájuk, akkor is hangos, sziszegésszerű hanggal reagálnak. Ilyenkor gyakran a betolakodó felé lövelik kloákájukban összegyűlt, bűzmirigyek váladékával „dúsított” bűzös ürüléküket, ami a kíváncsi betolakodót legtöbbször távozásra készíti. A bankaodúban ezért nem mondhatni, hogy kellemes illat van, hiszen a fiókák ürülékükkel az odú alját, falait is összemaszatolják. Nyilván a búbosbanka e tulajdonsága miatt kapott számtalan ragadványnevet hazánk különböző vidékein. Hívják bűdös bankának, bűdös dutkának, ganajmadárnak, fostos bugybókának vagy fostos bankának is. De vannak azért kedvesebb elnevezései is, ami küllemére vagy a hangjára utal: kontyosbanka, tarajos babuka vagy csak egyszerűen babuka.

A búbosbankák mindig a talajszinten szerzik meg táplálékukat. Karcsú, hajlott csőrükkel szorgalmasan szurkálják, szondázzák a talaj felső rétegét, de ha sokáig figyeljük, észrevehetjük, hogy nem véletlenszerűen keresnek, hanem fejüket gyakran oldalra fordítva, hallgatózva próbálják megtalálni a legmegfelelőbb helyet, ahol a talajban a potenciális rovarzsákmány rejtőzik. Ha gyanús neszt hallanak, addig-addig ügyeskednek, amíg csőrükkel ki nem emelik a zsákmányt, ami általában földigiliszta, pajor, drótféreg, tücsök, bagolylepke hernyója vagy bábja. A trágyadombok környékén és a gondosan istállótrágyázott kertekben rendszerint kiadósabb prédára vadásznak. Egyik legkedvesebb zsákmányuk ugyanis a kerteszek nagy ellensége, a lötűcsök (*Gryllotalpa vulgaris*), vagy, ahogy sok helyen ismerik, a lötétű. Laza homokos talajú élőhelyeken nagy számban fogyasztják a

hangyalesők lárváit, és ha rátalálnak a gyíkok talajba rejtett fészkeire, azok tojásait sem vetik meg. A kiskunsági homokvidéken gyakran még az apró homoki gyíkokat (*Podarcis taurica*) is elkapják, és esős időben bizony még az ilyenkor előbújó barna ásóbéka (*Pelobates fuscus*) fiatal egyedeit is zsákmányul ejtik. Azonban nem csak a talajfelszín alatt képesek táplálékot keresni. A felszínen és az alacsony növényzetben mozgó bogarak is terített asztalt jelentenek számukra. A táplálkozásvizsgálatok alapján nagyon sok futóbogarat, ormányosbogarat, ganéjtúró bogarat is zsákmányolnak. Rajzás idején a talajból kimászó és alacsonyan repülő cserebogarakat fogyasztják nagy számban. Ilyenkor az is megfigyelhető, hogy a talajon futva, a levegőbe fél-fél ugorva üldözik a kiszemelt rovarprédát. A sáskákat és a szöcskéket is hasonló módon kapják el. Nagyobb zsákmány hiányában az apróbb pókokat, valamint az erdei- és vöröshan-gyákat és azok tojásait is elfogyasztják. A búbosbankák táplálkozásának van egy egészen speciális sajátossága is. Rövid nyelvük miatt nem képesek a csőrükben megfelelő irányba fordítani a zsákmányt, ezért gyakran megfigyelhető, hogy az elfogott prédát akár többször is feldobják a levegőbe, hogy az megfelelően helyezkedve pottyanjon a torkukba.

A búbosbanka vonuló madarunk. Általában március végén, április elején tér vissza hazai költőhelyeire, elvonulása pedig augusztus végén kezdődik és szeptember végéig tart. Ennek ellenére vannak hazai megfigyelések átteleléssel próbálkozó hazai példányokról is, de arra vonatkozóan nincsenek ismereteink, hogy ezek sikeresen túlélnek-e a zord téli napokat. A hazai gyűrűzés-visszafogási adatok nem túl nagyszámúak. A Magyarországon megjelölt búbosbankák közül csupán három példányt jelentettek vissza külföldről, amelyek azt igazolják, hogy madaraink a Balkán-félszigeten keresztülágva hagyják el az öreg kontinentet. Nem csapatosan, hanem egyénileg vonulnak. Az európai állomány kis része a mediterráneumban áttelelhet, de nagyobb része a Földközi-tengert és a Szaharát átrepülve az afrikai szavannáövzetben tel. A megfigyelések szerint a búbosbankák általában hűek költőhelyükhöz, illetve kikelési helyükhöz, ezért ha ősszel el is búcsúznak tőlünk egy időre, van remény, hogy a következő év tavaszán ugyanazokat a példányukat láthatjuk viszont.

A faj európai fészkelő állománya enyhén csökkenő. A BirdLife International 890 000–1,7 millió párba becsüli a kontinens teljes állományát. Sajnos azokon a területeken, ott ahol a legnagyobb populációk élnek (Oroszországban 60–200 ezer pár, Törökországban 150–400 ezer pár), az állományok hanyatlanak. Csúpn Romániában és Szerbiában mértek némi állománygyarapodást, a többi európai államban úgy tűnik, egyelőre



A laza, homokos talajokon a bankák könnyedén megtalálják a bagolylepkék felszín alatti bábjaikat is

stabilak a populációk. Hazánkban a felmérések és a becslések szerint mintegy 10–17 ezer pár búbosbanka költ.

A búbosbankát már az ornitológia tudományának ébredése időszakában is a mezőgazdaságra hasznos madárnak tartották. *Lázár Kálmán gróf* 1874-ben megjelent „Hasznos és kártékony állatainkról” című könyvében már hasznosként értékeli madarunkat. *Herman Ottó* pedig így ír madarunkról 1901-ben megjelent „A madarak hasznáról és káráról” című nagy sikerű könyvében: „Egyike leghasznosabb és legékesebb madarainknak, mely védelmet érdemel”. Ez megalapozott szakmai, tudományos állásfoglalás nagyban hozzájárulhatott ahhoz, hogy az 1902. március 19-én Párizsban megkötött nemzetközi madárvédelmi egyezmény a védendő madarak között sorolta fel a búbosbankát, de különösen azért fontos, mert az egyezmény magyarországi végrehajtására kiadott, a mezőgazdaságra hasznos madarak védelmére alkotott 1906. évi I. törvények közé a védett fajok közé emelte madarunkat. Mondhatjuk tehát, hogy hazánkban immár 119 éve folyamatosan jogszabályi védelmet élvez a búbosbanka. A jelenleg is hatályos miniszteri rendelet természetvédelmi értéket is rendel a védett fajokhoz, aminek alapján a búbosbanka természetvédelmi értéke egyedenként 50 000 Ft, azaz ilyen mértékű büntetésre számíthat az, aki elpusztítja, veszélyezteti, vagy csúpn megzavarja költését.

De mit tehetünk azért, hogy ez a mutatós, hasznos és védett madár még sokáig társunk lehessen? Azt hiszem, az a legfontosabb, hogy ne rontsuk tovább élőhelyi feltételeit. Sajnálatos módon a nagytáblás monokultúras gazdálkodás, a mezőgazdasági kemizáció, különösen a széles spektrumú inszekticidek, a talajfertőtlenítő szerek rendszeres alkalmazása jelenti a legnagyobb veszélyt búbosbankáinkra. Megszünteti, egyhangú, halott kultúrsivataggá silányítja az élőhelyét, ahol a faj már nem képes megtelepedni, megélni. Ezek a durva környezeti beavatkozások nemcsak költőhelyeit zá-

molják fel, hanem természetes táplálékbasesától is megfosztják madarunkat. Az ilyen helyeken búbosbankát még átvonulóban is csak ritkán látni. Az erdősávok, ligetek felszámolása, a dűloutak menti idős fák kivágása potenciális fészkelő helyeit csökkenti. Ezek az igazi nagy veszélyek! Ha ezt el tudjuk kerülni, alkalmazkodóképes madarunk akár az ember közvetlen közelében is szívesen megtelepszik. Nem véletlen, hogy a hagyományos állattartással foglalkozó vidékeken még mindig gyakran hallhatjuk a búbosbanka hangját ott, ahol a kertekben, szőlőkben, öreg gyümölcsösökben hangszlyt fektetnek a biogazdálkodásra, ahol a vegyszerhasználathoz csak a legszüksége-sebb esetekben nyúlnak, és akkor is csak környezetkímélő készítményeket használnak. Ezekhez a helyekhez a búbosbankák is ragaszkodnak, hiszen költőhelyet és táplálékot is bőségesen találnak. Megtelepedésüket is könnyen elő tudjuk segíteni, ha D-típusú fészkesodukat helyezünk ki számukra. Ezek az odúk a kereskedelembe is beszerezhetők, de egy kis ügyességgel akár otthon is elkészíthetők. Bankánk nem válogatós, nem ad a küllemre. Ha a ház körül talált 2–2,5 cm-es vastagságú hulladék deszkából összeeszkábálunk egy 20 x 20 cm alapterületű ládikát, amelynek magassága 30–40 cm, és azon kialakítunk egy 6–8 cm átmérőjű berepülő nyílást, az tökéletesen megfelel bankalakásnak. Mivel a bankák csak nagyon ritkán fészkelnek magasan, a mesterséges fészkesodút csak 1,5–2,0 méter magasságban rakjuk ki, de úgy válasszuk meg a telepítés helyét, hogy macskák vagy egyéb ház körül élő ragadozók ne férjenek hozzá. Ha tükés ágakkal körülrajuk az odút tartó fatörzset, oszlopot, az többnyire elegendő védelmet biztosít. Az odúkat célszerű a bankák megérkezése előtt, március első napjaiban kihelyezni, és mindig délkeleti vagy délnyugati irányba tájoljuk a berepülő nyílást! Akinek nincs elegendő kézügyesség, az akár a kertjében található téglarakást is átalakíthatja banka-laknak, csak úgy kell a téglákat egymásra rakni, hogy egy alkalmas labirintusz-szerű üreg képződjön benne. Az utóbbi években a Kiskunságban a felhagyott homoki szőlőkben otthagytott vízgyűjtő betonhorodókat alakították át banka fészkelő helyéé úgy, hogy azokat nyílásukkal a föld felé fordították, az aljukon levő, eredetileg a víz leengedésére szolgáló lyukat pedig egy kicsit kitágították, hogy azon a búbosbanka is átférjen. Ezzel a módszerrel igen szép eredményeket sikerült elérniük.

Látható, hogy a búbosbanka évének sikeréhez szinte mindenki hozzájárulhat, csak egy kicsit többet kell törődnünk közvetlen környezetünkkel. Ha csak minden tizedik állampolgárunk megfogadja ezt a tanácsot, akkor az nemcsak a búbosbankák javát szolgálja, hanem mindennapi életünket is gazdagítja, javítja. 🐦

Legendás köveink: Istenmezeje – Noé szőlője

Kevés településünk büszkélkedhet azzal, hogy házai között különös alakú, bizarr sziklaformák tornyosulnak. A Heves megyei Istenmezejének „kővé vált szőlőtőkéi” nemcsak nagyszerű látványt nyújtanak, hanem sajátos hangulatukkal könnyedén rabul ejthetik az utazót. Mellettük sétálva már nem is olyan könnyű eldöntenie, hogy minnek is higgyen: a táj kialakulásáról szóló tudomá-

vetlenül a település főutcája mellett emelkedő domb oldalában található az a látványos sziklaformáció, melyet Noé szőlője néven ismerünk. Figyelmünket akaratlanul is magára vonja az 50–60 méter magasságot is elérő, 500 méter hosszan húzódó kopár sziklafelszín, amit szinte már-már szabályos sorokba rendeződő gömb-, lepény- és cipő alakú sziklaformák, kidudorodások díszítenek. A helyieket ez a meghökkentő látvány egy szőlősdombra és megkövesedett szőlősorokra emlékeztette. Így születhetett meg e geológiai képződmény nem mindennapi elnevezése.

Legendák a kővé változott szőlőről

Nem csoda, hogy a különleges sziklaformák megmozgatták az itt lakók fantáziáját. A sziklaképződmények keletkezéséhez a néphagyomány érdekes „bűnhődés-típusú” mondát fűzött, amely több változatban is ismert. Az egyik szerint egy átlapotos asszony, egy másik szerint egy koldus, egy harmadik szerint Jézus és Péter apostol erre jártában kívánta meg a hegyoldalon termesztett szőlőt. Az érintett szőlősgazdák (illetve a szőlőszedő asszonyok) azonban kérésük ellenére sem adtak neki(k), mire átokkal sújtották őket. Ennek következtében kővé változtak a gyümölcszedő kosaraik – így keletkezett a különös felszínű hegyoldal.

Egy másik legenda szerint a sziklaképződmény nevét a bibliai Noé nevét viselő, helyi gazdag földesúrról kapta. A kegyetlen uraság egy beteg kislánynak nem adott a természetből, s ezért a gyermek édesanyjának átka nyomán szőlőföldjével együtt kővé vált: „...*ekkor váratlan, nagy szél támadt. Az októberi fényes eget felhők borították be, s dörgött-villámlott. Majd hirtelen vad dübörgés rázza meg a hegyet, s jajgatnak-vimnyogtak a szüretelő, fekete idegenek. Legjobban azonban a gögös uraság ordított ijedtében. De nem volt könyörület! Hirtelen öles lángok csap-*

tak ki a földből, majd az egész zöldes sárga szőlőhegy szürkésbarna kővé merevedett. Így vált kővé a gonosz földesúrral együtt a híres-neves szőlőhegy a Vállóskő; mert az uraság még a beteg gyereket sem sajnálta meg”. Mindegyik változat szerint a kimonodott átok változtatta kővé a szőlőt, a tulajdonost és az ott dolgozókat is. Ezek megkövesedett maradványait láthatjuk ma is a domboldalon.

„Cipók” a megkövült tengeraljzatról

A tudományos magyarázat szerint ennél kevésbé drámai, bár jelentős földtörténeti események eredményeképpen keletkezett az istenmezejei sziklafelszín. A „kővé vált szőlők” anyagát főleg durva-, közép- és finomszemű, zöldesszürke, mállottan világosbarna, vagy sárgásszürke, jellemzően glaukonitos* homokkő alkotja. Ez a kőzet az oligocén és alsó- miocén korban, mintegy 19–23 millió évvel ezelőtt, az akkor



Közvetlenül a főút mellett, az egyik nagyobb „üregbe”, barlang benyomását keltő sziklakápolnát alakítottak ki

nyos magyarázatnak, avagy a fantáziát izgalomba hozó helyi legendáknak.

A Mátra és a Bükk hegység északi előterében található hazánk talán egyetlen olyan hegyes-dombos, folyóvölgyekkel és medencékkel erősen tagolt területe, melynek sem felszínalakitani-, sem tájbesorolása, sem határai, de még a neve sem egyértelmű. A szakirodalomban sok néven (a teljesség igénye nélkül: Heves-Borsodi-dombság, Heves-Borsodi-Hegyhát, Ózd-Pétervársáraidomság, Vajdavár-homokkővidék) felbukkanó tájegység Magyarország egyik legkevésbé ismert és legritkábban látogatott területe. Pedig a környék hegyei és völgyei számos természeti értéket és ritkaságot rejtene. Jó példa erre Istenmezeje, amely Pétervársáratól 11 kilométerre, a Tarna felső folyásánál, egy hosszan elnyúló ÉNY-DK irányú völgyben található. Az érdekes nevű település nemcsak nevével, hanem különleges természeti látnivalóival is könnyedén felkeltheti az erre járók érdeklődését. Köz-



Az ellenállóbb kőzetet körülvevő, kevésbé kötött kőzetanyag erőteljesebben lepusztult

itt található Paratethys-tenger egyik öblében keletkezett (Pétervársárai Homokkő Formáció). Az ebben felhalmozódott vastag tengeri homok az idők folyamán a meszes oldatok hatására homokkővé cemen-

* Glaukonit: földes klorithoz hasonló vas-alumínium-hidroszilikát. Általában homokban és márgában fordul elő, annak jellegzetes zöld színt kölcsönözve.(glaukonit formáció)



A padok vastagsága 10 cm és 1 méter között váltakozik. Ezeket vékony agyagos rétegek választják el egymástól

tálódott. A karbonátos kötőanyag mésztartalma jellemzően 14–15% körüli, de helyenként a 25–51%-ot is eléri. A kőzetben az idők folyamán törések jöttek létre, utat nyitva a mésztartalmú oldatok áramlásá-



Jellegzetesek az alul cipó alakúra megkeményedett homokkőrészletek, melyek a mállott hegyoldalakon mint kemény gömbök, lepények állnak ki

nak, amelyek a durvaszemcsés rétegek és a törésvonalak metszéspontjában, illetve a törések találkozásánál fejttették ki legintenzívebben cementáló hatásukat. Ennek köszönhetően a legerősebben a porózus, durvaszemcsés rétegek itatódtak át, a későbbiekben ellenállva a külső erők pusztító hatásának.

Az évmilliók folyamán a napsugárzás, a hőmérséklet, a szél, a csapadék és a folyóvizek koptató eróziója, illetve a szelektív mállás hatása alaposan próbára tette a ho-

mokkőfelszín. Az ellenállóbb kőzetet körülvevő, kevésbé kötött kőzetanyag erőteljesebben lepusztult. Így a mállott, széteső homokkőből sok helyen bukkannak elő keményebb padok, szakadozott bordák, csipkés kőpárkányok, vagy – formájuk alapján – ún. cipók, lepények. Ezek több meszet vagy helyenként több vasat tartalmaznak, ezért ellenállóbbak voltak a lepusztulási folyamattal szemben.

A padok vastagsága 10 cm és 1 méter között váltakozik. Ezeket vékony agyagos rétegek választják el egymástól. Az alsóbb szinteken gyakoriak a kavicsos betelepülések. Jellegzetesek az alul cipóalakúra megkeményedett homokkőrészletek, melyek a mállott hegyoldalokon, mint kemény gömbök, lepények állnak ki.

Az egyes cipók néhol egységes keményebb rétegekbe olvadnak össze és ÉK–DNY-i irányú sorokat alkotnak, amelyek között számtalan kis üreg jelzi az egykori, kihullott cipók helyeit. (Közvetlenül a főút mellett, az egyik nagyobb „üregben”, barlang benyomását keltő sziklakápolnát alakítottak ki. Építésének pontos ideje ismeretlen, de a rendelkezésre álló források szerint a XVIII. század közepe táján már létezett). Ezek a sorok 50–60 cm széles és magas, 20–40 m-en át követhető, szakadozott bordák formájában mutatkoznak. A Palócföldön „apokának” is nevezett homokkőből felépülő sziklaképződmény domború felszínéből többé-kevésbé szabályos „sorokban” kiemelkedő formációk könnyen emlékeztethették a helyi lakosságot egy kővé vált szőlőültetvényre.

Már csak egy tanösvény hiányzik

Nevezhetjük őket szőlőszemeknek, vagy cipóknak (némi fantáziával akár még sárkánytaréjoknak is!). A különleges formájú sziklakkal díszített domboldal látványa

** A finomhomokos-agyagos aleurit (kőzetliszt, vagy slír) elnevezése palóc vidéken – a földtani szakirodalomban is elterjedt: apoka. Az elnevezés egercsehi környékén hapukára módosult.



A sziklaképződmény domború felszínéből többé-kevésbé szabályos „sorokban” kiemelkedő formációk könnyen emlékeztethették a helyi lakosságot egy kővé vált szőlőültetvényre

valóban rendkívüli és talán szélesebb ismertséget is érdemelne. Ehhez azonban szükség lenne tanösvény kialakítására, amely lehetővé tenné egyrészt a rendkívüli geológiai érték részletes bemutatását, másrészt lehetőséget biztosítana a terület biztonságos (sem a látogatók testi épségét, sem a sziklaformák megmaradását nem veszélyeztető) bejárására. Mert jelenleg csak letről, az út mellől, vagy távolról csodálhatjuk a sziklákat, hiszen egyrészt a meredek, szelektíven málló és aprózódó homokkőfelszín semmiképpen sem jelent biztonságos megközelítési lehetőséget, másrészt természetvédelmi oltalom alá eső területről lévén szó, a terület szabadon nem bejárható. Noé szőlője már 1975 óta – ekkor még helyi jelentőségű – védett területnek számít. Jelenleg az 1993-ban létrehozott (536 hektár területű) Tarnavidéki Tájvédelmi Körzet természetvédelmi oltalma alá tartozik. Természetvédelmi kezelője a Bükki Nemzeti Park Igazgatósága.

LADÁNYI LÁSZLÓ

Balogh Béni: Vállóskő szőleje (Tarna-völgyi monda)

Baráz Csaba – Kiss Gábor (írta és szerkesztette): Az ördögortnyoktól a patkányomos kövekig

In: Jeles kövek, regélő helyek a Mátraerdő területén. Bábakalács füzetek – 10. Eger, 2007 Budai Tamás (szerk.)

Gyalog László (szerk.): Magyarország földtani atlasza országjáróknak Budapest. 2010

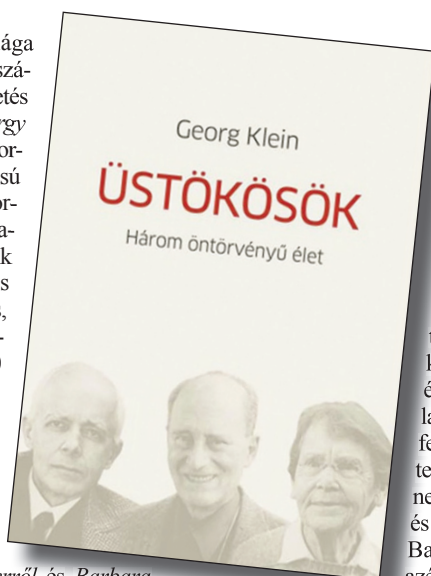
Katona Csaba: Vajdavár-Homokkővidék. Kornétás Kiadó. Budapest. 2006

Magyar Zoltán: Népmondák Medvesalján. Lilium Aurum. Dunaszerdahely. 2006

Az öntörvényűség becsülete

CSABA GYÖRGY

A Természet Világa 2015. januári számában beszélgetés jelent meg Klein György (Georg Klein) professzorral, a magyar származású világhírű svéd kutatóorvossal. Az interjúból nagyon sokat megtudunk életéről és tudományos munkájáról, sőt arról is, hogy kutatómunkáján kívül – amit még ma, 90 évesen is művel – esszéket is ír. Valóban, most jelent meg magyarul *Üstökösök* című kötete, melyben három zseniális emberről gondolkodik: Bartók



Bélaról, Seymour Benzerről és Barbara McClintockról, tehát egy világhírű magyar zeneszerzőről, egy magatartásgenetikusról, aki lehetett volna Nobel-díjas, és egy Orvosi-életteni Nobel-díjas növénygenetikusról. A három különálló esszé egységes művet alkot, melyben nemcsak az egyikről másira történő utalások egységesítenek, hanem a szerző zárszavai is.

Klein György kiemelkedő kutatómunkája mellett az Orvosi-életteni Nobel-díj Bizottság tagja is volt harminchat éven át. A díjat elnyert kevesek mellett azok tömegével is (a pályázatokon keresztül) megismerkedett tudományterületén, akiket Nobel-díjra javasoltak, és akik közül többen, mint a tudomány hírneves művelői, ugyancsak érdemeket lettek volna a díjra, ha nem is nyerték el azt. Feltételezhető, hogy tudományos tevékenységének közel hét évtizede alatt sokakat közülük személyesen is megismert. Miért éppen ezt a két tudóst választotta esszéi tárgyául és miért társította hozzájuk Bartókot, a zeneszerzőt? A választás legalább annyit elmond az adott esszé írójáról, mint az esszé annak tárgyáról. Mi az, ami közös – „szakmájuktól” függetlenül – a három emberben vagy a három sorsban, és amit Klein György oly nagyra tart.

A kötet mindhárom szereplője öntörvényű ember. Bár érzékenyen reagálnak a körülöttük lévő világ történéseire, belső világuk törvényyszerűségei fontosabbak számukra és ezekhez áldozatok vállalása árán is ragaszkodnak. Az ilyen emberekre szokták mondani, hogy megszállottak – és való-

ban azok. Eredményeik, akár a tudományban, akár a zenében ennek köszönhetik eredetiségüket és azt, hogy végig tudják vinni a mások által esetleg lebecsült tevékenységüket. A fizikus Benzert bolondnak tartották, amikor sikeres – Nobel-díjra is érdemesítő – molekuláris biológiai munkáit feladva egy teljesen új területet (magatartásgenetikát) alapozott meg, és a kukorica-genetikus Barbara McClintock azért kaphatta meg az

Orvosi-életteni Nobel-díjat, mert megérte a kort (nyolcvan fölött), amikor már elismerték azt a korszakalkotó munkát, amivel még fiatalon új szemléletet adott a genetikának. Bartók Béla sokak szerint disszonánsnak tartott új zenéje a szó szerinti éhezés és kiszolgáltatottság után igazán csak halála előtt néhány hónappal tudta áttörni a nemzetközi korlátokat.

A belső világ fontosabb volta azonban magával hozza a konfliktusokat. Bartók saját műveinek elutasítását még el tudja viselni, de az embertelenséget nem. Az esszében hangsúlyosan jelenik meg a fasizmus elutasítása és a hazáját rajongásig szerető ember gyötrődése, amikor lelkiismereti okokból hazát cserél, vállalva akár a szegénységet is. McClintock ki nem állhatja a buta embereket és ez jellemző Benzerre is. McClintock magába zárkózik és energiáit kizárólag a tudományos munkájára összpontosítja. A fasizmus áldozataként egykor szenvedő Klein György, aki maga is megszállottan kutat, igen nagyra értékeli ezeket a tulajdonságokat, mert szereti az igazságot, mint Bartók, gyűlöli a korlátolt-ságot, mint McClintock és mellőzi a politikát, mint Benzer. Lassan hét évtizede, hogy külföldön él, egy igazán demokratikus világban, de Georg Klein itthon lélekben megtüpot és új hazájában rendkívül nagyra becsült svéd állampolgár érzelmileg még mindig magyar akar maradni és ehhez keresi a kapaszkodókat. Meg is találja a fizikailag gyenge, de erkölcsileg hatalmas zseniális zeneszerzőben, Bartók Bélában és majd ötven év idegenbeli lét után megírja annak apoteózisát. És be-

leszövi a történetbe fiatalkori mesterét, az ugyancsak öntörvényű *Huzella Tivadar* orvosprofesszort, aki mindig ember maradt az embertelenség világában.

Majdnem kétszer annyi helyet ad kötetben Bartóknak, mint a másik két személynek, holott ő kutató, és akkor van igazán otthon, amikor a tudományról beszélhet. A Bartókeszében sok az idézet, mert a zenéről és a zeneszerzőről írva talán szüksége van mások támogatására, véleményének alátámasztására. A tudományos részekben viszont idézetek nélküli, határozott véleménye van a kutatókról és kristálytisztán magyarázza el, mit talált McClintock vagy Benzer. Nincs az a tanácsadó vagy ismeretterjesztő, aki ezt jobban tudná csinálni. Ennek megfelelően, a Bartókeszében az ember áll előtérben, a zeneszerző emberi magatartása, míg a másik kettőben a tudomány dominál, mert Klein György bár a zenét is élvezte, a tudományban van otthon, ezt műveli és imádja.

Írni minden ember megtanulhat, de attól még nem lesz belőle író. Ahhoz, hogy író legyen, különleges képességgel kell rendelkeznie, és azzal az igénnyel, hogy írásban fejezze ki és örökítse meg gondolatait. Sokan, akik jól tudnak beszélni (szónokolni), nem tudják megírni azt, és fordítva, akik jól írnak, nem biztos, hogy jól is tudnak beszélni. Az esszé nehéz műfaj, de nagyon szép. A regényíró egy történetet épít fel, az esszéíró a gondolatait önti formába az írásában. Ha a tudománnyal foglalkozó és abban eredményes ember ír esszét, akkor a gondolatok szabad származása mellett a tudomány egzaktsága is megjelenik az írásban. Elítéli az ostobát és gonoszt (itt például Liszenkót) és felmagasztalja hőseit. Hiába fókuszál egy adott személyre, önkéntelenül bemutatja a kort is, amiben hőse él, a pozitív és negatív kortársakat, és ezekhez való viszonyulásával is leleplezi önmagát. Nos, Klein György kiemelkedő kutató és gondolkodó, aki szépen ír izgalmas esszéket és eközben sokat megtudunk róla is. Annál is inkább, mert a kötet végén lévő epilógus már személyekhez való kötöttségek nélkül mutatja be a szerző világméretét. Tanulságos könyv az *Üstökösök*, kitűnő olvasnivaló és példakép-szolgáltató. Azonosulva a könyv írójával és hőseivel, nemesebbnek érzi magát az olvasó a könyv végére érve. ✕

(Klein György: *Üstökösök*. Corvina Kiadó, 2014. Budapest)

Hogyan változtatta meg a Hubble-űrtávcső a csillagászatot?

Lapunkban nemrég emlékeztünk meg a Hubble-űrtávcső (HST) pályára állításának 25. évfordulójáról (Természet Világa, 2015. április). Ugyanebből az alkalmából, de az évfordulót más nézőpontból megközelítve a Sky and Telescope szerzője hét területet sorol fel, ahol a HST gyökeresen megváltoztatta csillagászati tudásunkat, világnépeinket.

1. A Naprendszer folyamatos figyelése

A Naprendszer bolygóinak felszíni, légköri részleteit csak az űreszközöknek köszönhetően ismerjük. A HST rendszeresen készít nagy felbontású képeket a bolygókról. Megfigyelte, amint 1994-ben egy üstökös darabjai csapódnak a Jupiterbe. A Föld felszínéről el nem végezhető ibolyántúli megfigyeléseivel sarki fényt fedezett fel a Jupiteren és a Szaturnuszon, üstökösökből eredő molekulatöredékeket talált a légkörükben. Az Uránusz körül két, a Neptunusznál egy, a Plútónál pedig négy új holdat talált, emellett felfedezett két távoli, a Kuiper-övhöz tartozó égitestet, amelyek a New Horizons űrszonda célpontjai lehetnek.

2. Csillagbölcsők

Egyik első, jelentős felfedezésével protoplanetáris (a bolygók születését kísérő) anyagkorongokat talált az Orion-köd (M42) csillagai körül, amelyekről részletes képet készített. Az Orion-, a Carina- és a Sas-ködökben lévő csillagkeletkezési helyekről készített részletes felvételei segítettek tisztázni a csillagok és a bolygórendszerek keletkezési folyamatát. Megörökítette a születő félben lévő protocsillagokból a pólusaiknál kilövellő gáznyalábokat (jetek). Az 1995-ben a Sas-ködben felfedezett, „Teremtés oszlopai” néven híressé vált képződményhez hasonló csillagkeletkezési helyekről is részletes képeket készített. Bekapcsolódott az exobolygók vizsgálatába, a más eszközökkel felfedezett ún. „forró jupiterek” csillaguk előtti átvonulását megfigyelve következtetni lehetett légköri összetételére.

3. A nyugtalan Univerzum

Pontosan megmérte a távoli csillagok, sőt a közeli galaxisok sajátmozgását (tényleges elmozdulásukat). Kiderült, hogy a Tejútrendszer kísérő galaxisainak hitt Magellán-felhők olyan gyorsan mozognak, hogy nem lehetnek gravitációsan a Tejútrendszerhez kötve, csak alkalmi látogatóink. Bebizonyosodott, hogy a hozzánk legközelebbi nagy galaxis, az Andromeda-köd felénk tart, összetűközik és egybeolvad a Tejútrendszerrel – szerencsére csak évmilliárdok múlva. Folyamatosan követte az 1987-ben a Magellán-felhőben felrobbant szupernóva maradványának a fejlődését. Feltérképezte a látványos fényvisszaverődéseket

egyed, különleges változócsillagok körül, követte a csillagfejlődési helyek dinamikáját és a távoli galaxisok magjából kilövellő gáznyalványokat.

4. A galaxisok titkai

A HST előtt a galaxisokról jobbra csak morfológiai ismereteink voltak. A HST felvételein a galaxisok egyes objektumai is megkülönböztethetők: ködök, csillaghalmazok, óriáscsillagok. Pontosan meg lehetett mérni a galaxisok forgását, bebizonyosodott, hogy szinte minden galaxis magjában óriási fekete lyuk van. A több milliárd fényév távolságban lévő galaxisokról készített felvételek alapján nyilvánvalóvá vált, milyen kölcsönhatás volt a galaxisok közt a korai Univerzumban, feltáruktak az ütközések, összeolvadások nyomai. Egyértelművé vált, hogy egyes galaxisok szo-



Az NGC 2440 jelű planetáris köd a Hajófar (Puppis) csillagképben, 3600 fényév távolságban. A kép által átfogott 1,2 ívperces terület a köd távolságában 1,3 fényévnek felel meg. A ködöt egy haldokló csillag ibolyántúli sugárzása gerjeszti világitásra. Az NGC 2440 középpontjában található fehér törpe az ismert hőmérsékletűek közül az egyik legforróbb csillag, felszíne körülbelül 200 000 kelvin hőmérsékletű. A köd kaotikus szerkezetéből arra lehet következtetni, hogy az anyag ledobása epizódyszerűen, több rohamban történhetett, minden alkalommal más-más irányban

5. Mélyvizsgálatok

Először 1995-ben, azóta pedig több alkalommal vizsgált meg a HST nagyon alaposan, rendkívül hosszú expozíciós idővel olyan kicsiny égboltrészeket, ahol úgy tűnt, mint ha semmi sem látszana. A képeken azonban

előtűntek a nagyon távoli, halvány galaxisok, bepillantást engedve a Világegyetem régmúltjába. Az égbolt különböző részein, széles színekartományban végeztek hasonló vizsgálatokat. Különösen érdekesek voltak az infravörös megfigyelések, mert a Világegyetem tágulása miatt a Világegyetem története első évmilliárdjaiban indult, a fiatal, forró, nagy tömegű csillagok által az ibolyántúli tartományban kisugárzott fény mára már az infravörösbe tolódtott. Ezekből a vizsgálatokból tudjuk, hogy a csillagkeletkezés üteme mintegy 11 milliárd évvel ezelőtt érte el a maximumát (amikor a Világegyetem még 3 milliárd éves sem volt), azóta a tempó a 30-ad részére csökkent.

6. A táguló Világegyetem

A HST legfontosabb feladata a kozmikus távolságmérés kalibrálása, és ezáltal a Világegyetem tágulási ütemének (a Hubble-állandónak) és ezen keresztül korának a meghatározása volt. Mérései szerint a Hubble-állandó 70 km/s/Mpc (1 Mpc = 3,26 millió fényév) – a HST előtti mérések ezt 50–100 km/s/Mpc bizonytalansággal tudták csak megadni – a Világegyetem kora, vagyis az Ősrobbanás óta eltelt idő pedig 13,7–13,8 milliárd év. A HST kozmológiai felfedezései azonban még a remélnél is jelentősebbnek bizonyultak. A galaxishalmazok ütközésének megfigyelése újabb bizonyítékokat szolgáltatott a „sötét anyag” létezésére. Gravitációs lencsék megfigyelésével a csillagászok fel tudják térképezni a sötét anyag 3D eloszlását. Végül, de nem utolsósorban jórészt a HST kulcsfontosságú észleléseinek volt köszönhető, hogy 1998-ban a távoli szupernóvák vizsgálata alapján felfedezték, hogy a Világegyetem gyorsulva tágul. A múlt század egyik legizgalmasabb felfedezése alapján úgy tűnik, mintha a Világegyetem anyagának egy másik titokzatos összetevője, a sötét energia egyre erőteljesebben taszítaná el önmagától az üres teret.

7. A nagyközönség távcsöve

A HST látványos felvételei mindennél többet tettek a tudatformálásunkért, azért, hogy a csillagászat újra látványos, a hétköznapi ember számára is izgalmas tudománnyá váljék.

A negyedszázados jubileumát ünneplő távcső egyébként továbbra is dolgozik, bár mióta az űrrepülőgépeket 2011-ben kivonták a forgalomból, nincs lehetőség a javításra, korszerűsítésre. Csak remélhetjük, hogy utóda, a James Webb-űrtávcső (JWST) a sokszori halasztás után 2018-ban valóban elindulhat – a HST pedig legalább addig „kítart”.

(A Sky and Telescope 2015. júniusi száma nyomán – B. E.)

Orvosszemmel

SOK CSONTHÉJAS – HOSSZABB ÉLET

A halálozás első számú oka világszerte a szív- és érrendszeri betegség. Az infarktus, a szélütés és az egyéb, kardiovaszkuláris kórképek okozta halálozás csökkentésével lehetne a leghatékonyabban javítani az emberiség túlélési esélyeit. Az egyesült államokbeli Vanderbilt Egyetem és a Kínában működő Shanghai Rák Intézet munkatársai közleményükben olyan táplálkozási tanáccsal szolgálnak, amely-



lyel éppen a kardiovaszkuláris halálozás kockázatát lehetne jelentősen csökkenteni, méghozzá szerény közegészségügyi költségekkel.

A tanulmányt a világ egyik legolvasottabb orvosi folyóirata, a *JAMA Internal Medicine* közölte. A kutatók három csoport megfigyelésével dolgoztak. Az egyik csoport az Egyesült Államok 12 államában élő 71 764 ember volt, akik a Southern Community Cohort Study elnevezésű vizsgálatba jelentkeztek részvételre. A vizsgálat indulásakor életkoruk 40–79 év volt, és többségük alacsonyabb jövedelmű családba tartozott. Kétharmaduk volt fekete bőrű, egyharmaduk fehér. Kardiovaszkuláris kockázati tényezőik szerint 75%-uk bizonyult túlsúlyosnak vagy kövérnek, 55%-uknak volt magas a vérnyomása, 21% cukorbetegségben szenvedett, és 34%-uknak a koleszterinszintje volt emelkedett. A másik két csoport Kínából származott: a Shanghai Men's Health Study 40–74 éves résztvevői közé 61 480 férfit vettek föl, a Shanghai Women's Health Study keretében pedig 74 741 azonos korú nőt vizsgáltak.

A résztvevők részletes táplálkozási kérdőívet töltöttek ki, és a csonthéjas magvak (dió, mogyoró, mandula, pekándió, kesudió stb.), valamint a hüvelyesek közé tartozó földimogyoró és az abból készült vaj bevétele alapján öt csoportra osztották őket. Az amerikai vizsgálati csoport egyike napi 0,95 gramm csonthéjast és földimogyorót evett, ők kapták a legkisebb adagot, míg a legnagyobbat, 18,45 grammot, az ötödik csoport.

Az amerikai korsztály átlagosan 5,4 éves, a kínai férfiak átlagosan 6,5 éves és a kínai nők átlagosan 12,2 éves megfigyelése alatt összesen 14 440 halálet fordult elő. A csonthéjasok és a földimogyoró fogyasztása és az összhálaózás között egyértelmű fordított összefüggést észleltek. Ez egyformán érvényesült a nők és a férfiak, illetve a különböző bőrszínű résztvevők csoportjaiban, függetlenül az anyagcsereviszonyoktól, a testtömegindextől, a dohányzástól és az alkoholfogyasztástól. A nagyobb bevétel egyértelműen csökkentette a kardiovaszkuláris halálozást, ezen belül a legkifejezettebben az iszkémiás szívbetegséggel összefüggő mortalitást.

TESTSÚLYCSÖKKENTŐ MŰTÉT ÉS CUKORBAJ

A cukorbetegség világszerte nagy közegészségügyi gond: a nemzetközi statisztikákra épülő becslés szerint minden nyolcadik másodpercben életét veszti Földünkön valaki emiatt. Ennek a számításnak mi is részesei vagyunk: nálunk kb. 600 ezer cukorbeteg kezelnek, és mintegy 400 000 ember nem tudja, hogy cukor baja van. A hazai diabéteszes népesség létszáma ennek megfelelően egymillió körül lehet.

Egy nagy angliai vizsgálat szerint a kövéreken végzett műtéti beavatkozás jelentősen csökkenti a cukorbetegség kialakulásának kockázatát. A súlytöbblet vagy kövérség a 2-es típusú cukor baj legfőbb módosítható kockázati tényezője. A cukor betegek 80%-a túlsúlyos vagy elhízott. Angliában a felnőttek 26%-a kövér. A súlyosan kövérek közül akár 3% lesz évente cukorbeteg.

Martin C. Gulliford, a londoni King's College közegészségügyi professzora és munkatársai most kimutatták, hogy a jelenleg alkalmazott bariátriai, vagyis az elhízottakon segítő műtétek után a 2-es típusú cukorbetegség előfordulása csökken.

A munkacsoport 2167 kövér beteget talált, akik – bár nem szenvedtek diabéteszben – 2002 és 2014 áprilisa között „korszerű” bariátriai műtetre kerültek. Az esetek egy részében gyomorgyűrű-felhelyezés történt, mások gyomor bypass műtétet végeztek; a harmadik korszerűnek ítélt beavatkozás a csőgyomorképzés volt.



A csőgyomorképzés az utóbbi időben mind gyakoribb súlycsökkentő beavatkozás. Általában laparoszkópia útján történik. Lényege, hogy a gyomrot eredeti térfogatának töredékére alakítják, és a megmaradó gyomor alakja olyan, mint egy cső.

A gyomor bypass műtét során is csökken a gyomor térfogata, de a lényeg az áthidalás: a megevett étel egy része egyenesen a vékonybélbe jut, ezáltal kevesebb kalória szívódik fel.

A gyomorgyűrű úgy működik, hogy a sebész laparoszkópos módszerrel lekötést alkalmaz, és a megmaradó gyomrocskába csak kevés étel fér, így az operált beteg már pár falat elfogyasztása után teltséget érez. A műtét után, a beteg állapotától függően, a gyűrű elhelyezése és ezzel a működő gyomor mérete változtatható.

A 2167 operált beteg 49%-a gyomorgyűrűt kapott, 37%-a bypass operáción esett át, 14%-on csőgyomrot alakítottak ki.

A kontrollcsoportot kövér emberek alkották, szám szerint ugyanannyian voltak, mint a műtöttek. A megfigyelési idő átlagosan 2,8 év volt, a felső határ 7 év.

A bariátriai műtéttel kezelt csoportban 2-es típusú diabétesz 4,3%-ban jelent meg, szemben a kontrollcsoportban talált 16,2%-kal. Az alapvető adatok – kor, nem, testtömeg-index, vércukorszint – figyelembevétele után a cukorbetegség kockázata a műtéti megoldást követően egyötödére csökkent. Az esély a férfiak és a nők csoportjában azonosnak bizonyult. A bypass műtét és a csőgyomorképzés az átlagnál hatásosabb volt, de a gyomorgyűrű is csökkentette a cukorbetegség kockázatát.

Forrás: *Weborvos*

Biológus szemmel

Akác, akácia vagy sittimfa?

HOLLÓSY FERENC

A Biblia szövegét figyelmesen olvasó és botanikával is foglalkozó ember szeme joggal akad fenn az alábbi mondaton: „Készítsetek egy két és fél könyök hosszú, másfél könyök széles és másfél könyök magas ládát akácfaából. Vond be színarannyal, kívül-belül vond be, és készíts rá körös-körül aranszegélyt.” Az idézet Mózes második könyvéből való (2Móz 25,10–11), mely a Szent István Társulat gondozásában 2015-ben megjelent bibliafordításban található. Az akácfa említése a Szentélyre és a hozzá kapcsolódó kultuszra vonatkozó leírás további részeiben is rendszeresen előfordul.

Valóban akácfa-ról (1–2. ábra) van itt szó vagy valamilyen más növényfajról? A kérdés nemcsak botanikailag, hanem nyelvészeti és kultúrtörténeti szempontból is érdekes és tanulságos.

Az akác-ról tudjuk, hogy Észak-Amerikában őshonos fafaj, amit IV. Henrik, majd XIII. Lajos francia királyok kertésze, a francia *Jean Roben* hozott be 1635-ben Európába. A növény eleinte mint ameri-



2. ábra. *Robinia pseudo-acacia* virágos hajtása

tábori orvos munkásságának köszönhetően hamar elterjedt és mára teljesen beépült a hazai flórába és fontos hasznófánk lett.

Milyen akácot említ akkor a Biblia? A fehér akác tudományos nevét (*Robinia pseudo-acacia*) Linnétől kapta, aki a növény meghonosítójáról, Robenről nevezte el Robiniának a nemzetséget. Az akác fajneve is figyelemre méltó, mert a benne szereplő pseudo tag anynyit jelent, hogy „ál”, vagyis nem valódi akácia, mely világosan jelzi, hogy nem tévesztendő össze az igazi akáciával.

Sajnos a Biblia katolikus magyar fordításaiban (így a 2015-ös kiadású Szent István társulat gondozásában megjelent Szentírásban is!) következetesen – még most is – *akácfa* szerepel. Az új fordítású protestáns, 2014-ben megjelent Biblia már helyesen akáciáról (3–4. ábra) beszél. Károli is fennakadt ezen a botanikai problémán a fordítás során. Érezhette, hogy itt valami nincs rendben. Úgy oldotta meg a kérdést, hogy egyszerűen vette a növény eredeti héber nevének (*sittah*) többes számát (*sittim*), és átírta magyarra. Így született meg a ma is használt sittimfa fordítás, ami nyelvészeti helyes. Az izraeliták az egyiptomi tartózkodás alatt

az akácia helyi nevéből (šdt) alakították ki *sittah* nevet. A *sittah* elterjedt lehetett, mert az egyiptomi kertek leírásánál éppúgy szerepel, mint Szemiramisz függőkertjének bemutatásánál. Sőt, egykor az ősi Kánaán száraz, meleg klímáján gyakori erdőalkotó fafaj lehetett. Mózes második könyvének idézett helyei a sivatagi vándorlás idejének építkezéseit, az istentisztelet helyének és eszközeinek (pl. frigyláda) elkészítését elevenítik fel, amelyek a nagy tömegben itt található őshonos fák, a sittimfák, azaz akáciák anyagából készültek.

Az *Acacia* elnevezés a görög *aké* (tüske) és *akakika* szótól származik, amellyel több tuskés fafajt is jelöltek. Mindenesetre, a Bibliában zömmel az Afrikában elterjedt akáciafajokról van szó (*Acacia arabica*, *Acacia nilotica*, *Acacia raddiana*), amely nemzetséghez kb. 800 fa- és cserjefaj tartozik. A többségében szudáni vagy észak-afrikai eredetű, egymáshoz gyakran hasonló tuskés akáciák közül Palesztina száraz, meleg klímájában leggyakoribb a 8 m magasra is megnövő, szürkésbarna kérgű közönséges palesztin vagy pusztai akácia, amely



1. ábra. *Robinia pseudo-acacia*

kai újdonság keltett érdeklődést a királyi, majd a nemesi udvarokban. Később a XVIII. század elejétől kezdett elterjedni Európa mérsékelt éghajlatú területein. Az Amerikából származó akác tehát semmiképpen sem fordulhatott elő a bibliai országok tájain! Magyarországon 1750 körül kezdték ültetni. *Tessedik Sámuel* és *Krámer János György* magyar

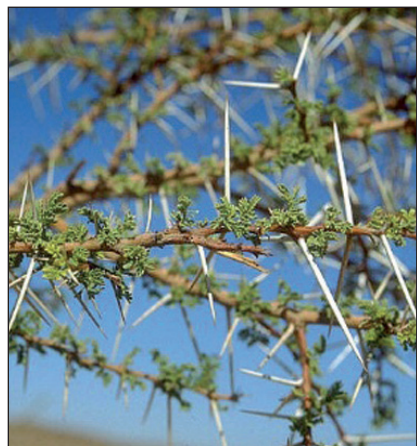


3. ábra. *Acacia raddiana*

egyedül itt őshonos. Az akáciák között legjobban bírja a hideget, így észak felé egészen Kis-Ázsiáig terjed. 3–4 m átmérőjű koronája szétálló, nem lapított, a törzse szabályos. Ágai igen tövisesek a sok szárnyasan összetett levél tövében. Virágai kicsik, gömb alakúak, halvány

sárgák, illatosak és sokáig a fán maradnak. Karcosú, babszerű hüvelyei érés előtt tengelyük körül becsavarodnak.

A déli vidékek sivatagi tájairól származik a ritkábban megtalálható, ernyős koronájú beduin akácia (esernyőakácia), amelyik nevét szabálytalan spirális formában csavarodott, barna hüvelyeiről kapta. Törzs hiányában alakja rendszerint magas cserje, szárnyasan összetett



4. ábra. Az *Acacia raddiana* szúrós hajtásai

levelei egy rövid és egy hosszú, fehér tövispár felett erednek. Csak a forró tájakon képes megélni, fagyra igen érzékeny. A levelek hónaljában megnyúlt kocsányon hozza sok, cseresznye nagyságú, sárga gömbös virágát, amelyet valójában sugárirányban eredő számtalan porzója alkot. Mindkét faj kemény, mégis könnyű, nem korhadó fáját részben kőzet és kultikus eszközök, de sátorvázak, bútorok, szobrok, sőt hajók készítésére is használták. Egyes feltevések szerint az sem kizárt, hogy Noé bárkáját is – legalább részben – ebből építették.

Vagyis a feltett kérdésre az a korrekt válasz adható, hogy az idézett bibliai helyekre a botanikailag helyes akácia vagy az ennek megfelelő héber *sittimfa* elnevezés irrandó és semmiképpen sem az akác növénymegjelölés!

Bár csak egy „i” betű a különbség a két név között, mondhatni jótányi, de biológiai értelemben, mint láttuk, ez nagy eltérést jelent. Az eset arra is rámutat, hogy minden fordítás egyben szövegértelmezés is, ami a fordítót nagy óvatosságra és főleg a szöveg iránti alázatra kell, hogy intse. Különösen az ókori szövegek fordításánál igaz ez, ahol az olykor szűkös nyelvészeti és régészeti forrásokat jól segítheti a szaktudományokban jártas kutatók véleményének és érveinek megfontolása.

Born Ignác: Úti levelek az 1770-es bánsági, erdélyi, felső- és alsó-magyarországi ásványtani utazásról

A nekdoták nélkül a tudománytörténet kevésbé lenne vonzó szakterület. Szerepük jelentős az érdeklődés felkeltésében, a száraz tényadatok mellett plasztikussá varázsolnak múltbéli történeteket. Az igazságtartalom? Esetről esetre más és más!

Az ásványtan és bányászat XVIII. századi jeles szakemberének, *Born Ignác*nak (1742, Gyulafehérvár – 1791, Bécs) személyéhez *A varázsfüvöla* egyik karaktere kapcsolódik. Évszázados a vita: *Mozart* valóban róla mintázta Sarastro alakját? A pro és kontra érvek között lehetetlen igazságot tenni. A legenda szerepe azonban felbecsülhetetlen: ez volt az egyik tényező, ami életben tartotta a Born személye iránti érdeklődést. Mindez különösen fontos, hiszen az erdélyi szász családban született, német anyanyelvű, Habsburg-udvari tanácsos földtani szakember munkásságáról eddig kizárólag összefoglaló ásványtani művek, folyóiratcikkek szóltak magyar nyelven, művei pedig egészében elérhetetlenek voltak.

Bibliofilként és könyvismertető szerzőjeként számtalan régi és új kötet fordul meg kezeim között. Amikor a borító kinyílt, mégis bekövetkezett a csoda. Rég láttam ennyire kifinomult ízléssel tervezett és magas szintű nyomdatechnikával kivitelezett kiadványt. A Milagrossa Kiadó érti dolgát. *Az Úti levelek...* című kiadványról ez volt az első személyes benyomásom.

A fordítás gondülékény, *Fuchs Péter* munkáját dicséri, ugyanakkor fontos tudománytörténeti dokumentációs értéke, hogy a kiadvány egyidejűleg közli az eredeti német szöveget (természetesen már nem a nehezen olvasható gót betűs formában). Ugyancsak jelentős hozzáadott értéke a kiadványnak

(a fordítást lektoráló) *Papp Gábor* háttér-tanulmány-összeállítása, valamint a kötet koncepcióját kidolgozó (és a tanulmányokat szakmailag ellenőrző) *Weiszburg Tamás* szerkesztői tevékenysége. A szakmaiság folyamatossága mellett ennek további hozadéka a kötethez társuló részletes életrajz (Sarastro alakja mellett olyan további érdekességekkel, mint Born nemzetiségének kérdésköre, szabadkőműves kapcsolódása stb.), bányászati–kohászati–földtani korrajz, továbbá a magyarázó jegyzetek és segédletek sora.

De térjünk rá magára az irományra. Born leveleit a svéd *Johan Jacob Ferber* rendezte sajtó alá, és adta ki 1774-ben német földön, majd a mű számtalan további nemzetközi kiadást ért meg. A cím sokatmondó, sőt, szinte mindent elárul a tartalomról és annak háttéréről. Born bánáti, erdélyi és felvidéki utazásának állomásait részletes térképen mutatják be a szerkesztők. Az egykori levelek egyidejűleg fontosak az ásványtan, a bányászat, a kohászat, valamint a földrajz és a történelem iránt érdeklődőknek. A tudományos és műszaki adatok közlésével párhuzamosan stílusa népszerű, a XXI. század olvasója számára is olvasható.

A kötet megvásárolható a Milagrossa Kiadónál (*Milagrossa Kft., 3527 Miskolc, Bajcsy-Zsilinszky út 15.; info@milagrossa.hu*), valamint a *Kőország Kft. forgalmazásában* (1051 Budapest, Arany János u. 16.; *koorszag@koorszag.hu*) érhető el az érdeklődők számára.

REZSABEK NÁNDOR

Jane Hawking: Utazás a végtelenbe

Bizonyára mindannyian hallottunk, olvastunk Stephen Hawkingről, aki olyan fontos dolgokat fedezett fel az utóbbi évtizedekben az általános relativitáselmélet területén a fekete lyukakról. Természetesen, e rendkívüli szellemű teljesítményt még kiemelkedőbbé teszi a kutató emberfeletti küzdelme, amit az őt sújtó különös betegség egyre súlyosbodó tünetei kísérték végig kb. 1960-tól napjainkig.



Most egyfelől egy szokatlannal objektív naplót olvashatunk, ami csodálatos hangon számol be, mindvégig meglepő őszinteséggel és nyíltsággal, a szerző Hawkinggal szövődő kapcsolatáról, a kezdetektől, az úgyszólván egészséges közös élet kialakulásától a betegség kialakulásán keresztül, a gondokkal és nehézségekkel koszorúzott házasságot örömeiről és bajairól. A rendkívül őszinte és mégis fegyvelmezett hangvétellel írott naplószerűség az emberi önfeledőzsról

szól, amint a feleség a közös élet folyamán, a betegség súlyosbodása következtében egyre inkább elmerül a közös élet problémáinak megoldásában.

Eleinte még mennek a dolgok a „normális” ütemben. Hawking kezdetben probléma nélkül tölti be az állását az angol egyetemi rendszerben. Később azonban ez megszűnik, külön harcot kell vívni a beteg kutatót segélyező ösztöndíjakért, a mozgáskorlátozottság valamilyen megoldását jelentő járó-, s később a beszédet segítő-pótló gépezetért. Ez a különös küzdelem a csodával határos módon sikerül is, meghozza olyan mértékben, hogy a Hawking kiemelkedő tudományos teljesítménye által kiváltott társadalmi visszhangnak, megütszeltetéseknek, tudományos rendezvényeknek, épp úgy mint a közéletben, meg tud felelni. Ide tartozik Hawking részvétele a hazai (angol) és nemzetközi konferenciákon.

A feleséget ezzel kapcsolatban érintő kötelezettségekről a könyv egyáltalán nem a panaszok szavaival, hanem csodálatos objektivitással számol be, miközben érzékeljük, hogy Jane félbehagyta saját hispanológiai tanulmányait, mert erre egyre kevesebb ideje jutott.

Hawking egyre súlyosbodó állapota, ami a mozgás- és beszédkészség fokozódó korlátozottságában nyilvánul meg, mind több gondot okoz a családnak, közben szakápolókat is kell fogadni. S ezzel kezdődik valami furcsa dolog. Stephen Hawking különös módon egyre inkább kötődni látszik az egyik szakápolónőhöz, és ennek az lesz az eredménye, hogy a több évtizedes közös családi élet is felbomlik. Jane Hawking előtt a válás után lehetővé válik a „szolgálat” miatt szüneteltetett élet, a szakma újrakezdése és a felszabadultság meghozza az új házasság lehetőségét is.

Ez a szokatlanul hosszú, mégis mindvégig tartalmas, végső soron panaszkodás és keserűség nélkül megfogalmazott meglepően objektív hangvételű beszámoló méltán aratott világszerte elismerést.

Végezetül szükségesnek tartjuk megemlíteni, mekkora elismerés illeti a két fordító magyar nyelvű alkotását. Lehetséges, sőt bizonyos, hogy az eredeti angol szöveg is rendkívül gördülékeny, „olvasmányos”. Mindez persze nem befolyásolja, hogy a magyar szöveg csodálatosan sima, gördülékeny és a fizikusi szakma nyelvvezetének megfelelő, abszolút problémamentes.

Fordította: Csáki Judit és Kelemen László (Libri Kiadó, Budapest, 2015)

ABONYI IVÁN

Science

(2015. június 18.)

MÁR A HÁROMÉVESEKNEK IS VAN IGAZSÁGÉRZETÜK

Több szülő is hasonlítja 3 év körüli gyermekét egy csimpánzhoz – a zajt, a féktelen energiát, de még az alkalmi harapásokat is. A kisgyerekek azonban egy nagy lépéssel majom-unokatestvéreink előtt járnak. Egy új kutatás szerint sokkal nagyobb valószínűséggel segítenek olyanoknak, akik igazságtalanságnak áldozataivá váltak. A vizsgálatok azt mutatják, hogy még a kisgyermeknek is lehet fejlett erkölcsi érzékük. A kutatók már tudják, hogy a csimpánzok körében létezik igazságérzet, ám ennek vannak határai. Laboratóriumi kísérletek során például a főemlősök megbüntetnek egy csimpánzot, mert az elveszi előlük az ételmezt úgy, hogy működésbe hoz egy csapóajtót, ami eltünteti az ételmiszert. De nem lépnek közbe és nem alkalmaznak büntetést, ha azt látják, hogy egyik csimpánz egy másiktól lop ételmezt.

Az ilyen „harmadik fél” típusú büntetést alapvetőnek tartják az emberi társadalmakban az együttműködés fenntartásában. Az emberek nagyobb valószínűséggel követik a törvényeket, szabályokat, előírásokat, ha valaki készíti őket erre, és nem csupán valamilyen rossz cselekedet áldozatai. De ha a csimpánzok nem tesznek így, mi a helyzet a kisgyerekekkel?

Ennek kiderítésére a Max Planck Intézet (Lipcse) kutatói 168, három és öt év közötti német kisgyerekeknek lehetőséget adtak arra, hogy büntessenek, miután két másik fél, ebben az esetben két, gyerekszerű bábu között végbement igazságtalanságot láttak.

A kísérletben egy gyereket leültettek egy kerek asztal mellé, amit 25 cm magas átlátszó falakkal négy egyenlő részre osztottak. Az egyik bábút a tőle balra levő negyedhez ültették le, a másikat pont vele szemben. A gyermektől jobbra volt egy fedett rész, amit a kutatók barlangnak neveztek el. A gyerekeknek lehetősége volt forgatni az asztalt egy zsinag segítségével és a vele szemben ülő bábu is mozgathatta egy másik zsinaggal. A gyerekek különféle szituációkat figyelhettek meg, melyekben a szemben ülő bábu figyelmét felkeltették valamilyen jutalommal, például egy süteménnyel vagy játékgolyóval. Néha a bábu „elvette” a jutalmat a gyerek elől úgy, hogy a zsinag segítségével elforgatta az asztalt a másik bábu felé. Más esetben ez a bábu elvette a jutalomtárgyat a gyerektől balra ülő bábu elől. A kísérletben részt vevő gyerekeknek lehetőségük volt beavatkozni az asztal forgatásával. Bizonyos esetekben csak úgy tudták forgatni az asztalt, hogy a jutalomtárgyat a „barlangba” kerüljön, ahonnan senki sem juthatott hozzá. Más esetekben szabadabban forgathatták az asztalt, úgy, hogy az általuk kiválasztott elé kerüljön az ajándék. A kutatók meglepetésére a gyerekek szinte minden esetben beavatkoztak, amikor a „lopás” őket magukat nem érintette közvetlenül. A háromévesek a kísérleti idő csaknem felében elforgatták az asztalt, amikor az ajándékot el-

vették előlük, és nagyjából 40 százalékban akkor, amikor a két bábu közötti „lopás” szemtanúi voltak. Az ötévesek az idő közel 80 százalékában léptek közbe önmaguk javára, és nagyjából 70 százalékban az igazságtalanságot elszenvető bábu javára.

A kutatók azonban felhívják a figyelmet arra, hogy a kisgyerekek igazságérzete kissé különbözik a felnőttekétől. A háromévesek gyakorlatilag bármilyen módosított helyzetben egyenlő mértékben avatkoztak be és juttatták vissza a jutalmat oda, ahonnan kiindult. A felnőttek ezzel szemben más magatartást tanúsítottak a különféle helyzetekben.

Ha például egy felnőtt azt látta egy étteremben, hogy ha egyik szomszédos asztalnál étkező elveszi az étellel teli tányért egy másik asztalról, jobban felháborodik, mint amikor a pincér ugyanazt a tányért egy üres asztalra teszi át. A kisgyerekek inkább segítettek az áldozatnak, mint hogy büntessék az elkövetőt. Adott esetben inkább visszafordították az asztalt úgy, hogy a jutalom visszakerüljön az elé, aki azt elsőként megkapta.

Ez volt a legelső tanulmány, mely kimutatta, hogy a kisgyerekek már ilyen fiatal korban ilyen jellegű viselkedésmódot mutatnak.

Nem lehet ugyanakkor éles választóvonalat húzni a kisgyermek és a csimpánzok viselkedése terén ilyen helyzetekben. Utóbbiak esetében szinte általános viselkedésforma, hogy ha egy csimpánz megtámad egy másikat, egy harmadik fél közbelép és valamelyik oldalra áll, vagyis a csimpánzok határozottan odafigyelnek arra, hogy miként bánnak a többiekkel, legföljebb nem olyan szinten, mint az emberek.

nature

(2015. június 24.)

FELSZÁMOLTÁK A FEJETLENSÉGET A HALLUCIGENIA KÖRÜL

Néha nem egyszerű megmondani, hogy nézett ki egy 400–500 millió évvel ezelőtt kihalt őssálat. A *Hallucigenia* nevű hallgató kisméretű, féregszerű fajt több mint 100 éve fedezték fel, de csak most derült ki, hogy melyik végén volt a fej. A híres brit paleontológus, Simon Conway-Morris 1977-ben készítette el híres rekonstrukciót a kanadai Burgess-palában talált furcsa kinézetű ősmaradványról. Az 1 cm-nél alig hosszabb állatot a felfedezői kezdetben gyűrűsféregnek gondolták. Conway-Morris szerint azonban az állat hét pár gölyaláb szerű tüskén járt, és hét szokatlan formájú csáp hullámzott a hátán. A furcsa megjelenésre utal az állat neve is.

Conway-Morris modellje kezdettől fogva vitatott volt, de egészen 1991-ig állta a támadásokat. Akkor azonban Lars Ramsköld és Hou Xianguang felfedezte Kínában a *Hallucigenia* közeli rokonságába tartozó *Microdictyon*-t, ami egyértelművé tette Conway-Morris hibáját. Ezek az állatok ugyanis tüskék helyett lemezeket viseltek – de a hátukon... Innen már csak egy lépés volt annak megállapítása, hogy Conway-Morris fejjel lefelé rekonstruálta a *Hallucigeniát*. Egy rejtély azonban még így is megoldatlan maradt. Melyik végén volt a *Hallucigenia* feje? Conway-Morris rekonstrukcióján egy pacaszerű fej volt a maradvány egyik végén. Ramsköld szerint azonban ez a folt csak az állat elpusztulásakor keletkezett a bomló testből kiszivárgó folyadékok miatt. Konkrét bizonyíték azonban egyik elképzelés mellett sem volt, egészen mostanáig.

A Cambridge Egyetem kutatói a legújabb elektronmikroszkópos vizsgálatok során felfedezték az állat szemeit és fogait, ami nemcsak a fej

helyének kérdését oldotta meg, hanem a *Hallucigenia* életéről is sokat elárult. A száj körül fogak sorakoztak, de fogak voltak a torok-szerű előbélben is. A kutatók nem tudják mit evett pontosan a *Hallucigenia*, de a száj körüli régió valamilyen szívó mechanizmusra utal. A fogakból álló gyűrű a száj körül elősegítette a víz és a táplálék beszívását a bélbe. A „torokon” belüli fogak akadályozhatták meg, hogy a táplálék visszafelé mozogjon. A *Hallucigenia* lenyelt mindent, de nem volt mivel megrágnia a táplálékot. Nem volt jó a látása, mivel elég nagy



mélységben élt, kevés fény mellett. Valószínűleg észlelte azonban a körülötte úszkáló állatok árnyékát. A kutatók sokat megtudtak a lábak és a háti tüskék felépítéséről is. A cingár lábak túl gyengék lehetnek a járáshoz, ezért elképzelhető, hogy inkább felkapaszkodtak egy szivacsra vagy tengeri hínárra, és azon táplálkoztak. Közben a tüskék nyújtottak védelmet a körülöttük úszkáló veszélyes ragadozókkal szemben (tintahalak, rákok).

A most felfedezett tulajdonságok a paleontológusok mellett sokat jelentenek a biológusok számára is. Ezek ugyanis felhasználhatók néhány nagy evolúciós kérdés megválaszolására az ún. vedlő állatokkal (Ecdysozoa) kapcsolatban. Ez az egyik legnagyobb és legváltozatosabb állatcsoport a Földön, ide tartoznak az ízeltlábúak, a fonálférgek és néhány más kisebb állattörzs. A mostani felfedezés előtt mindössze a hasonló gének és a vedlési képesség kapcsolta össze a fonálférgeket, a medveállatkákat,

és a pókokat ebbe a csoportba. Úgy tűnik, hogy a *Hallucigenia* szája körüli lemezek (melyek jelen vannak néhány féregnél), és az előbelet szegélyező fogak (melyek megjelennek a néhány ráknál) szintén felhasználhatók a kérdéses csoportoknak az összekapcsolására. Ezek a vedlő állatok általános jellemzői lehetnek, amiknek jelen kellett lenni a legutolsó közös ősnél is.

Az új modell elkészítését a mikroszkóp-technológia fejlődése tette lehetővé. A kutatók több mint 100 *Hallucigenia* példányt vizsgáltak meg elektronmikroszkóppal. A módszer elektron sugarakat használ a példányok tanulmányozására. Néhány évvel ezelőtt még be kellett fedni a pótolhatatlan példányok felszínét vékony aranyréteggel, ami vezeti az elektronokat. Jelenleg ehelyett nagyon finom vízpárát használnak, így egyáltalán nem károsodik a vizsgált fosszília.

Az ismereteink mindig javulnak, és lesznek még kisebb finomítások, de a kutatók biztosra veszik, hogy az állat valóban így nézett ki. A biológiáját és az életmódját illetően természetesen jóval kevesebbet tudunk róla, mint ha ma is élne legalább egy közeli rokona. A kutatóknak ritkán van mindenben igazuk már az első rekonstrukciós próbálkozásoknál. Szerencsére a tudomány folyamatosan korrigálja önmagát. Több mint 100 éve ismerjük ezt az állatot, ezért meglepőnek tűnhet, hogy még azt sem tudtuk, melyik végén volt a feje. Így már önmagában az is nagy eredmény, hogy a kutatók végre helyre tudták tenni a *Hallucigenia* fejét. Az pedig már csak hab a tortán, hogy ezzel egy rosszul definiált nagy csoportnak a földtörténeti múltjához is sikerült közelebb kerülni.



Olvassa testvérlapunkat, az Élet és Tudományt is!

XXIV. TERMÉSZET–TUDOMÁNY DIÁKPÁLYÁZAT



Megjelenik a Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala támogatásával

EMBEREK ÉLNEK OTT, AHOL A PART SZAKAD...

A táborállási és a kulcsi magasparkt

VIDA ZOLTÁN

Rudas Közgazdasági Szakközépiskola, Szakiskola és Kollégium
Dunaújváros

A domborzat a földrajzi környezet, illetve a táj egyik alapvető és meghatározó tényezője, melyet a természeti folyamatok mellett az ember műszaki-gazdasági tevékenysége, az antropogén folyamatok is formálnak. Ennek egyik eleme az építkezés, amely a természeti erők és a mostoha környezeti körülmények elleni védelmet, a mindenkori személyi, majd társadalmi biztonságot, az életkörülmények javítását szolgálta. A hazánkra jellemző urbanizáció következtében erősen növekszik az élet- és mozgásterületüket meghatározó mesterséges környezet, a technoszféra jelentősége, amely egyre jobban elszigetelt a természeti környezettel való érintkezés lehetőségeitől.

Az építési munkálatok, eljárások alapvetően építménycentrikusak és erőszakos beavatkozást jelentenek a korábban kialakult környezeti egyensúlyba. A beruházások, különösen a nagyberuházások, jelentős terület-felhasználással járnak, s sokszor nem pótolható, nem újrateherelhető természeti adottságok megváltoztatását, eltűnését eredményezik. A beruházás folyamán elmulasztott, tudatosan elhagyott vagy gondatlanul végrehajtott megoldások, az „önző”, ám ideiglenesnek bizonyuló megtakarítások a későbbiekben hatványozott veszteségforrássá, pótköltség-ráfordításokká válhatnak.

Dolgozatomban Dunaújváros-Táborállás magaspartjainak múltját és jelenét mutatom be. Kísérletet teszek arra, hogy átfogó képet nyújtsak a helyi csuszamlásokról. Ennek megértéséhez fontos kitérni a terület természeti adottságaira és az emberi beavatkozás során bekövetkező változásokra is. Munkámban a vizsgált terü-

let rövid földrajzi – földtörténeti, talajtani, morfológiai, vízrajzi – áttekintése után a csuszamlások elleni védekezés állomását mutatom be részletesen. A város múltjának áttekintésében az elmúlt 60 év jelentősebb csuszamlásai kerülnek bemutatásra, majd a jelenlegi védekezés szakaszainak létesítményei következnek.

Helyszíni viszonyok

Dunaújváros-Táborállásnak az alföldi Duna menti fekvése a legjelentősebb földrajzi tényezője. A folyam itt két alföldi köztáj határán folyik. A folyót K felől 20–25 km széles ártér, a Dunamenti-síkság kíséri Budapesttől Bajáig. A Duna jobb partján pedig a löszel és a homokkal borított alacsony, hullámos felszínű átmeneti terület, a Mezőföld terül el. A Mezőföld a Duna árterénél itt átlagosan 40–80 m-rel fekszik magasabban. Dunaújváros és környéke a Pentelei-löszplátón helyezkedik el, a mezőföldi magaspart mentén, Budapesttől 67 km-nyire. Az 50–60 m magas, meredek löszfalat Kulcs és Dunaföldvár között csak néhány helyen szakítják meg a Duna ártere felé kifutó kisebb völgyek (1. ábra).

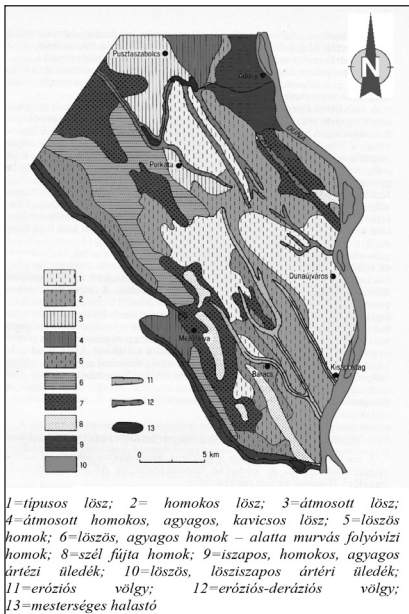
Dunaújváros és körzetének természetföldrajza azonban nem jellemezhető a Mezőföld általános, alföldi jellegű tulajdonságaival. A város alapvetően három eltérő felszínforma-típus határán fekszik. Területén található a mezőföldi löszplató és a dunai ártér, a kettő határvonalát pedig a Duna menti magaspart képezi. A város területének emberi léptékben is érzékelhető természetes felszínformálódásában Európa második legnagyobb folyója, a Duna játssza a főszerepet. A meredek



1. ábra. A vizsgált terület elhelyezkedése
(Forrás: Google Earth)

magaspartokról elmondható, hogy a leggyorsabban változó formák. A Duna menti magaspart fokozatos hátrálását, ismétlődő csuszamlásait a folyó keletről nyugatra történt/történő „vándorlása” okozza.

A település szinte teljes egésze az egykori szocialista mintaváros centruma és más városrészei a Pentelei-löszplátón találhatóak. A plató a Seregélyesi-völgy és a Duna között helyezkedik el, a környező hordalékkúppal borított alacsonyabban fekvő területekből aszimmetrikusan, féloldalasan kibillent helyzetben emelkedik



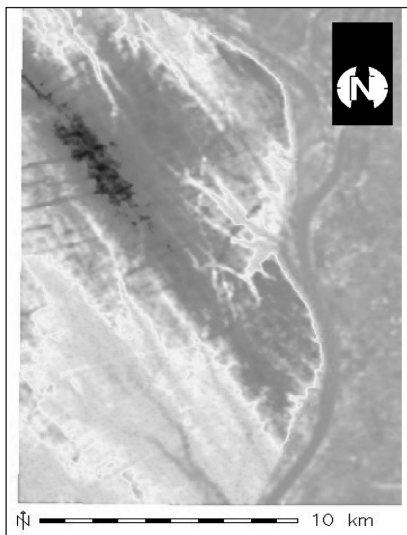
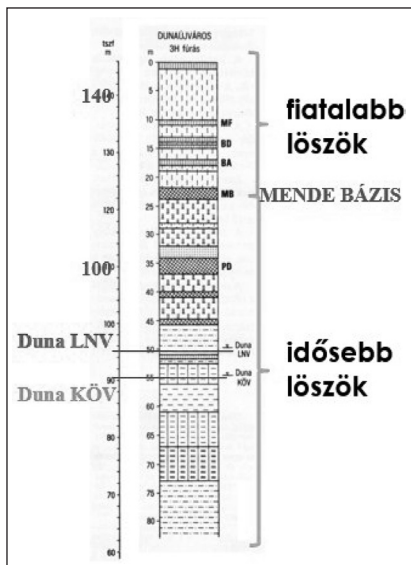
2. ábra. Dunaújváros és környékének litológiai térképe
(Forrás: Szerk.: Ádám L., 1979)

ki. Dunaújváros körzetében ennek átlagos vastagsága 60 méter, magassága a tengerszint feletti 180 métert is eléri. A lösztakaró kiterjedése délkelet felé keskenyedik (2. ábra) (Ádám, Boros, 1979).

Geológiai- és talajadottságok

A lösz (típikus lösz) nagyrészt homokliszt-szemcsékből álló, mésszel lazán összecementálódott, egynemű, fakósárga színű, vízáteresztő, laza, porózus kőzet.

3. ábra. Lössösszlet tagolása
(Forrás: Ádám, Boros, 1979, Szerk.: a szerző)

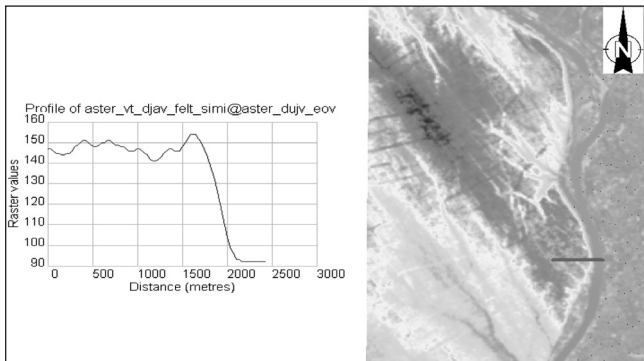
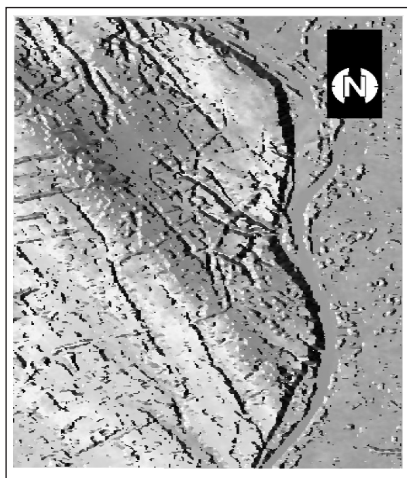


4. ábra. Grass 2 D-s domborzati modell

Keletkezésekor a szél által szállított por felhalmozódott, majd fokozatos mállás és talajképződés útján alakult közetté (Borsy, 1993).

A Pentelei-lössplató nem tekinthető egynemű típusos löszkötegnek. Benne finoman elkülönült rétegek alakultak ki. A viszonylag vastag típusos löszkötegek mellett a szél felszínformáló, felhalmozó munkája, a folyóvíz és a lejtőleemosás folyamatai létrehozták a homokos löszök, löszszerű képződmények, eltemetett talajok és homokrétegek egyedi ré-

5. ábra. Grass 2 D-s domborzati modell



6. ábra. Metszet a domborzati modellből

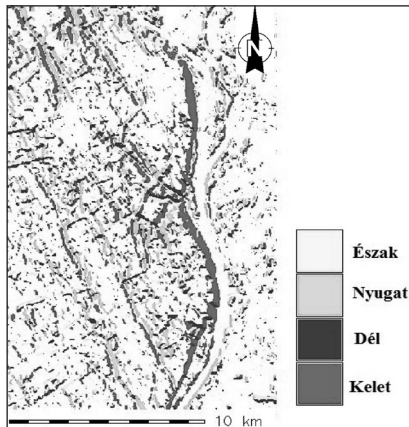
tegződését. Ezen különböző, eltérő eredetű rétegek, más, nem löszeredetű rétegekkel együtt alkotják a dunaújvárosi löszösszletet. A löszösszletben részletes vizsgálatok alapján különböztették meg a különböző löszfajtákat, melyek így löszsorozatot alkotnak (Pécsi, 1993).

A magyarországi löszök litológiai tulajdonságaik alapján két, jól elkülöníthető egységre, a fiatal lösz és az öreg lösz sorozatra bonthatók. Miután a löszök kronológiája mára vitatott kérdéssé vált, dolgozatomban a Pécsi Márton féle beosztást tekintem kiindulási pontnak. (3. ábra). A 10–20 m vastag, gyengén tömörödött fiatal lösz mérszében gazdag, rendszerint több csernozjomszerű, sötétbarna fosszilis talaj tagolja. Az öreg lösz erősebben tömörödött és kevesebb benne a mész, bár a mészkonkréciók (löszbabák) előfordulása az egyes löszrétegekben is gyakori. Az öreg lösz közé folyóvízi homokos réte-

gek és ártéri képződmények is települnek. Túlsúlyban vannak az eltemetett vörösbarna és okkervörös erdőtalajok. (Pécsi, 1993) A 60 méter vastag dunaújvárosi löszösszlet körülbelül 20 rétegre tagolható. Ezek közül 7–8 eltemetett talaj, 8–9 löszréteg és egyes részeken 2 egyedi homokréteg különíthető el. A felső 20 méterben a fiatalabb lösz típusok az uralkodók, itt homokos és típusos löszrétegek találhatók. Ezek a löszfajták kevésbé koncentráltak, kis keménységűek. A 20 méter alatti rétegekben idősebb löszképződményeket találunk. E képződmények jóval koncentráltabbak. Legnagyobb mélységben iszapos, homokos löszszerű rétegek különíthetők el, melyek vöröses vagy szürkés színűek is lehetnek. A 4. ábrán az általam kiemelt közepes- és legnagyobb Duna-vízállás áztatja a rétegeket, melyek csúszópályái a későbbi mozgásoknak.

Grass GIS Térinformatikai modellek

A dolgozat készítése során a domborzatmodellek kezelését, elemzését modern geoinformatikai eszközök és módszerek

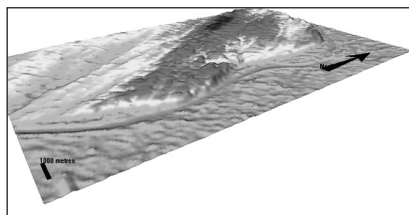


7. ábra. Lejtőkítettség térkép a vizsgált területről

alkalmazásával valósítottam meg. A munkafázisok végrehajtásakor több programot is felhasználtam. A vizsgált térségben a felszín földtani képződményei és a domborzat aránylag egyveretű. Három különböző domborzati formatípus; a mezőföldi löszös plató, a dunai ártér és a kettő határvonalán a Duna menti magaspart kapcsolódik genetikailag egymáshoz. Ezek jól elkülöníthetők a 2,5 D-s domborzati képen. A domborzati modellt a Grass GIS térinformaticai programmal készítettem.

Alább az elkészített térinformaticai modellek láthatók (4–10. ábra).

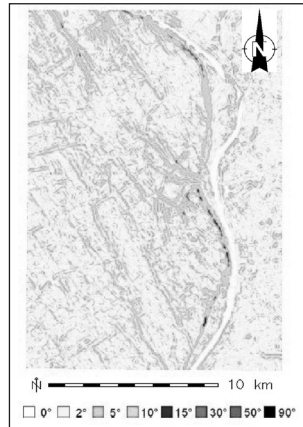
Kulcs és Dunaújváros közötti magaspart szakasz



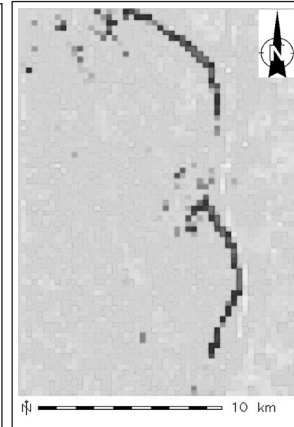
8. ábra. 2,5D-s domborzati modell

A vizsgált terület mintegy 20–25 km hosszan húzódik. A pannóniai korú tengeri agyagon 40–50 m vastag lösztakaró halmozódott fel. A magaspart a Duna medrétől 200–300 m-re helyezkedik el. Belső területeit régi és új csuszamlásos halmazok foglalják el.

A problémát a Mezőföld felől nyomás alatt érkező rétegvizek hegylábi omladékában történő feltorlódása okozza, a korábbi nagy tektonikai mozgások aktív zónájában. A teljes Duna-parti sáv, illetve a szakadó parttal lezökkent magasparti szakasz, a mozgásokkal veszélyeztetett területhez tartozik a kisebb mellékvölgyekkel együtt.



9. ábra. Lejtőszög térkép



10. ábra. Reliefenergia térkép

A felszeletelődött fosszilis csuszamláshalmazon belül több lokális mozgás történt. A mozgások kiváltó oka a feltorlódott rétegvíz, illetve a mozgásveszélyes zónán belüli közműhibás csőtörések, és szennyvízszikkasztások okozta elvizesedés. Emellett az eróziós tevékenység folytán kialakult mélyutak partfalai is omlásveszélyesek.

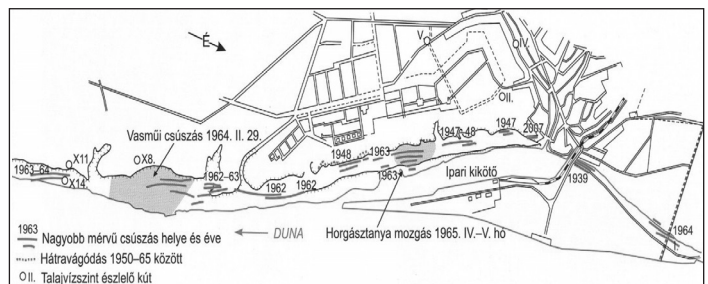
Dunaújváros térségében a város lakótelepei és gyárai mind a mezőföldi löszös fennsíkra települnek, míg a Duna-völgyi ártér zöldövezetként hasznosult. A Duna ártéri szigetére pedig a kikötő és berendezései épültek. A mezőföldi löszfennsík, a Duna menti ártér, a löszös magaspart lényegében külön-külön egy-egy geomorfológiai formatípust képvisel.

A dunaújvárosi partszakaszon gyors egymásutánban lezajlott mozgások (11. ábra) miatt elhatározták a magaspart védelmét, annak teljes műszaki rendezését. Ennek során igen jelentős földtani és hidrogeológiai felmérés készült. A csuszamlások azonban a területeken következett be, ahol az ún. „talajvízdómok” voltak, vagyis a talajvíz gyors emelkedése volt a csuszamlás fő okozója (Schweitzer, 2011).

A dunaújvárosi löszpartfal védőműrendszere

Az 1964–65-ös esetek készítették az akkori döntéshozókat és mérnököket arra, hogy megkeressék a város tervezésében és kivitelezésében egyaránt fellelhető esetleges gondolatlanságokat, hibákat. A város építése során durván beavatkoztak a természetes ökológiai viszonyokba. Nem vizsgálták

meg kellőképpen a talaj- és talajvízviszonyokat, ráadásul a közművek gyorsan, alacsony színvonalon épültek ki, nem ügyeltek a talajba folyó csapadék elvezetésére, így a talajvíz szintje néhol akár 13 cm-rel is megemelkedett. A történetek után 1968-ban létrehozták a Partfőgyelő és Fenntartó Költségvetési Üzemet. Ez a szervezet építette ki (1. kép) és üzemeltette a ma is látható és működő partfalvédelmi rendszert 1992-ig. Nevet változtatva Dunaújvárosi Partvédelmi Vállalatként ma is működik. A vállalat ellenőrzése alatt álló terület nagysága 176,3 hektár. Ilyen szempont-



11. ábra. Jelentősebb csuszamlások Dunaújvárosban 1963–2007 között (Forrás: Schweitzer, 2011)



1. kép. A partfalvédelmi rendszer Dunaújvárosnál

ból Dunaújváros egészen egyedülálló, a város beépített területe és a Duna között létrehozott rendszernek Európában sincs párja.

2. kép. A rézszerűen kialakított tereplépcsők





3. kép. Drének felszínre bukkonása a Harcsa utcában (A szerző felvétele)

Felszínét tekintve a védőmű a város felől egy, a város szintjével egybeeső sétánnyal övezett óvárokban kezdődik. A sétányról lenézve láthatjuk a rézsűszerűen kialakított tereplépcsőket (2. kép). A lépcsők fokai kialakításuk idején derékszöget zártak be, ma már kissé a Duna felé lejtnek. A meredek lépcsőrendszer egy kisebb lejtésű, ún. törmelékletjőben folytatódik. A törmelékletjő pedig a teljesen vízszintes, feltöltött kazettákba torkollik.

A védelem lényege a löszpartfalba beszivárgó víznek a Duna irányába való kivezetése. Ehhez a nagy partfalcsúszás után a védőmű lényegi részét képező víztelenítő berendezéseket építettek ki. Ilyenek a források, víztelenítő aknák, -kutak, -horhosok és -tárók.

A Duna vízjárását, vízállás-változásait is rendszeresen ellenőrzik, hiszen a folyó vízszintingadozásai, különösen az árhullám hirtelen levonulása és az ezzel járó nagymértékű nyomásváltozás jelentősen gyengítheti a löszpartfal stabilitását.

A védőmű Táborállás területén nem épült ki. Így a partmozgások Dunaujváros ezen területét érintették az ezredforduló után. A lakott területen a csúszások és

omlások miatt kezdődött a védőmű kiépítésének első szakasza. A tervezett stabilizációs feladatok ütemezésének műszaki és gazdaságossági szempontjai is vannak, így a táborállási partszakasz I. ütemének stabilizációs feladatait további 3 szakaszra bontva javasolták kialakítani.

A stabilizációs munka I. ütemének elsősorban a mozgásban lévő talaj gyors kiszárítása és a mozgások mérséklése volt a feladata, hogy a későbbi stabilizációs beavatkozásokat (kőbordázás, szennyvízcsatornázás, cölöpözés, felszíni vízelvezetés, felső partfaltalag vasbeton gerendarácsa stb.) el lehessen végezni (3. kép).

A 2010 novemberében kezdődött mozgás azóta sem állt le, a leszakadt partfal mozgása változó sebességgel, de folyamatosan halad. Az alábbi képekből (4–7. kép) a mozgás nagyságára és ütemére lehet következtetni (Kisely, 2011):

Kulcs település partfalrendszere

A Duna jobb partján fekvő település üdülőterületének nagyobb része az évezredekkel, évszázadokkal korábbi csúszások, talajmozgások földtömegeire, a partomlások törmelékletjőjére esik. A mozgások az elmúlt évtizedekben is folytatódtak, komoly károkat okozva az egyre jobban beépülő területen.

A mozgásokkal érintett területeken főként hétvégi házak vannak/voltak, de néhány, télen-nyáron lakott családi ház is található.

Az utóbbi időszak mozgásait, a terep, a lépcsők, a 2665/7 hrsz. ingatlanon állt hétvégi ház repedéseit már a 2010. májusi nagy esőzések után észlelték. Később újabb repedések keletkeztek, a régebbiek tágassága nőtt. Október közepén azután a Dunasor É-i végénél, a Sötér sétány alatt

ti domboldalon jelentős mértékű felszín közeli talajmozgások történtek. A Duna árhullámának a levonulása után a mozgások észrevehetően felerősödtek. A meg-



4. kép. Ivó utcával párhuzamos szakadás 1/1 (2010-10-13) (Forrás: Sycons Kft.)



5. kép. Ivó utcával párhuzamos szakadás 1/2 (2010-11-05) (Forrás: Sycons Kft.)



6. kép. Ivó utcával párhuzamos szakadás 1/3 (2011-01-21) (Forrás: Sycons Kft.)

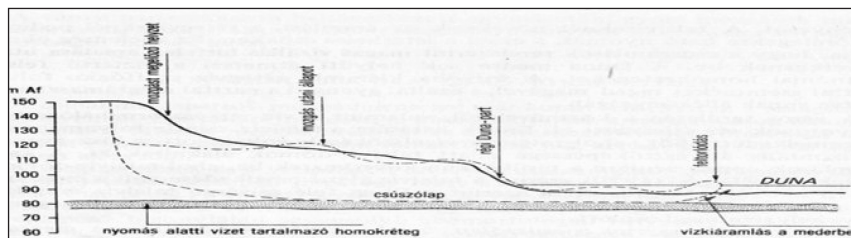


7. kép. Ivó utcával párhuzamos szakadás 1/4 (2011-01-21) (Forrás: Sycons Kft.)

csúszott tömeg feltorlódott a Dunában a part közelben (12. ábra).

2011. január 17-én 23 óra körül hangos robajjal megcsúszott a Dunára néző Deák F. u. – Hullám u. környezetének altalaja.

12. ábra. A kulcsi mederfenék felgyűrődése (A szerző felvétele)



(Forrás: Szerk.: Ádám, Boros, 1979.)





8–9. kép. Kulcsi utcaképek
(Forrás: Dunaujváros Online, 2011)

Több ház életveszélyessé vált. A sérült házakat statikusok vizsgálták. A talajmozgás három területen nagyszámú ingatlant érintett.

Méreteit tekintve a kulcsi földcsuszamlások a Magyarországon eddig bekövetkezett legnagyobbak közé sorolhatók (8–9. kép). A vízszintemelkedés miatt megnőtt az agyagrétegek közé zárt homokos iszap, finomhomok erekben a nyírószilárdságot csökkentő pórusvíznyomás (semleges feszültség), de jelentősen nőtt a nyírófeszültségeket fokozó, a folyó felé való áramlásból származó tömegeterő is.

A felszínközeli talajmozgások „bombája” tehát a térszín alatt „elrejtve jelen volt”. „Gyújtózsínorként” valószínűleg a partfalak mögötti területen összegyűlt, és az „agyagteknőből” túlfolyó belvíz szolgált.

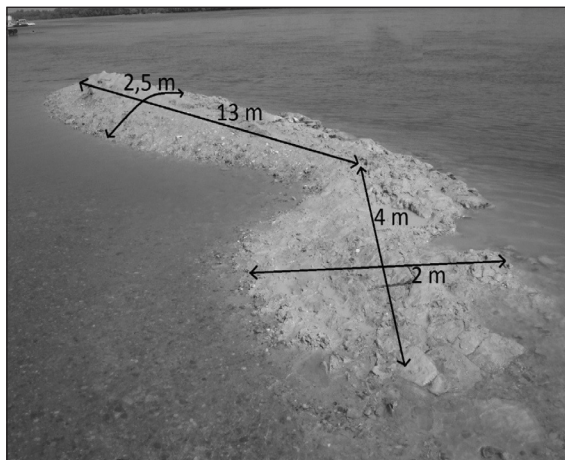
A „gyújtózsínort lángra lobbantó gyufát” a Duna áradása jelentette, amely a domb lábánál visszaduzzasztotta a talajvizet, aminek hatására csökkent a lejtőláb erősen felpuhult talajának a nyírószilárdsága, és így a csúszást akadályozó erő is; és ez a biztonsági tényező drasztikus csökkenését idézte elő. Tovább rontotta azután a „helyzetet” a gyors dunai apadás, és az azzal járó talajvíz áramlási nyomásnövekedés.

Az említett okok miatt nagy területeken be is következett a felszínközeli talajmozgás, amit a víznyomócső törések sora még fel is gyorsított. Vagyis a kötött rétegek feletti „felpuhult” altalajzónában a nyírószilárdság mobilizálódott, majd másodlagos jelenségek zajlottak le: a felső részen lévő talajtömeg (döntően áthalmazott löszomladék) húzott állapotba került. A strand mögötti domblábnál, a Dunameder szélénél (a középvízi partélnél kissé lejjebb) a lecsúszott alsó földtömeg feltorlódott, kissé szétterült, és önmagát (a mozgást) blokkolta. 2014. január végén, február elején még a Duna vízszint alatt volt ez a parttal párhuzamosan húzódó, feltorlódott „szigetecske”; amely március közepén már egy fellazult, puha anyagú gátként emelkedett ki a strand kavicsstakarójából (10. kép).

Összegzés

Napjainkban a partvédelem szükségességét mutatják azok a tömegmozgásos folyamatok, amelyek Dunaujváros-Táborállásban és tágabb környezetében, Kulcson az elmúlt években aktivizálódtak. Kérdésként merülhet fel: mennyi pénzt érdemes beleölni a védekezési munkákba? Hány Dunaujváros, Kulcs kell ahhoz, hogy a Duna jobb partján ne lehessen építkezni? Van-e felelősségük az önkormányzatoknak abban, hogy kiadták

10. kép. A kulcsi mederfenék felgyűrődés méretei a Dunában
(Forrás: a szerző)



az építési engedélyeket? A feltett kérdésekre nem ez a munka, hanem a döntéshozók adhatják meg a választ. Más nem tehetek, mint felhívom a figyelmet azokra a potenciálisan veszélyes területekre, amelyek életvitelszerűen lakottak, így emberáldozatokkal járnak/járhatnak katasztrófa esetén. Hiszen mindannyian ismerjük – amiről gyakran megfeleledkezünk – : a kis erő - nagy idő elvet. Eszerint a látszatra jelentéktelen erőhatások hosszú geológiai időszakok alatt komoly felszínalakításra képesek. ❖

A szerző az *Önálló kutatások, elméleti összefoglalók* kategória harmadik díjasa.

Irodalom

- Kulcsi Krónika. (2011. március).
 Ádám, L., & Boros, F. (szerk.). (1979). Dunaujváros földrajza. Budapest: Akadémiai kiadó.
 Borsy, Z. (szerk.). (1993). Általános természetföldrajz, Fejezetek az általános természetföldrajz köréből. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
 Dr. Fodor, T., & Dr. Kleb, B. (1986). Magyarország mérnökgeológiai áttekintése. Budapest: Műszaki Könyvkiadó.
 Dr. Frisnyák, S. (1995). Magyarország történeti földrajza. Budapest: Nemzeti Tankönyvkiadó.
 Dr. Karátson, D. (szerk.). (2010). Pannon Enciklopédia - Magyarország földje. Budapest: Urbis Könyvkiadó.
 Dr. Marosi, S., & Dr. Somogyi, S. (1990). Magyarország kistájainak katasztere I. Budapest: Magyar Tudományos Akadémia Földtudományi Intézet.
 Fülöp, J. (1994). Magyarország geológiája, Paleozoikum II. Budapest: Akadémiai Kiadó.
 Google Earth.
 GRASS GIS (Térinformatikai Program).
<http://sztalinvaros.uw.hu/dunaujvaros2.php>.
 Juhász, Á. (1987). Évmilliók emlékei, Magyarország földtörténete és ásványi kincsei. Budapest: Gondolat Kiadó.
 Kisely, T. (2011). Dunaujváros Táborállás területén lévő mozgásveszélyes partfalak stabilizálása. Budapest: MÉLYÉPTERV Kultúrmérnöki Kft.
 Mezösi, G. (2011). Magyarország természetföldrajza. Budapest: Akadémiai Kiadó.
 Pécsi, M. (1993). Negyedkor és löszkutatás. Budapest: Akadémiai kiadó.
 Schweitzer, F. (2011). Katasztrófák nyomában (Stratégiai jellegű természetföldrajzi kutatások). Budapest: Magyar Tudományos Akadémia Földtudományi Intézet.
 Szabó, J. (1996). Csuszamlásos folyamatok szerepe a magyarországi tájak geomorfolóiai fejlődésében. Debrecen: Kossuth Egyetemi Kiadó.

A debreceni magfizika

KISS FRUZZINA

Ady Endre Gimnázium, Debrecen

Sok ember, ha meghallja azt a szót, hogy fizika, a hideg kezd futkosni a hátán, ugyanis mindig középiskolai tanulmányaik jutnak eszükbe. Pedig ha belegondolnának, hogy minden, ami minket körbevesz, az fizika... Fizika például a PVC-padló a lábunk alatt, fizika a műszálas póló, amit nap mint nap hordunk, fizika a festék, amivel a házunkat festettük le. Ha egy meleg nyári napon megiszunk egy hideg limonádét, az is fizika. A Föld mozgása, a víz körforgása, a jégkocka az italunkban, a körömlakk, de csak ha a háztartásunkra gondolunk, a zsíróldó, vagy a lefolyótisztító. Ezer és ezer dolgot fel tudnék sorolni a körülöttünk lévő fizikából. Szerintem, sokszor az a baj, hogy az emberek mindig, csak a „Sokat kell tanulni!” oldalát látják a fizikának. Én szeretem a fizikát. Szerintem a fizika és a kémia a két legszebb tudományág. És ha nem csak azt figyeljük, hogy csak tanulni és tanulni, akkor felfedezhetjük a belső szépségeit, az érdekes kísérleteket, számolásokat. Számomra már az is megdöbbentő, hogy vannak emberek, akik annyi fejlesztést, és kutatást végeztek azért, hogy közelebb kerüljünk a fizikához mint tudományához. Fejlesztéseik nélkül ma nagyon keveset tudna az emberiség a körülöttünk lévő világról.

Szalay Sándor élete és munkássága

Szalay Sándor 1909. október 4-én született Nyíregyházán. Édesapja, id. Szalay Sándor fizikatanárként dolgozott, mellette szerette meg nagyon a fizikát. Ifj. Szalay Budapesten tanult, a Pázmány Péter Tudományegyetemen, itt fizikus-matematikus tanárként doktorált Tangl Károlynál (1932). Békésy György, a Semmelweis Egyetem díszdoktora segítségével készítette el mérőeszközait. Iskolai tanulmányai befejeztével azonban munkanélküli lett. Később Szent-Györgyi Albert segítségével mellette is kutathatott.

Ezek után ösztöndíjat kapott, így Lipcsében, Peter Debye mellett folytatta a kutatást. Kis idő múltán, Rutherford mellett kívánt dolgozni, a Cavendish Laboratóriumban, Cambridge-ben. Tíz pályázó közül őt választották ki erre a megtisztelő feladatra. Itt fél évet tanult Rutherford mellett, és megismerkedett a nukleáris technikával, és megtanulta, hogy miként lehet saját kezűleg műszereket előállítani.



Szalay Sándor

1935-ben tanársegédként a debreceni egyetemre került, Gyulai Zoltán meghívására. Ő honosította meg Magyarországon, a kísérleti magfizikát. Miután Gyulai Zoltán távozott, 1940 és 1968 között ő vette át a kísérleti fizika tanszékvezető professzori helyét. Iskolateremtő készségével, éles szemével, hozzáértésével választotta ki tanítványait, munkatársait. Azonban a második világháború pusztításainak következtében életveszélyessé vált a kutatóintézet, amit később a lelkes tanulók és tanáraik újjáépítettek. Kísérletezéseikkel felhasználták a radioaktív jelzéseket az orvostudományban. Szalay módszerei, fejlesztései és kezdeményezése alapján sikerült felkutatni Magyarországon az uránérc-lelőhelyeket. 1954-ben alapította meg az MTA debreceni Atommagkutató Intézetét, melynek 1975-ig igazgatója is volt. Munkájában és intézetében kezdeményezte, s támogatta az interdiszciplináris (több tudomány összefonódása) kutatásokat. 1952-ben Kossuth-díjat kapott. 1978-ban Állami-díjjal tüntették ki, az atomfizikában, atommagkutásban, és népgazdasági kutatásaiban elért sikereiért és iskolateremtő munkásságáért. 1953-tól az MTA levelező-, majd 1965-től rendes tagja volt. Két fia született, idősebbik Szalay Alex Sándor, aki most is Debrecenben él, asztrofizikusként, kozmológusként, egyetemi tanárként és akadémikusként ismerik.

Testvérével, Szalay András fizikussal együtt a Panta Rhei együttes tagjai.

Szalay Sándor 1987. október 11-én halt meg Debrecenben.

A debreceni Atommagkutató Intézet

A Magyar Tudományos Akadémia debreceni kutatóintézete. 1954-ben vált le a Kossuth Lajos Tudományegyetem Kísérleti Fizika Intézetétől. Az eredeti intézetben már ekkor évek óta folytattak magfizikával kapcsolatos kutatásokat és fejlesztéseket, Szalay Sándor kezdeményezésére. Jelenleg rengeteg nagyobb egysége van az épületnek, amely tökéletes arra, hogy különböző nagyszabású kutatásokat végezzenek.

Az intézet 4 fő ágazatra tagolódik; Magfizikai főosztályra, Atomfizikai főosztályra, Alkalmazott fizikai főosztályra és a Részecskegyorsító centrumra. A fő ágazatoknak vannak mellékágazatai, mint például: elektronikai osztály, vagy a kísérleti magfizika osztály. Na de mit is csinálnak a magfizikai főosztályon? Három területet különböztetünk meg. A kísérleti magfizikai osztályt, az ionnyaláb-fizikai osztályt, és az elméleti fizikai osztályt. A kísérleti magfizikai osztály fő feladata az atommagok megismerése, megértése és további fejlesztések. Az ionnyaláb-fizikai osztályon két csoport tevékenykedik, a nukleáris asztrofizikai csoport, és a laboratóriumi ionnyaláb alkalmazások. A nukleáris asztrofizikai csoport feladata új ismeretek szerzése, alapvető kísérleti kutatások végrehajtása, melyek fontosak lehetnek a nukleonszintézis (a nukleonszintézis az a folyamat, mely új atommagokat hoz létre magfúzió vagy maghasadás egy-egy folyamatában. „Az Atomki ionnyaláb-alkalmazások laboratóriuma az atom- és magfizika módszereit alkalmazza különböző területeken: környezettudomány, orvostudomány, biológia, geológia, anyag- és felületfizika.” Az elméleti fizika osztály különböző tevékenységekkel foglalkozik. Vizsgálódnak a kvantummechanika terén, például kutatják a szimmetriákat, korrelációkat, egzaktul megoldható problémákat, és szóráselméleteket. Foglalkoznak továbbá magelmélettel és részecskefizikával is.

Az atomfizikai főosztály két nagyobb részlegre bomlik, az atomi ütközések osztályára és az elektron spektroszkópia és anyagtudományi osztályra. Az atomi ütközések osztályának fő feladatai; a gerjesztés,

ionizáció, elektronbefogadás (töltéskicserélődés) és a relaxáció (legerjesztődés). Kutatásaihoz gyorsítókat alkalmaznak, így sokan „gyorsítós atomfizikának” nevezik a munkájukat. Az elektron spektroszkópia az elektronspektroszkopikus eszközöket fejleszti, alkalmazza különböző kísérletek során.

Az alkalmazott fizikai főosztály ágazatai: környezet- és földtudományi osztály, DE TTK- Atomki Környezetfizikai Tanszék, ciklotron alkalmazási osztály, elektronikai osztály. A környezet- és földtudományi osztály fő kutatási területe a környezetünk megismerése, különböző mérések segítségével. Ez az osztály négy másik alosztályra bomlik, a Hertelendi Ede Környezetanalitikai Laboratóriumra, a Radon csoportra, a K-Ar- Laboratóriumra és a QMS Laboratóriumra.

A Részecskegyorsító Centrumban szintén négy kutató területet különböztetünk meg. A Ciklotron Laboratóriumot, az Elektrosztatikus Gyorsítók Laboratóriumát, az ECR-Laboratóriumot és az Izotópszeparátor-laboratóriumot. „Az Atomki Ciklotron Laboratóriuma üzemelteti Magyarország legnagyobb részecskegyorsító berendezését. Az itt működő MGC-20 típusú ciklotron 1985 novembere óta szolgálatot gyorsított részecskenyalábokat alap- és alkalmazott kutatások számára, illetve orvosi és ipari alkalmazásokhoz is. A gyorsító széles tartományban változtatható paramétereit nyalábokat képes előállítani, így rugalmasan alkalmazható sokféle, akár különböző tudományterületek által megkívánt feladatra. Ezen túlmenően a ciklotron olyan nyalábvezető rendszerrel rendelkezik, amely lehetővé teszi a nagyon eltérő és speciális követelményekkel rendelkező felhasználói igények kielégítését is.”

Beszélgetés Raics Péterrel

2014. októberében lehetőségem nyílt arra, hogy személyesen találkozjam dr. Raics Péterrel, aki személyesen ismerte Szalay Sándort.

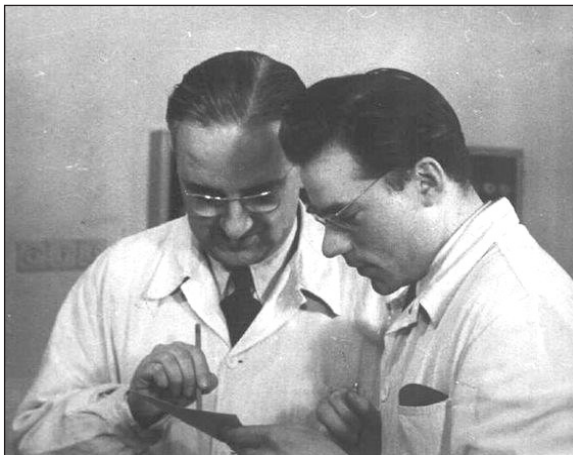
– *Kérem, meséljen Szalay Sándorról.*

– A 1920-as években végzett, a Pázmány Péter Tudományegyetemen. 3 szakot végzett el, a matematikust, a fizikust és a kémikust. A további kutatásainál mindig büszke volt arra, hogy kémikus is. A radioaktivitás és a magfizika alapjait Rutherfordnál sajátította el, egy féléves tanulmánya során. Mielőtt kiment volna Szalay professzor Angliába, Szegeden Szent-Györgyi Albertnél dolgozott afféle tanársegédként, és hallottam olyan történetet is, miszerint Szalay segített neki a paprikapucolásban. (A C-vitamint abból nyerte ki Szent-Györgyi.)

Azt, hogy ez a történet igaz vagy nem, sajnos nem tudom biztosan. Amikor hazajött, megalapította a magyarországi magfizikát. Nos, ennek a távlatai: gyorsítóépítés, magreakciók, radioaktivitás, alap kutatások. Neki mindig az volt az elve, hogy mérőeszközöket, műszereket kell használni, és rögtön alkalmazta is azokat. Gyakorlatilag itt Debrecenben is – besugárzásos terápiáknál vagy akár diagnosztikánál – nagyon sok munkatársa volt, és az orvosokkal is jó kapcsolatokat épített ki, tulajdonképpen ezek mind itt a Bem téri kutatóintézetben történtek.

– *Mi jellemzi az Atommagkutató Intézet épületét?*

– Láthatjuk ezt a három nagyon hasonló



Szalay Sándor és Csikay Gyula

épületet. Az 1900-as évek alatt épültek, árvaházként használták őket. Szoktunk is ezzel viccelődni, hogy ez az árvaság néha meg is látszik. Mellettünk az orvosi-vegyszerintézet állt. A harmadik elég sokáig megmaradt árvaháznak. 1954-ben megalapították az MTA Atommagkutató Intézetét. A tanárok és tanítványok egy részével jött létre ez a nagy intézmény.

– *Mit érdemes tudnunk Szalay Sándor uránkutatásáról?*

– 1947–52 között Szalay feladata a magyar urán megtalálása volt. Földvári Aladár geológus professzorral végezte ezt. Egy nagyon jó elektromos szakember segítette a munkájukat, Nagy János; mint, elektrotechnikus, fizikus tervezte meg, a GM-csőveket. Hordozható tápegységekkel, hordozható GM-csővekkel keresték az uránlelőhelyeket. Ez ahhoz képest, hogy ekkor 1947-et irtunk, nagy előrelépés volt. Az volt az izgalmas az urán megtalálásában, hogy az addigi elképzelés szerint röghegységekben található, érc formájában. Az osztrákok, a csehek, és még sokan mások is, is röghegységekben találtak rá érc formában. Ez Magyarországon nem így

történt, így hát kémiai dolgokból kezdett kiindulni. Láta, hogy nehézfémről van szó, ez a nehézfém, ha kicsit savasabb a környezet, például humuszsavak érik, akkor segíthetik a megtapadását. Méghozzá akár milyen szerekbe vagy esetleg agyagos talajokba. A mélyről jövő talajvíz szépen hozza az ionokat. Így kezdtek el keresni. Később az jutott eszükbe, hogy „Hoppá, mi lehet a baj a Kis-Balaton környékén a tehennel?” Ugyanis a tehének ezeken a részeken betegek voltak. Kiderült, hogy a szervezetükből hiányoznak bizonyos nyomelemek. Továbbá, hogy ez olyan típusú talaj, ami megköti ezeket a bizonyos anyagokat, tehát még ha ki is locsolnánk a műtrágyát, a talaj akkor is megköti, így nem jut el a növények gyökeréig a tápanyag. Azt mondta erre Szalay, hogy fejtrágyázást kell alkalmazni, tehát a növények leveleire kell locsolni, és akkor biztosan eljutnak a tápanyagok. Így észrevehetjük, hogy a tanulmányait mennyi különböző helyzetben tudta kamatoztatni.

– *Milyen volt az általa alapított intézmény, milyen munka folyt ott?*

– A Szalay-iskolában magfizikai témákat kutattunk. Először mindig kiszámítottuk, hogy minek lehet abban az esetben realizálása. Aztán, mikor már látták, hogy ebből vagy lehet valami, vagy nem, lementünk a laborba hogy megépítsük, kipróbáljuk. Nagyon erős, kísérleti fizikával foglalkozó iskolát hozott létre.

Egyéb értelemben is unikális volt, mert a fizikát, mint sok minden más – kivéve a kémiát – elméletben üzték. Nagyon jó elméleti iskolák is voltak. Annyira különleges volt Szalaynál, hogy kísérleti eszközöket kellett készíteni. Mindenki otthon ült és barkácsolgatott – ebből a szempontból Rutherford fantasztikus iskolát alapított, mert volt műhely, ahol mindent megcsináltak. Szalaynak ez volt a döbbenetes nagy húzása, hogy itt a kis vízen is, a mi városunkban, Debrecenben is végrehajtotta ezt. Alapvető fontosságúnak tartotta a műhelyeket, azt hogy legyen forgácsoló műhely, legyen elektromos, elektronikus műhely, vákuum- , illetve üvegtechnika. Ezek nélkül elképzelhetetlen a kísérleti munka. Elképzelhető, hogy az 50-es években már voltak olyan üvegművesek, akik bármit el tudtak készíteni. Tehát folyamatosan fejleszteni és fejlődni kell, ehhez szükség van szakmunkásokra. Mert mi, fizikusok csak elgondoljuk, hogy ez is kellene, az is kellene, szükségünk van technikusra vagy mérnökre, aki úgy csinálja meg azt, hogy hosszú ideig használható legyen. A fizika oktatása az egyetemen alapvetően az orvostanhallgatóknak indult.

– *Gyermekkorában is vonzotta a fizika?*

– Én nem is tudtam, hogy az fizika – a

szüleim orvosok voltak –, de a technika az mindig is érdekelt. Amiből később fizika lett. Édesapám nagyon ügyes kezű volt, ő épített dolgokat és azokat meg is tanította. Ez volt az egyik, ami miatt szerettem. A másik, hogy az iskolában – 1958-ban kerültem a Fazekasba – volt egy pályázat. Az volt a címe – a mai napig emlékszem rá – „Az atomenergia békés felhasználása, hazai lehetőségek.” Ez 1960 környékén volt. Ez a szüleimnek is nagyon megtetszett, így hát elmentünk Szalay profhoz az Atomkiba. Végigmutogatták a műszereket a laborokat. Akkor már egyértelmű volt számomra, hogy mérnök szeretnék lenni. Azután ebben az irányban haladtam tovább. A fizika mellett a csillagászat is érdekelt. A szüleim nem tiltottak el ettől, még terelgettek is ebbe az irányba. Édesanyám röntgenes volt. A röntgentechnika akkoriban nagy fejlődésen ment át. Ő részt vett a tuberkulózis felderítésében, ezt vándorröntgennel, gyakorlatilag védőöltözet nélkül végezték, édesanyámnak csúnyán meg is égett a keze. Ekkor láttam, hogy milyen technika van, hogyan fejlődik. Édesapámék már rádiumos tüvel méhnyakrák, és egyéb betegségek elleni kezelést végeztek. Az is közrejátszott, hogy az iskolákban jók voltak a fizikatanárok meg a szakkörök, ezért döntöttem e mellett.

– *Hol és hogyan tanult?*

– A Fazekasban végig kitűnően tanultam, aztán idekerültem fizikus szakra 1962-ben. Ebben az időben az értelmiségieket nem nagyon szerették. De volt egy olyan év, amikor nem számított a származás, és nekem sikerült ezt kifognom, és majdnem maximális pontszámmal fel is vettek. Ezután végig kitűnő voltam, de azt hiszem, 3–4 féléven át a legnagyobb tandíjat fizettem. Aztán ezt eltörölték és még ösztöndíjat is kaptam.

– *Milyen eredményeket ért el és milyen út vezetett odáig?*

– 1980-ban az akkori köztársasági elnök aranygyűrűs doktorrá avatott. Ehhez az szükséges, hogy az ember gimnazista korától kitűnő bizonyítványt szerezzen. Ez nem volt nehéz, mert egymást hergelve versengtünk, melyikünk a jobb. Még azt sem mondhatom, hogy nagy hajtás volt. A szüleim által előttem volt a példa, ha ők sokat dolgoznak, nekem is rendesen kell teljesítenem. Egyetemen és középiskolában is nagyon jó tanáraim voltak. Hagyományos oktatás volt, könyvből tanultunk, rendesen számon kérték és kísérleteztünk is. Nagyon belemélyedtünk a tanulmányokba, tananyagokba. Ha az ember rendszeresen tanult, nem volt nehéz jó jegyeket kapnia. Az egyetem már egy kicsivel nehezebb volt. Más volt, ahogy itt megkaptuk a tudományos anyagot, mint ahogy én azt gimnazistaként tanultam. Megkövetelték a tudást, de nagyon jószágosak voltak. Szalay professzor

felesége, dr. Csongor Éva volt a Kísérleti Fizika Kollégiumnak a vezetője. Emlékszem, az első ZH, amit nála írtam bizony kettesre sikerült. Egyébként annyira fantasztikus nő volt, hogy szégyelltük magunkat, ha nála rossz jegyet kaptunk. Ezen a tanszéken három aranygyűrűs doktor volt.

– *Csak a tanulásnak élt, vagy néha azért szórakozott is egy kicsit?*

– Nem mondhatom, hogy nem jártunk szórakozni. Egyszer-kétszer mentünk moziba,



A Szalay Sándor 70. születésnapjára készült érem előlapja és hátoldala

vagy néha koncertre, színházba. Ha jól sikerültek a vizsgák, ittunk egy keveset a barátokkal.

– *Mit gondolt a tanításról?*

– A tanulás legfontosabb alapja a jó könyv. Az alaptudományt magyar nyelven és könyvből kell tanulni úgy, hogy az számon kérhető legyen. Fontos továbbá, hogy meglegyenek a hozzájuk tartozó feladatgyűjtemények. Fontos még, hogy a tanár el tudja magyarázni az anyagokat, ne csak a saját zsenialitásával legyen elfoglalva. Látom a gyermekeimen, mennyit kínlódnak az egyetemen. Az egyetemi oktatás nem azért rossz, mert elavult. Az egyetemi oktatást eltűrik. De az a fontos, hogy milyen eredményeket érnek el. Nem feltétlenül a legjobb kutató a legjobb tanár. A jó tanár meg nem biztos,

hogy teljesen jó kutató. Ezért kellene egy-egy mentornak vagy kutatótársnak figyelnie a többiek munkáját.

– *Milyen volt a kapcsolat ön és Szalay Sándor között?*

– Szalay professzor mindig teljesítmény alapján ítélte meg az embereket. A gyermekei az 1940-es években születtek és édesapám vezette le a születésüket. Akkoriban még személyesebb volt a szülő anyja és az orvosa közötti kapcsolat. Először Sándor született, majd András. Ez a kapcsolat volt az egyik kötelék közöttünk. A családunk nagyon felnézett rá. Politikailag sehova sem volt elkötelezve, egyszer, amikor meghívták egy elvtárs beszédére, nem ment el. A másik gyermek születésénél kaptam tőle egy kis villanymotort. Ez nagyon sokat segített a későbbiekben. Ez az egyik legkedvesebb gyerekkori emlékem róla. Később, mikor egyetemre szerettem volna menni, édesapám Szalaynál érdeklődött. Ő is és a felesége is tanított. Nekem radioaktivitást is tanított. Nagyon sok, maghasadással kapcsolatos kísérletet is végeztünk. Az előadásain arra nevelt minket, hogy a képletek dallamát vizsgáljuk. Hogy az egyenesen arányos fordítottan arányos. Mi a lényege, a természetnek – az tetszik-e jobban, ha nagy, vagy ha kicsi. Arra tanított, hogyan találjuk meg a lényegét. Ha valamit nem tudtunk, mindig rávezetett minket. Mindig megtalálta a helyes megoldásokat. Nála cikkeket is tanulmányoztunk, nem csak magyar nyelven. A KFKI vezetője felajánlotta Szalaynak, hogy egy ugyanakkora épületkomplexumot építenek a nagyerdőn, de Szalay látta, hogy ha egy akkora épületben folynak a munkálatok, egy ember nem fogja bírni a vezetését és széthull. „A vezetéshez bölcsesség kell!” Szalay úriember volt, a vizsgáin pedig rendkívül korrekt. Nagyon sokat volt velünk a diákkörben is. Az életművéből készült könyvből kaptam egy dedikált példányt is. Az első Szalay Sándor-díjat én kaptam meg. ❖

A szerző a Természettudományos múltunk felkutatása kategóriában a Tudományos Újságírók Klubja különdíját kapta.

Irodalom

- Berényi Dénes: Szalay Sándor, az ember <http://fizikaiszemle.hu/archivum/fsz0405/berenyi0405.html>, (2014.10.02.)
 História-Tudós naptár szerkesztői: Szalay Sándor <http://tudosnapta.kfki.hu/historia/egyen.php?nanev=szalay>, (2014.10.03.)
 Rieth József: Világom-Anyagvilág-Háttérinformáció (Nukleoszintézis) http://www.rieth.hu/Vilagom/10b_Nukleoszintezis.htm, (2014.10.02.)
 Atommag Kutató Intézet Honlap szerkesztői: Atommag Kutató Intézet <http://www.atomki.hu/feleptes.html>, (2014.10.12.)

Illóolajok antibakteriális hatásának vizsgálata

CSÁKÁNY OLIVÉR

Református Kollégium, Sepsiszentgyörgy, Románia

Az illóolajok olyan természetes vegyületek, melyeket a növényekből vonhatunk ki. Ezek természetes módon, a másodlagos metabolizmus során létrejövő vegyületek, melyeket az emberek évezredek óta alkalmaznak gyógykezelésekre. A természetgyógyászok kezdetben a növényi hatóanyagokat teaként, tinktúráként használták, napjainkban lehetőségünk van tiszta, kivont illóolajok használatára.



1. ábra. *Staphylococcus aureus*-telepek

Kutatásom célja három különböző illóolaj hatásának vizsgálata a *Staphylococcus aureus* (S.a.), *Staphylococcus epidermidis* (S.e.), *Escherichia coli* (E.c.) baktériumok növekedésére. A vizsgált illóolajok mezei menta (*Mentha arvensis*: Mth.a.), keskenylevelű levendula (*Lavandula angustifolia*: L.a.), ausztrál teafa (*Melaleuca alternifolia*: M.a.) kivonatok. A méréseket két módszerrel végeztem el. Az első kísérletsorozatban az agardiffúziós lyukteszt módszerét alkalmaztam, a második kísérletben a táptalajba kevertem az illóolajat, majd a leoltást követően tanulmányoztam őket.

Az agardiffúziós lyukteszt módszerével a már megszilárdult és szuszpenzióval leoltott táptalajok közepére lyukat vágtam, melybe 100 µl illóolajat cseppenttem, majd ezt követően 72 órára 37 °C-on inkubáltam.

A második kísérletet 2,5 m% illóolajat tartalmazó táptalajon végeztem. Ekkor a táptalajhoz megszilárdulás előtt a megfelelő mennyiségű illóolajat kevertem, majd a táptalajokat

kiöntöttem a Petri-csészékbe.

A kísérletsorozat eredményei alapján arra a következtetésre jutottam, hogy a természetes olajok kiváló megelőzési és gyógymódokat nyújtanak számunkra a fertőző bakteriális betegségek elkerülésére és kezelésében.

Illóolajok

Illóolajoknak nevezzük a sejtekben előforduló folyékony halmazállapotú, hidrofób vegyületeket tartalmazó, bonyolult összetételű anyagokat; ezeket az illékony vegyületeket növényi részekből vonjuk ki, leggyakrabban vízgőz-desztillációs módszerrel.

Már az ókori közösségekben használtak illóolajokat testápolásra, illatosításra, de igazán nagy szerepet a szakrális tevékenységben kaptak. Szíria területén a társadalmi hierarchia minden területén elterjedt volt az illóolajok használata, főként a mindennapos testápolásra alkalmazták. Az egyiptomi népek a holttestek balszámolására használták fel az illóolajokat, ugyanis így konzerválták a halott maradványait.

Indiában i.e. 1600 körül használták a magasabb illóolaj tartalmú növényeket a gyógymasszázsban. A pestisjárványok idején a boróka ágainak és termésének égetésével próbálták akadályt állítani a járvány terjedésének. A rómaiak felséges növényként előnyben részesítették a zsályát, amelyről azt feltételezték, hogy minden betegség gyógyítására alkalmas.

A XX. század elején még megtalálhatóak voltak a gyógyszerészeti szakkönyvekben a régi, aromaalapú gyógyszerek receptjei és felhasználásának pontos információi is, de ma már ritkán találunk ilyent. [1]

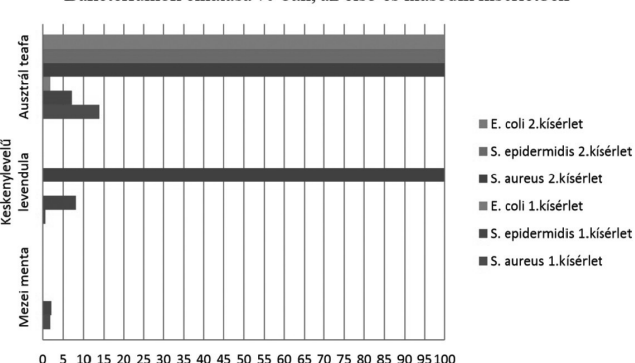
Az illóolaj a növény minden részében megtalálható, de vannak olyan növényi részek, amelyek több illóolajat tartalmaznak. Ilyenek a

szíromlevelek (rózsa), lomblevelek (menta), termés héjak (citrusfélék), héjkérges (fahéj) és a magok (mustár, ánizs). [4]

A növények azért termelik a különböző illatú illóolajokat, hogy ezek segítségével magukhoz vonzzák az őket megporzás által megtermékenyítő rovarokat. Viszont egyes növények illóolajaik segítségével vonzzák magukhoz a tápláléknak alkalmas rovarokat. Ilyen például a Vénusz légy-csapója (*Dionaea muscipula*), Aldrovanda (*Aldrovanda vesiculosa*), a harmatfűfélék (*Droseraceae*) vagy a jól ismert kancsóka-félék (*Nepenthaceae*). [2],[4]

Rengeteg, akár több mint 50 összetevőből is állhatnak. Egyes alkotók akár 85%-os részarányban is jelen lehetnek, míg más elemek alig 0,02%-ban vannak jelen az olajban.

Baktériumok elhalása %-ban, az első és második kísérletben



Főbb összetevőjük a terpének családjához tartozik, közel 90%-uk esetén monoterpénekből állnak. Továbbá fontos összetevők az aromás vegyületek, szénhidrogének, savak, alkoholok, aldehidek, laktonok és kén tartalmú párolgó vegyületek. [1]

Baktériumok

A kutatásban alkalmazott baktériumok a következők:

Staphylococcus aureus (S.a.): Egy Gram pozitív (G+) baktérium, amely a *Staphylococcus* nemzetség része, gömb alakú baktérium, átmérője 0,8–1,0 µm. Táptalajon sárgás, vajszerű sima telepeket hoz létre (1. ábra). Egészséges emberek bőrén, ornyálkahártyáján, de székletében is megtalálható, potenciális kórokozó. Okozhat többek közt agyhártyagyulladás, arc-, homloküreg gyulladás, gennyes váladékú fertőzéseket; az enterotoxin-termelő törzsek ételmérgezést. [8]

1. táblázat

Illóolaj	Baktérium	Gátlási felület/próba felület %
<i>Mentha arvensis</i>	<i>S. aureus</i>	1,70
	<i>S. epidermidis</i>	2,00
	<i>E. coli</i>	0
<i>Lavandula angustifolia</i>	<i>S. aureus</i>	0,63
	<i>S. epidermidis</i>	8,03
	<i>E. coli</i>	0
<i>Melaleuca alternifolia</i>	<i>S. aureus</i>	13,80
	<i>S. epidermidis</i>	7,06
	<i>E. coli</i>	1,76

Staphylococcus epidermidis (S.e.): Szintén G+ coccus, mikroszkopikus megjelenése azonos a *Staphylococcus aureus*éval, félpatógén baktérium. A nyálkahártya normál flórájának egyik alap alkotó baktériuma. Fehér telepeket hoz létre, ritkán enyhén sárgásak lehetnek a telepek (2. ábra). [8]
Escherichia coli (E.c.): A másik két baktériummal ellenben, az *E.coli* egy Gram negatív (G-) baktérium. Minden emberi szervezetben megtalálható. Esetünkben fehér telepeket hozott létre, ugyanis az LB-1 táptalaj nem fejtett ki pigmentképző hatást (3. ábra).



2. ábra. *Staphylococcus epidermidis*-telepek

Az élőlények emésztőcsatornájának alsó szakaszában található meg a nem patogén fajok, amelyek a K-vitamint termelik, mint a normál bélflóra része. A virulens törzsek okozhatnak gyomorgyulladást, húgyúti fertőzéseket. Több típust ismernek, amelyek különféle betegségeket képesek okozni. [8]

Illóolajok antibakteriális hatásának vizsgálata

Kutatásom célja, hogy megvizsgáljam a *Mth.a.*, *L.a.* és *M.a.* illóolajok hatását a *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* és *Escherichia coli* baktériumokra. Az illóolajok előnye, hogy természetesek és jónak bizonyulhatnak a betegségek megelőzésére, akár kezdeti fázisban kezelésre is. Ha a gyerekekkel nagy adag antibiotikumot vetetünk be, lehetséges, hogy gombás, nem kívánatos fertőzések jelennek meg a szájüregében, pl. *Candida albicans* által okozott fertőzések. Ezek nagy valószínűséggel elkerülhetők lennének a megfelelő illóolaj- vagy illóolaj-kombináció használatával.

Ha például a konyhát, szobát vagy akár a mosdót szeretnénk fertőtleníteni, általában klórban vagy más erős vegyszerben gazdag tisztítószereket alkalmazunk. Ezek nyilván a levegőbe kerülve komoly tüdőbetegségeket okozhatnak, vagy akár a nagy mennyiségű klórgáz halálos kimenetelű tüdővízenyőt is okozhat! Ezekkel a tisztítószerekkel szemben az illóolajok ártalmatlan vegyületek. Ha az illóolajok a levegőbe jutnak, akkor sem okoznak problémát, mivel nem tartalmaznak nagy mennyiségben olyan vegyületeket, amelyek a tüdő szöveteiben kárt tennének, vagy akár akadályoznák a gázcserét.

A sok egészségmegőrző felhasználási mód mellett, fontosnak találok azt is, hogy a minket körülvevő közvetlen környezet által nyújtott „segítség” is használjuk ki. Rengeteg olyan növény él a réteken, pusztákon, a hegységekben, a minket körülvevő tájakon, amelyeket könnyedén felhasználhatunk lakásunk, illetve szervezetünk tisztántartására, megővására vagy immunrendszerünk erősítésére. A gyógyteák legfőbb hatóanyagai is az illóolajok.

Feltételezem, hogy a *Mth. a.*, *L. a.* és *M.a.* illóolaja gátolja a *S.a.*, *S.e.* és *E.c.* baktériumok szaporodását.
 Az első kísérletemben az agardiffúziós lyukteszt módszerét alkalmaztam. Ez azt jelenti, hogy a táptalajt leoltjuk, a közepére lyukat vágunk (4. ábra), melybe 100 µl illóolajat cseppentettünk, ezután 72 órán át inkubáljuk 37 °C-on.

A Petri-csészében egy fajta baktériumot oltottam le, és egy fajta illóolaj hatását vizsgáltam. A 72 óra leteltével kivettem a táptalajokat, és a mikroszkóp mérőskálája segítségével lemértem az inhibíciós zóna átmérőjét. Ebből az átmérőből kiszámoltam a (r² · π) képlet segítségével a gátlási zóna területét, majd azt, hogy ez hány százaléka a Petri-csésze összfelületének.



3. ábra. *Escherichia coli*-telepek

A második, általam használt módszer, az illóolajos táptalajon való tenyésztés volt. Ebben az esetben a megszilárdulás előtt a táptalajba 2,5 m% illóolajat kevertem. Az illóolajat tartalmazó táptalajokat felosztottam 3 egyenlő részre, és mind a 3 baktériumtörzssel leoltottam, inkubáltam őket 72 órán át. Miután kivettem a táptalajokat, megszámloltam a telepeket, majd az eredményeket feldolgoztam.

Az illóolajokat eltérő származási hely szerint választottam, a *L.a.* a Földközi-tenger mediterrán vidékén, a *M.a.* Ausztrális, Dél-Walesi vidékén, a *Mth.a.* Franciaországban őshonos. A vizsgált növények közül csak a *Mth.a.* illóolaját tudtam kinyerni, mert ez az egy növény él még a térségünkben természetes körülmények közt, a másik két illóolajat gyógynövényes üzletben szereztem be.

Mezei menta (*Mth.a.*) illóolaj
 Gazdag mentolban és a mentol más vegyületeiben, ennek köszönhető jellegzetes illata és íze. Felhasználható vérzéscsillapításra, tüdő rehabilitációra, megfázás gyógyítására, fájdalom enyhítésére.

Keskenylevelű levendula (*L.a.*) illóolaj
 A levendulaolaj nagyon elterjed a kozmetikai iparban, ugyanis kiváló bőrápoló, nyugtató, fertőtlenítő és fájdalomcsillapító hatással rendelkezik. Ezen kívül pszichológiai, illetve prepszichológiai kezelésben is használatos, főként Amerikában.

Ausztrál teafa (*M.a.*) illóolaj
 Az egyik legrégebb használt fertőtlenítő szer. A penicillin felfedezése előtt nyílt sebek fertőtlenítésére használták. Nagyon erős a baktériumölő hatása. A levegőben terjedő vírusos megbetegedések egy részét is gátolja, illetve csökkenti a fertőzési veszélyt.

Növényi részekből legkönnyebben vizgődesztillációval nyerhetjük ki az illóolajokat. Ez az eljárás nagyon egyszerű, ám nem annyira nagy az illóolaj-nyereség, mint amire számíthatunk. Egy általam összerakott desztillálóval végeztem el a műveletet; a desztilláló egy Kipp-készülékből, ezt desztillálóval összekötő csőből és egy gömbös desztillálóból állt (5. ábra).

A Kipp-készülék aljára vizet öntünk, majd az összevágott növényeket az üvegedény felső részébe helyezzük, ahol a forró vízgőzök átjárva kioldják belőlük az illóolajokat, melyek a csövön keresztül a desztillálóba jutnak, itt lecsapódnak. A készülék kivezetésén kicspege a párlatnak nevezett folyadék, ami tartalmazza a vizet és az illóolajat. Ezt a folyadékot 4–5 fokra hűtjük, ekkor az olajok a víz felszínére kerülnek, és egy választótölcsér segítségével a vizet az olajok alól leengedhetjük, így nyerhetünk tiszta illóolajat (elősegíthetjük centrifugálással is a szétválasztást).

Mintavételkor a kórházban fekvő betegektől vettem széklet- és vizeletmintákat. Ezekből a mintákból származó melléktermékekből izoláltam a baktériumokat. Miután a mintákat megkaptam 3 ml. mintához 1 ml. húslevest adtam azért, hogy a benne levő baktériumok jobban szaporodhassanak, majd 2 órára inkubátorba helyeztem azokat.

A székletmintát leoltottam véres agarra, majd 24 órán keresztül inkubáltam 37 °C-on. Miután lejárt az inkubálási idő, megjelentek a telepek a táptalajok felszínén.



4. ábra. Agardiffúziós lyukteszt

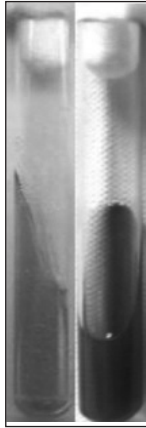
Ezekből a telepekből mintát vettem, majd speciális táptalajokra oltottam le. Így elvégezhettem a biokémiai teszteket, hogy 100%-os megbízható eredményt kapjak.

A TSI három cukrot (glükózt, fruktózt, szacharózt) tartalmazó táptalaj. A baktériumok által termelt kénhidrogén kimutatására, valamint a glükózlebontás fermentatív mivoltára (gázképződéssel vagy lehet az nélkül is), és a laktóz, szacharóz lebontásának kimutatására alkalmas. A táptalaj egy kémcsőben van, rózsaszínes. Főként *Sallmonella* és *G-* baktériumok azonosítására alkalmas. Ha a mintánk *E.c.* baktériumot tartalmaz, a táptalajban levő cukrok lebomlanak. A cukrok lebomlását a táptalaj színének teljes elváltozásából ítéltjük meg. Ha a vizsgált baktérium fermentálja a cukrok egyikét, a pH megváltozik, és ez összefüggésben van a táptalaj színével. Ilyenkor a rózsaszínes pirosas szín átváltozik sárgára. A gázbuborékok megjelenése a táptalajban gázfélzabradulásra utal (6. ábra).

A ferde részen a laktózza vagy szacharózza kifejtett lebontó aktivitást figyelhetjük meg: ha a baktériumtörzs bontja valamelyik, vagy mindkét cukrot (savtermeléssel), akkor a táptalaj színe sárga lesz. A táptalaj alsó részén válik nyilvánvalóvá a H_2S termelés és a glükózlebontás formá-

csak a leszűrés menten nem látható, a többi részen pedig tiszta marad: a törzs immobilis (7. ábra).

A Simmons-féle citrát táptalaj egy szelektív táptalaj, lényege az, hogy a vizsgálandó baktérium feltudja-e használni a citrátot mint egyedüli szénforrást. A brómtimolkék pH indikátorként van jelen. Ha a minta tartalmaz *E.c.* baktériumot, a zöld táptalaj kékre változik (8. ábra).



6. ábra. TSI agar

Staphylococcus izolálása

A garatmintát leoltjuk véres agarra, majd 24 órán át inkubáljuk 37 °C-on, ezután pár telepet tárgylemezre helyezünk, majd 10 m%-os H_2O_2 oldatot cseppentünk rá. Ha heves pezsgésbe kezd, *Staphylococcus* nemzetséggel van dolgunk, ha viszont nem pezseg, akkor *Streptococcus* áll a rendelkezésünkre.

Koaguláz teszt segítségével szűkíthetjük le a lehetséges baktériumok fajtáinak körét. Pár telepet óraüvegre helyezünk, majd kevés plazmát cseppentünk rá, elkeverjük, mikroszkóp segítségével figyeljük, ha a plazma kicsapódik, akkor *S.a.* baktériumok találhatóak a mintában, ha nem csapódik ki, *S.e.*

A táptalaj előállítása: Luria Bertani-Lennox (LB-I) agar: Egy 1500 ml-es Erlenmeyer-lombikba 10 g triptont, 5 g NaCl, 5 g élesztőkivonatot, 15 g agar-agarat és 1000 ml desztillált vizet öntünk, majd 121 °C-on sterilizáljuk.

Eredmények

Az illóolajok antibakteriális hatásának vizsgálata agardiffúziós lyukteszt módszerével

A kísérletben minden illóolaj-baktérium párosítást 10 Petri-csészében teszteltem, majd a kísérletet megismételtem 5 alkalommal. Ez esetben legerősebbnek a *M.a.* illóolaja bizonyult, ugyanis a használt illóolajok közül ez mutatta a legerősebb baktericid hatást; a *S.a.* baktériumok 14%, a *S.e* 7%, és az *E.c.* baktérium 1,7%-át pusztította el. A táblázatban levő összes eredmény alapján látható az illóolajok antibakteriális hatása.

Illóolajok antibakteriális hatásának vizsgálata 2,5% illóolajat tartalmazó táptalajon

Második kutatásomban arra voltam kíváncsi, hogy ha illóolajokat keverünk a táptalajba, akkor a táptalajra oltott baktériumok, hogyan fognak fejlődni. A kísérletről kiderült, hogy a *M.a* illóolaj ismét megmutatta erős antibakteriális hatását, ugyanis minden baktérium ki-

fejlődését és osztódását megakadályozta (100 000 telepből 0 maradt meg). Az *L.a* illóolaja a *S.a.* baktériumok 99,9%-os elhalását okozta (100 000 telepből 100 maradt meg), de a *Mth.a* illóolaj ebben az esetben sem mutatott látványos antibakteriális hatást a (100 000 telep mind életben maradt) a baktériumok egyikét sem pusztította el.

Következtetés

Eredményként kijelenthetjük, hogy az illóolajok egyes baktériumoknál gátló hatással rendelkeznek, de ez nincs minden esetben így, ezt a kísérlet végén készített összesítő diagramon is jól láthatjuk.

Fontos tudnunk, hogy az illóolajokat nem használhatjuk töményen, ugyanis így kárt okozhatnak szöveteinkben. Az illóolajok használata nem javasolt gyakran, ugyanis bár természetesek, de vegyi anyagokat tartalmaznak. Kúráként alkalmazhatók, antibiotikumos kezelés mellett kiegészítőként használhatjuk.

Hogyan tovább?

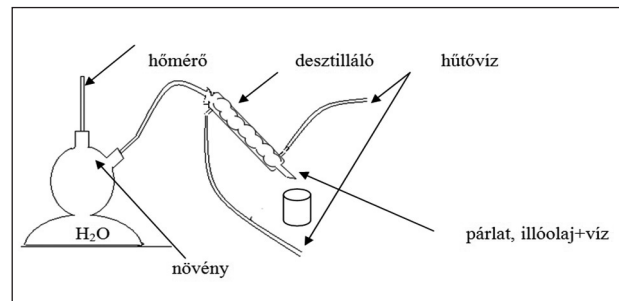
A jövőben tanulmányaimat az Eötvös Loránd Tudományegyetemen szeretném folytatni, itt akarom tanulmányozni más illóolajok antibakteriális hatását: megvizsgálni a teafa illóolaj gőzeinek hatását a TBC-kórokozó *Mycobacterium tuberculosis* baktériumra, valamint a biológiai fegyverként alkalmazott lépfene kórokozó *Bacillus anthracis* baktériumára is.

Kísérletem elvégzése után érdekes eredmények születtek, de kutatásom nem terjedt ki más, gyakori kórokozókra és más illóolajokra sem. Ezért illóolajokat szeretnék kivonni az Erdélyben őshonos gyógynövényekből (*Hypericum perforatum*, *Agrimonia eupatoria*, *Achillea millefolium*), majd ezek vegyi összetételét vizsgálni és antibakteriális hatásukat mérni. A kivont illóolajok és kombinációik biolumineszcens baktériumokra gyakorolt hatását akarom vizsgálni. Szándékomban áll egy olyan illóolaj-keverék összeállítása is, ami segítheti a baktériumok fénykibocsátási intenzitásának növelését.

Köszönetnyilvánítás:

Köszönet a támogatásért Nagy Mónika és Pető Mária tanárnőknek, Bertalan Nóra-Emese biológusnak, dr. Fénesi Annamáriának a BBTE tanárának és dr. Zsámboki Jánosnak a Magyar Tudományos Akadémia Szegedi Biológia Kutatóközpont Genetikai Intézetének molekuláris biológusának.

A szerző az Önálló kutatások, elméleti összegzések kategória különdíjasa.



4. ábra. Agardiffúziós lyukteszt

ja: ha a törzs H_2S -t termel, akkor a táptalaj megfeketedik. Ha viszont a törzs a glükózt fermentatív úton bontja, akkor a táptalaj színe sárga lesz, ekkor a gáztermelést is figyelni kell.

A MIU teszt segítségével megnézhetjük, hogy a baktérium urea+ vagy urea-. Ha urea+, akkor a baktériumban megtalálható a karbamid hidrolízist katalizáló urea enzim, ez elősegíti a nitrogén felvételt; bontja a húgsavat, amelyből ammóniát szabadít fel, ezért a táptalaj megsárgul.

Az indol kimutatása Ehrlich-reagenssel történik, ez többféleképpen végezhető el. Egyes baktériumok a triptofán oldalláncát oxidálják, így egyéb bomlástermékek mellett indol is keletkezik, ekkor a reagens piros lesz.

A mobilitás, a táptalajban történő „mozgás” jelenti. Ha a táptalaj átlátszósága csökken, a törzs mobilis, ha az átlátszóság

Irodalom

1. Tserrenadmid Rentsenkhand, Illóolajok és kombinációik hatása ételmiszeromlást okozó mikroorganizmusokra, Doktori (Ph.D.) értekezés, Biológia Doktori Iskola, Mikrobiológiai Tanszék, Szegedi Tudományegyetem, 2010
2. Csapody István, Csapody Vera, Jávorka Sándor, Erdő-mező növényei, Mező Gazda Kiadó, 2. Kiadás, 1993
3. Tökés Béla, Dudutz Gyöngyi, Dónáth N. Gabriella, A kémia alapjai III. kötet, Szerves kémia, Studium Alapítvány Kiadó, Marosvásárhely, 2005
4. Harasztí Ede, Zsebkönyv a növények életéről, Natura kiadó, Budapest, 1977
5. Straub F. Brunó, Biokémia, Medicina Könyvkiadó, Budapest, 1958
6. Costin D. Nenişescu, Chimie Organică, volumul II., Editura didactică și pedagogică, Bucureşti, 1980
7. Incefeji Lajos, Ízek, zamatok, illatok, Dacia könyvkiadó, Kolozsvár, 1975
8. Felicia Toma, Bacteriologie generală, Universitate Medicină și Farmacologie, Târgu-Mureş, 2005
9. Gergely Lajos, Orvosi mikrobiológia, 2. átdolgozott kiadás, Alliter Kiadó és Oktatásfejlesztő Alapítvány, Budapest, 2003
10. Iong. Constanța D., Biochimie, Editura Didactică și Pedagogică, R.A., București, 1990.

Kő hátán kő, ez Kecő

MOLNÁR KORNÉLIA
Gimnázium Tornalja, Szlovákia

Kecsőből, az énekyárból jöttem... – így mondják a környékiek. Ha ezt mondom, bizony kevesen tudják, honnan is. De ha elárulom, hogy a mi kicsi falunk határában, a Gömör-Tornai-karszt tövében található a Domica barlang, és a legközelebbi szomszéd falut pedig Aggteleknak hívják, biztosan nem kell tovább magyaráznom. Falunk egy kis völgyben rejtőzik.

Én naponta gyönyörködhetek a településünket körülvevő tájban. Körülöttünk mészkő alkotta dombok, hegyvonulatok találhatóak,

felszíni vízfolyások, hiszen a mészkő repedésein a víz leszivárog, és föld alatti üreget, barlangokat alakít ki. Ahol a vízzáró réteget felváltja a karsztos felszín, ott víznyelőben tűnik el a víz. Mikor a barlangokból előbukkannak a patakok, kristálytisza hideg vizükből akár inni is lehet. Ilyen a Jósva- és a Ménes-patak, ezek völgyében megjelenik a sűrű árnyat adó égererdő, mélyén a meglepetedő mohával és buja páfránnyal. A Ménes-patak sűrűn kanyarog itt-ott kiszélesedő, majd újra összeszűkülő völgyében. Az északi területen egészen az országhatárig Aggtelek,

Jósvafő és Szőgliget vidéke a mészkő világa a maga gömbölyded formáival, lekerekített dombtetőivel, töbrivel. Legelterjedtebbek a gyertyános-tölgyes, elegyes erdők. Az erdők jellegzetes lakói az orchideák, főleg a nőszőfüvek, de előbukkan a sarkvirág is. Az aprók népe közül gyakoriak a futrinkák és több lepkefaj is, így a nagy színjátszólepke, a nyárfa- és a lonclepke. A sziklaerők mélyén bújik

meg a tavasszal virító kakasmandikó. A töbrökben sajátos mikroklíma alakul ki, emiatt akár nyáron is előfordulhat nulla fok körüli hőmérséklet. Ennek megfelelően növényzetük is eltér környezetüktől, érdekes hidegkedvelő fajokkal találkozhatunk. A fedetlen karszt felszínén különleges kőzetformák alakultak ki. Sajátos látványt nyújt a talaj alól nagy területen kibúvó gyökerek marta és oldott mészkő, amit a népnyelv ördögszántásnak hív – ilyen hegyoldalon felmenni pedig valóságos kihívást jelent!

A lágyszárúak közül a fokozottan védett, endemikus tornai vértő a park egyik legfeltebb kincse. Ritkaság a szintén fokozottan védett osztrák sárkányfü is. A karsztmezők gyakori növénye a leánykőköröscin, a korai fehér szegfű és a kakasmandikó.

Tornai vértő: Alacsony szárú (15–30 cm)

tőlevélrózsás, sűrűn serteszörős évelő növény. Szára nem elágazó, vagy kevés (2–3) ágú, igen sok (15–35) szárlevéllel. A 2–4 cm hosszú, és legfeljebb 5 mm széles levelek hegyesedők, a rásimuló szőrzettől szürkés zöldek, szélük visszahajló. Citromsárga pártája



Erdői turistaösvény

1,5–2 cm hosszú, legalább még egyszer akkora, mint a csésze. Július-szeptember eleje között virágzik. Az európai Vörös Könyvben a kontinens 100 legritkább növénye közt szerepel. Hazai rokonaitól kisebb, törékenyebb termete, kisebb tőlevélrózsája és a csészéhez képest hosszabb virágai alapján jól megkülönböztethető.

Kakasmandikó: 15–25 centiméter magas, hagymagumos évelő növény; tőkocsánya 10–25 cm magas. Hosszúka-lándzsás, tőállású levelei 6–9 cm hosszúak, 1,5–4,5 cm szélesek, kissé húsosak, átellenesek, számuk rendszerint kettő, ritkán három. Az élénkzöld vagy hamvas szürke leveleket szabálytalan alakú barna foltok tarkítják; virágzás idején a foltok fokozatosan kifakulnak. Virága bókol. Élénk bíborpiros vagy rózsaszínű leplei harang alakúak, hosszúka-lándzsásak, 2,5–4 cm hosszúak, a csúcsuk lekerekített. A nyílás kezdetén előrenéznek, majd hátrahajlanak, láthatóvá téve a fehér foltos torkot és a virágból kiálló kékes porzókat a bibével.

Leánykőköröscin: Március-áprilisban nyíló virágai kékes ibolyaszínűek, élénksárga porzókkal. A felálló kehelyszerű virágot, mely borús időben gyakran bókol, alul sallangos murvalevek veszik körbe, hat, 4–5 cm hosszú kékeslila csészével díszíti. A



Kecsői panoráma

mint például Tereberke, Berek, László-tető, Gyöngyibolya-tető, Hóvirágos, Máloldal, Kisoldal, Veres, Paperdő, Deszkás-oldal, Batka, Ravonytető. Falunkat a nemzeti park turistaösvényei veszik körül. Turisztikai szempontból, nehéz ösvények sokasága található erre és csak kevés a tisztás. Egy átlagos túra 2–3 óra. A határ bizonyos részein 5-ös fokozatú természetvédelmi terület található. Nagyon sok a védett növény, ezek letépeése után több ezer euró bírság jár. A turistaösvények mentén járva megfigyelhetjük e védett terület egyedi növény- és állatvilágát.

A hegyvidéken a legtöbb látnivalót a gazdag karsztos formakincs nyújtja. A mészkőterületek szinte valamennyi jellegzetességét megtalálhatjuk itt: karmezőket, töbröket, víznyelőket, búvópatakokat, forrásokat és barlangokat. A karszthegységekben ritkák a

szár csak a virágzás vége felé nyúlik meg, ekkor jelenik meg rajta a 3 örvösen álló, gal-lérozó fellelél, 2–8 mm-es, behajlított, kes-keny sallangokkal. A termések egymagvúak, tollasak. A kifejlett növény 10–40 cm-re nő meg. A völgytalpak szélén állandóan szivár-gó rétegforrásokon kialakult gyapjúsásos láprét-föltocskákon értékes, ritka növények élnek. Az erdők nagyvadállománya gaz-dag. Fő képviselői a gímszarvasok, őzek és vaddisznók. Örvedetes, hogy az utóbbi időben olyan nagyragadozók is visszatele-pültek, mint a farkas, medve vagy a hiúz. A kismemlősök közül az ürgeállományt fontos megemlíteni, mivel a terület ragadozó ma-darai – egerészolyvek és ritka parlagi sasok – számára szolgálnak prédául. Süvöltőkkel, búbos cinegékkel és sárgafejű királykakkal is találkozhatunk – ez utóbbiakkal főleg a telepített fenyvesekben. A vizek mentén nagy számban élnek jégmadarak, víziri-gót viszont csak elvétve láthatunk. A nyílt területek jellemző madara a cigánycsuk és a töviszúró gébics.

A Gömör–Tornai-karszt földrajzi egység Szlovákia és Magyarország a Gömör–Szepesi-érchegység része. Az államhatár miatt általában két részét, az Aggteleki-karsztot és a Szlovák-karsztot külön említik, jóllehet ezek földtani, tájföldrajzi és kultúrtörténeti szempontból is egységet alkotnak. A tájat 500–600 m magas, fennsík jellegű rögök alkotják, amelyeket karsztos szur-dokvölgyek és széles talpú folyóvölgyek tagolnak. A föld gyomrában sorakoznak az Aggteleki-karszt barlangjai, melyek óriási méretükkel és rendkívüli formagaz-dagságukkal tettek szert világhírré. Mind-egyikjük közül a legismertebb a Baradla, mely a megvont határral mit sem törődve képez rendszert Domicával. Kiemelkedő értékek a Vass Imre-, a Kossuth-, a Sza-badság- és a Rákóczi-barlangok is, melyek mind egy-egy sajátos világot képviselnek, ahol a föld alatti műhelyben a mester ma is új és új formákat alkot. A folytonosan cse-pegő, csorgó víz szinte észrevétlenül oldja a mészkövet, kitartóan építi a hatalmas cseppkőoszlopokat, -függönyöket, -zászlókat és apró szalmacseppköveket. A közetta-ni formák mellett komoly értéket képvisel a barlangok állatvilága is.

A barlangkedvelők közé tartozik a kö-zönséges és hosszúfülű denevér, valamint a patkósorrú denevérek is. A patkósorrú denevérek jól megkülönböztethetők a többi denevértől, mivel orrukon jól lát-ható furcsa lebeny alakul ki. Ismertető jel az is, hogy függeszkeedés közben szár-nyukat egészen magukra borítják, míg a többi faj egyszerűen csak maga mellé húzza összezárt szárnyait. A denevérek nyáron is megtalálhatóak a barlangokban, ám télen jóval többen összegyűlnek, téli

álmot aludni. Fontos, hogy nem szabad felébreszteni ezeket az állatokat, mert ez nagyon kimeríti őket, és csökken annak az esélye, hogy megérik a következő ta-vaszt. A barlangi élőlények másik cso-portját képviselik azok az állatok, melyek nemcsak időszakosan tartózkodnak a föld gyomrában, hanem egész életüket ott töltik. Ilyen a szemérsék vakrák és a pokoli vak-rák, valamint a magyar vakfutrinka. Ezek az állatok természetek körülmények között soha nem hagyják el a barlangot. Mivel az állandó sötétben nincs szükségük látószerv-re ezért szemük elcsökevényesedett. Ezt a tényt fontos bizonyítékként használták az evolúciós elmélet igazolására.

A karsztvidék barlangvilágát az Aggte-leki-karszt és a Szlovák-karszt barlangjai néven az UNESCO a Világörökség ré-



A szeretett hely

szévé nyilvánította. Ha vendégünk jön, szívesen elviszem őket a Domicá csepp-kőbarlangba, ami a Világörökség része. A Magyarországon található Baradla-barlanggal együtt 25 km hosszú, összefüggő barlangrendszert alkot. Maga a Domicá 5140 m hosszú, melyből 1932 óta 1775 m látogatható a nagyközönség számára. Ján Majko tárta fel 1926-ban. A cseppkőalak-zatok kivételes sokfélesége és gazdagsága sorolja a Domicá barlangot a legszebbek közé. A látogatóknak felejthetetlen él-ményt nyújt a Styx nevű föld alatti folyón hajózáni. A Domicá a folyóvíz eredetű barlangok közé tartozik, fejlődése pedig előrehaladottnak mondható. A hőmérsék-let 10 °C és 12,3 °C között mozog a bar-langban, a páratartalom pedig 95–97%. A cseppkőképződés titka nem más, mint mész, kvarc, különböző ásványi anyagok, és víz heterogén keveréke. Valamikor ősember élőhelye volt, erről több lelet is tanúskodik. Ki tudná megmondani, mióta lakják legrégebbi őslakosai, a sokféle de-nevér, és vakrák. Ami a barlang előtt van, az mindenkit szomorúsággal tölt el. Már évtizedek óta adják egymásnak a kilincset a befektetők a gyors meggazdagodás re-ményében, de még sincs egy hely, ahol egy ebédet meg lehetne enni, vagy egy szép túrára erőt lehetne gyűjteni.

Térjünk hát vissza a faluba és tegyük sétát a múltjában és jelenében. A falu közepén áll egy kopjafa, ahol azt láthatjuk, hogyan vál-tozott a falunk neve az évszázadok során. A mi községünk 1272-ben keletkezett. Kecső a Kacsics nemzetség szárazföldi nagybirtok testének települése volt. Alapító birtokosai: Kecsői Gergely, Kecsői István. A XIV. szá-zadban már egyháza, és védőszentje is volt, Szent László magyar király. 1564-ben már úgy szerepelt, mint pusztá – nagyobb telepü-lés. Életét a török veszedelem szakította meg, közel két évszázadon keresztül teljesen lakat-lan volt. 1753-ban azonban újra úgy szerepelt mint pusztá. Míndössze öt család lakta: a Bar-kai, Bodnár, Csirgős, Molnár, Sella családok, akik a földesurak szolgálatában álltak mint majorsági alkalmazottak. Ezekben az idők-ben a birtokosok a Ragályi, a Fáy, a Draskóci és a Szegő családok voltak. A Ragályi és a Fáy családok a krasznahorkai uradalomból új parasztságot hoztak. Így 1773-ban már a következő családneveket írták össze: Bar-kai, Bodnár, Hegedűs, Juhász, Körtvély, Lőrincz, Molnár, Süveges, Székely, Szikra, Csergely, Lakomi és a Zoller családok. E-ben az időben falunkban híres kapát, ásót készítő hámor működött, és vízimalma is volt. A malom épülete még ma is áll. Hosz-szú lakatlansága miatt középkori temploma elpusztult, ezért 1817-1821 között új evan-gélikus templomot építettek. A katolikus templom 1827-ben épült, 1910-ben leégett és akkor újjáépítették. A nép a maga által ter-melt kevés krumpliból, kukoricából és gabo-nafélékből tartotta fel szűköskén magát, mert a föld nem túl termékeny. A szegény emberek kétféle nagyon nehéz és piszkos munkával tartották el a családjukat: a szénégetéssel és a mészégetéssel. Merthogy fa és kő volt a határban bőven. Megrendelőben pedig nem volt hiány, hiszen Gömörben virágzott a fém-feldolgozás. Rengeteg erdő található Kecső területén.

A falun keresztülhaladó patak Jósavőre fo-lyik. A határőrök szigorúan őrizték a múltban. A patak forrása látja el Domicát, Hosszúsúzt és Kecőt ivóvízzel. Ez a forrás emberemléke-zet óta nem apadt ki.

Talán nem tűnök, ha azt mondom, ez a vi-dék ámulatba ejtő. Nagyon büszke vagyok, hogy ezen a gyönyörű helyen élek, és remé-lem, ha a sors is úgy akarja, itt is maradok. □

A szerző az Önálló kutatások, elméleti összeg-zések kategória különdíjasa.

Irodalom

Mogyoródi Anett: Diplomamunka 2007 (Nyitra)
Ila Bálint: Gömör Megye
Népszámlálási adatok
www.gemer.org
www.wikipedia.hu
www.google.hu

A XXV. jubileumi Természet–Tudomány Diákpályázat kiírása

Útmutató a diákpályázat benyújtásához

Pályázatunkon indulhat bármely középfo-
kú iskolában 2015-ben tanuló vagy végző
diák, határainkon belülről és túlról. Kérjük
pályázóinkat, hogy dolgozataikat az aláb-
biak figyelembevételével készítsék el.

A pályázat terjedelme **8000–20 000 betű-
hely** (karakterszám, szóközökkel együtt) le-
gyen, tetszőleges számú illusztrációval. A
kéziratot három kinyomtatott példányban
kérjük benyújtani. A nyomtatott változattal
együtt a pályázatot **CD-n** (vagy DVD-n) is
kérjük, a szöveget Word formátumban, a
képeket, ábrákat külön fájlban (JPG vagy
TIFF). Eltérő betűtípussal, vagy idézőjelek
között kell szerepelnie a nem önálló szöve-
geknek, pontosan megjelölve a felhasznált
forrást, még az oldalszámot is.

A pályázat tartalmazza készítője ne-
vét, lakcímét, e-mail-címét, telefonszá-
mát, iskolája pontos címét irányítószám-
mal együtt és felkészítő tanára nevét
és elérhetőségét. A borítékra írják rá:
Diákpályázat, valamint azt is, hogy me-
lyik kategóriában kívánnak indulni. A
dolgozatok benyújtásának (postai fel-
adásának) határideje mindegyik kategó-
riában **2015. november 2.** A pályázat
beadható személyesen (Budapest, VIII.
Bródy Sándor utca 16.), vagy postán (1444
Budapest, 8. Pf. 256.).

PÁLYÁZATI KATEGÓRIÁK

Természetudományok múltunk felkutatása

1. Az iskolájához vagy lakóhelyéhez, kör-
nyezetéhez kapcsolódó jelentős múltbeli tu-
dós személyiségek – például tanárok, az isko-
la volt növendékei, akikből neves természet-
tudósok lettek – életútjának, munkásságának
bemutatása (eredeti dokumentumok felkuta-
tásával és felhasználásával). Évfordulós pá-
lyázatunkra szívesen várunk dolgozatokat a
2015. év neves évfordulós személyiségeiről
is. Közülük felsorolunk néhányat:

– 150 éve hunyt el Bugát Pál, a TIT alapítója;

– 300 éve született Maróthi György ne-
ves debreceni tudós, matematikus, csilla-
gász, a zeneelmélet kutatója, nevét viseli
a debreceni kórus;

– 200 éve született Markusovszky
Lajos, az Orvosi Hetilap megindítója,
kórházat is elneveztek róla;

– 250 éve született a vízügy ne-
ves szakembere, Szeged tudósa, Vedres
István;

– 250 éve született Besse János, a
Kaukázus és Kelet-Ázsia kutatója, föld-
rajzi utazó;

– 150 éve hunyt el Semmelweis
Ignác, az anyák megmentője, nevét vi-
seli a budapesti orvosegyetem;

– 150 éve született Chernel István, a
madáratan első nagy hazai monográfiá-
jának megírója, aki elsőként írt hazánk-
ban a sísportról is;

– 125 éve született Csapody Vera bo-
tanikus, nagyszámú botanikai munka il-
lusztrátora;

– 100 éve született Benedek István
orvos, pszichiáter, író, orvostörténész,
Benedek Elek unokája, Benedek
Marcell fia, nevéhez nagyszámú műve-
lődéstörténeti könyv fűződik;

– 100 éve hunyt el Sötér Kálmán mé-
héshzeti szakíró, alapvető monográfiák
szerzője;

– 75 éve hunyt el Terkán Lajos csillagász.

2. A dolgozat írójának tágabb környeze-
téhez kapcsolódó tudományos vagy mű-
szaki intézmények története, tudóstársas-
ságok története, eredeti dokumentumok
bemutatásával.

3. A természet- és műszaki tudományok
valamelyik ágában tárgyi emlékek be-
mutatása (laboratóriumi kísérleti esz-
közök, régi tudományos könyvek, régi
tankönyvek, kéziratban maradt leírás-
ok, muzeális ritkaságok, ipari műem-
lékek – hidak, malmok, bányák –, víz-
ügyi emlékek, botanikus kertek, csil-
lagvizsgálók stb.).

4. Pályadíjak:

1–1 db I. díj 30 000–30 000 Ft
2–2 db II. díj 20 000–20 000 Ft
3–3 db III. díj 10 000–10 000 Ft,
valamint számos különdíj.

5. Különdíj-felajánlás a Természet-
tudományos múltunk felkutatása kategóri-
ában: a Budapesti hullámvasutak és angol-
parkok története témakörben.

Pályázni lehet a XIX–XX. század
fordulója idején létrehozott népi szó-
rakoztató parkok, egységek terveinek,
működésének, magvalósulásának vagy
éppen megszüntetésének leírásával, fel-
tárásával; vagy a hullámvasutak céljá-
nak, szerkezetének, felépítésének, mű-
ködésének, lebontásának, vonzerejének,
sikerének titkaival; esetleg nemzetközi
előzményeinek, illetve várható jövőjé-
nek összehasonlításával, elemzésével.

Pályázati javaslat, hogy a már nem
létező népligeti hullámvasút története is
feltárásra kerülhetne.

E különdíjnál legfeljebb három pá-
lyamunka díjazható 30 000 Ft összér-
tétkben. Az ide beérkező cikkeket is a
főkategória zsűrije bírálja el. (A különdíj
Rosivall László professzor felaján-
lása a jubileumi pályázathoz.)

Önálló kutatások, elméleti összegzések

Önálló kutatáson a természeti értékek, je-
lenségek megismerése érdekében a diák
által végzett kutatások bemutatását értjük.
Előnyben részesülnek az egyéni, fiatalos,
önálló gondolatokat, innovatív megköze-
lítéseket tartalmazó, élvezetes és szakszerű
beszámolók.

Az elméleti összegzéseknek is önálló ku-
tatásokon kell alapulniuk. Azoknak javasol-
juk, akik örömmel mélyednek el a rendelke-
zésükre álló megbízható és naprakész ada-
tok végeláthatatlan tárházában, és képesek
onnan elővarázsolni, bemutatni a Természet
Világa olvasóinak a tudomány újdonságait.

A sikeres pályázat feltétele, hogy
a pályázók a könyvtárakban, a világhá-
ló révén, a laboratóriumi-gyakorlati láto-

gatások alkalmával és más módon szerzett értesüléseiket a származás pontos megjelölésével forrásként használják fel, és ott kerüljek el a saját alkotás látszatát. Kérjük, hogy a diákok és a felkészítő tanárok a Természet Világát tekintsék a dolgozat első nyilvános megmértetési lehetőségének.

A pályázat feltételei

1. Alapvető követelmény, hogy a cikkek olvasmányos, stilisztikai és helyesírási szempontból kifogástalanok legyenek. Kérjük a felkészítő tanárokat, szíveskedjenek e tekintetben is útmutatást adni tanítványaiknak. Ne feledjék, hogy a diákpályázat cikkírói pályázat is, ezért a dolgozatokat úgy kell megírni, hogy annak tartalmát a természettudományok iránt érdeklődő, de a témában nem járatos olvasók is megértsék. A pályamunkák végén kérjük a felhasznált irodalmat és forrásmunkákat megjelölni. A szó szerinti idézetek forrásának fel nem tüntetése etikai vétség, és a dolgozatnak az értékelésből való kizárásával jár.

2. A pályázatokat a szerkesztőbizottságból, a szerkesztőségéből és szakértőkből felkért bizottság bírálja el.

3. Pályadíjak:

- 1–1 db I. díj 30 000–30 000 Ft
 - 2–2 db II. díj 20 000–20 000 Ft
 - 3–3 db III. díj 10 000–10 000 Ft,
- valamint számos különdíj.

A pályázat díjait 2016 márciusában adjuk át a nyerteseknek, akiknek nevét folyóiratunkban és honlapunkon közzétesszük. A bírálóbizottság által színvonalasnak ítélt írásokat 2016-ban lapunkban folyamatosan megjelentetjük. A kiemelkedő pályamunkák diák szerzőinek a feldolgozott témában történő további elmélyüléséhez szerkesztőbizottságunk tagjai és más felkért szakemberek nyújtanak segítséget. Kérjük tanár kollégáinkat, hogy tehetséges diákjaikat bátorítsák a pályázatunkon való részvételre, s tanácsaikkal nyújtsanak segítséget a témák kidolgozásához és feldolgozásához.

A kultúra egysége különdíj

A *Simonyi Károly* akadémikus által alapított különdíjra a 2015-ben középiskolai intézményekben tanuló magyarországi és határainkon túli diákok pályázhatnak. Ez a különdíj a kiíró szándékai szerint a humán és a természettudományos kultúra összefonódását hivatott elősegíteni. Olyan pályamunkákat várunk elsősorban, amelyek egy természettudományos eredmény és valamilyen művészi alkotás vagy

humán tudományos eszme közti kapcsolatokat tárják fel. Megmutatkozhatnak ezek akár egy alkotó életében, akár egy gondolat kialakulásában.

Ajánlott témák:

1. Az európai kultúra egysége egy magyar művész vagy tudós életművében.

2. Kísérletek a művészi hatás, a művészi élményadás és a fizikai-matematikai törvényszerűségek kapcsolatának felderítésére (festészet-színelmélet, szobrászatsztatika, zene-matematika, építészet-fizika, kémia, biológia stb.).

3. Egy huszadik századi polihisztor. Olyan, már nem élő ember életének és munkásságának bemutatása, akinek tevékenységében, illetve műveiben megvalósult a kultúra egysége. Érdemes külön figyelmet fordítani a természettudományok történetének kutatóira, valamint azokra, akik születésének vagy elhunytának centenáriumáról is megemlékezhetünk az adott évben. (2015-ben például Sain Mártonra, illetve Kármán Móra emlékezhetünk, 2016-ban pedig Simonyi Károlyra, Kovács Mihály piaristára, illetve Konkoly Thege Miklósról és Zemplén Győztről.)

A három ajánlott kérdéskörön túl a fiatalok természetesen bármely más önállóan választott témával is pályázhatnak. Az egyéni ötleteket, a jól kivitelezett új kezdeményezéseket a bírálóbizottság örömmel veszi.

A feldolgozás módját, a pályamű tartalmát és formáját a pályázók szabadon választhatják meg.

A kultúra egysége különdíjra pályázókra egyebekben a Természet–Tudomány Diákpályázat pontokba foglalt feltételei érvényesek.

Díjazás: I. díj: 25 000 Ft, II. díj: 15 000 Ft, III. díj: 10 000 Ft.

Szkeptikus különdíj

James Randi, a világhírű amerikai szkeptikus bűvész ebben az évben is különdíjat ajánlott fel annak a pályázónak, aki a parapszichológia vagy a természetfölötti témakörben a legkiemelkedőbb pályaművet nyújtja be a Természet–Tudomány Diákpályázatra.

A különdíjra az alábbi ajánlásokat tette:

A résztvevőkre a hagyományos pályázati kategóriák szerinti elvárások érvényesek életkor, lakhely stb. tekintetében.

Alapszempontok a díjazott pályázat kiválasztásához: a) a tiszta érvelés, b) át-

gondolt, komoly előadásmód, c) bizonyítékok megfelelő megalapozottsága, d) a kísérleti adatok bemutatása (ha a pályázó használ ilyet).

A bírálóbizottság döntését a fenti szempontok, illetve bármilyen egyéb saját szempont figyelembevételével hozza meg, de a kiválasztás nem történhet aszerint, milyen következtetésre jutott a pályázó, bármennyire is úgy érzik a bírálók, hogy a következtetés nem helytálló. Mindaddig, amíg a pályázó a tudomány által elfogadott módszerek és eljárások alapján jut a végkövetkeztetésig, a bírálóbizottságnak el kell azt fogadnia.

Felajánlásom a hagyományos díjjal együtt is odaitélhető, amennyiben a bizottság azt úgy látja helyesnek.

Küldődíjammal szeretnék hozzájárulni a magyar diákok kritikai gondolkodásának fejlődéséhez.

A szerzők szíves hozzájárulásával mindent el fogok követni, hogy a díjnyertes, valamint még néhány arra érdemes pályaművet lefordítsam és megjelentessem egy színvonalas amerikai folyóiratban.

Matematikai különdíj

Martin Gardner amerikai szakíró, a matematika kiváló népszerűsítőjének emlékét őrzi ez a különdíj. Különdíjára az alábbi irányelvek vonatkoznak.

A középiskolások pályázhatnak bármilyen, a matematikával kapcsolatos önálló vizsgálódással. Itt nem valamilyen új tudományos eredményt várunk, hanem olyan egyéni módon kigondolt és felépített ismeretterjesztő dolgozatot, amelyben a pályázó elemző áttekintést ad az általa szabadon választott témakörből.

Néhány javasolt téma:

1. Egy ismert vagy újonnan kitalált játék matematikai háttere.
2. Önálló kérdésfelvetés, sejtések megfogalmazása és ezek „jogságának indoklása”.
3. Egy matematikai módszer vizsgálata és alkalmazása egymástól távol eső területeken.
4. Váratlan és érdekes összefüggések, és ezek magyarázata.
5. A matematika valamely kevésbé ismert problémájának története.
6. Variációk egy témára: egy feladat vagy tétel kapcsán a kisebb-nagyobb változtatásokkal adódó problémacsalád vizsgálata.

7. Legnagyobb, legérdekesebb matematikai élményem, történetem (órán, versenyen, olvasmányaimban, előadásokon stb.).

A leírtak csak mintául szolgálnak, a pályázók teljesen szabadon választhatják meg a feldolgozás keretét és módszerét, a pályamű tartalmát és formáját egyaránt. A bírálóbizottság örömmel vesz minden egyéni ötletet és kezdeményezést.

Fontos, hogy a dolgozat stílusa színes, olvasmányos legyen, és megértése ne igényeljen mélyebb matematikai ismereteket.

Díjazás:

I. díj 25 000 Ft,
II. díj 15 000 Ft,
III. díj 10 000 Ft.

Orvostudományi különdíj

Ernst Grote, a Tübingeni Egyetem agysebészeti tanszékének professzora az orvostudomány témakörében különdíjat tűz ki a Természet Világa Diák pályázatán a következő irányelvek alapján.

1. Pályázhatnak a középiskolák tanulói önálló, másutt még nem publikált tanulmányokkal, amelyeknek az orvostudomány múltját és jelenét, nagyjainak életét és életművét, az orvostudománynak az egyéb tudományokhoz való viszonyát, eszközeinek fejlődését vagy bármely más idevágó, az orvosi tevékenység művészeti megjelenítését (szépirodalom, festészet, film, tévéfilm és sorozatok) és annak elemzését, szabadon választott témakört dolgoznak fel, akár hazai, akár külföldi vonatkozásban.

2. A díj odaítélésénél előnyben részesülnek az egyéni megközelítésű, elmélyült búvárkodásra utaló, olvasmányosan megírt pályaművek.

3. A cikk feldolgozásának módját és formáját a pályázók szabadon választhatják meg.

4. A különdíj nyertese a diák pályázat általános kategóriájának nyertese is lehet.

Díjazás:

I. díj 90 euró,
II. díj 60 euró,
III. díj 30 euró.

A Magyar Vese-Alapítvány orvostudományi jubileumi különdíja

A különdíjra pályázni lehet a XXI. század kiemelkedő orvostudományi eredményeinek, kihívásainak, a jövőbeli orvoslás várható változásainak bemutatásával, elemzésével. Fontos, hogy a pályamunka önálló és innovatív elképzeléseket, gondolatokat tartalmazzon. Az alábbi néhány témajavaslat csak gondolatébresztő segítségként szolgál, azaz bármely szabadon választott témát, amely a jelen, illetve a jövő egészségügyét érinti, fel lehet dolgozni.

1. Életfolyamatok láthatóvá tétele (imaging)
2. Egészséges emberek – egészséges társadalom
3. Hogyan csökkenthető a legfejlettebb társadalmakban is gyakori orvosi hibák?
4. Személyre szabott orvoslás a jövőben
5. Számítógépek átvehetik-e az orvosi diagnosztikai és gyógyítási feladatokat?
6. Egészségmegőrzés a robotok világában
7. A rehabilitáció határai vagy határtalan rehabilitáció
8. A mesterséges intelligencia szerepe az orvostudományban
9. Orvosi ellátás az űrhajóban
10. Hálózati orvostan

Díjazás:

I. díj 25 000 Ft,
II. díj 15 000 Ft,
III. díj 10 000 Ft

Biofizikai-biokibernetikai különdíj

Varjú Dezső, a magyar származású biofizikus, a Tübingeni Egyetem egykori biokibernetika tanszékének (emeritus) professzora biofizikai-biokibernetikai különdíjat tűz ki a Természet Világa Diák pályázatán a következő irányelvek alapján:

1. Pályázhatnak a középiskolák tanulói önálló biofizikai-biokibernetikai témájú dolgozattal.

2. Javasolt témák: az érzékszervek és az idegrendszer működésének biofizikája, az állati és növényi mozgástípu-

sok elemzése, az állatok magatartásának kvantitatív (számszerű) vizsgálata, matematikai modellek a biológiában, az élő szervezetek és a környezet kölcsönhatása, a biofizikai vizsgálati módszerek fejlődésének története, híres biofizikus kutatók pályafutásának ismertetése.

3. Olyan dolgozatokat is várunk, amelyek a biológiában használatos valamilyen fizikai elven alapuló vizsgáló és mérő berendezések működését, felépítését ismertetik (például ultrahangos, lézeres, röntgenes vizsgálatok vagy szöveti metszetek készítése).

4. A különdíj nyertese a diák pályázat általános kategóriáinak valamelyik nyertese is lehet.

5. A dolgozat ismeretterjesztő stílusú, olvasmányos legyen; megértése ne igényeljen túl mély fizikai, matematikai, illetve biológiai ismereteket. A feldolgozás módját, a pályamű tartalmát és formáját a pályázók szabadon választhatják meg.

Díjazás:

I. díj 90 euró,
II. díj 60 euró,
III. díj 30 euró.

Metropolis különdíj

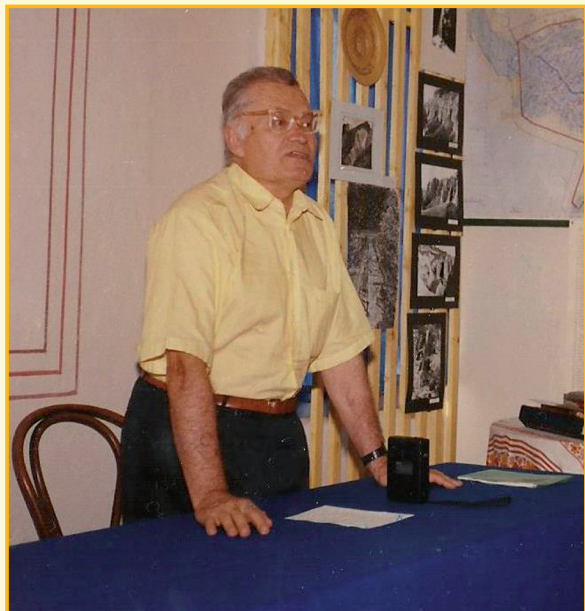
Nicholas Metropolis, görög származású amerikai elméleti fizikus és matematikus alapítványt hozott létre a számítástechnika alkalmazásai iránt érdeklődő tehetséges fiatalok részére. A Los Alamosban (Egyesült Államokban) működő Metropolis Alapítvány diák pályázatunkon a legjobb eredményt elérő középiskolásokat és felkészítő tanáraikat díjazza, valamint a legaktívabb iskoláknak előfizet a folyóiratunkra. A különdíj Nicholas Metropolis emléket őrzi.

A Metropolis-díjra pályázó középiskolás diákoktól a szakmai zsűri azt várja el, hogy választ fogalmazzanak meg arra, a természettudományok területén milyen segítséget nyújthat a számítógép, a számítógépes szimuláció. A díj odaítélésénél előnyben részesülnek az önálló gondolatokon alapuló, egyéni megközelítésű, konkrét kutatómunkával összeállított, ugyanakkor olvasmányosan megírt pályaművek.

A Metropolis-díjban a diák pályázat más kategóriáiban benyújtott dolgozatok is részesülhetnek, olyanok, amelyek számítógépes alkalmazásokat mutatnak be, számítógépes szimulációt használnak.

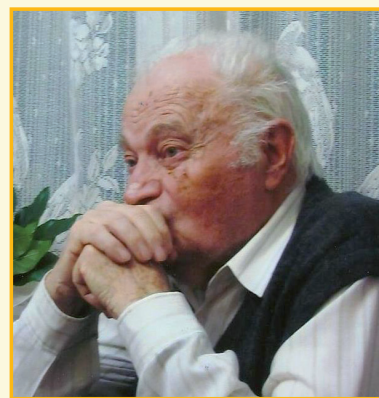
A Természet Világa szerkesztősége és szerkesztőbizottsága

Képek Ajtay Ferenc életéből



Ismeretátadás teremben...

...és a szabad ég alatt



Ketten (Mályi József felvétele)

A Hevesi-díj átadása előtt (2009) (Trupka Zoltán felvétele)



Gábos Zoltán és Rosivall László professzorokkal



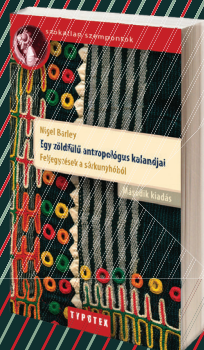
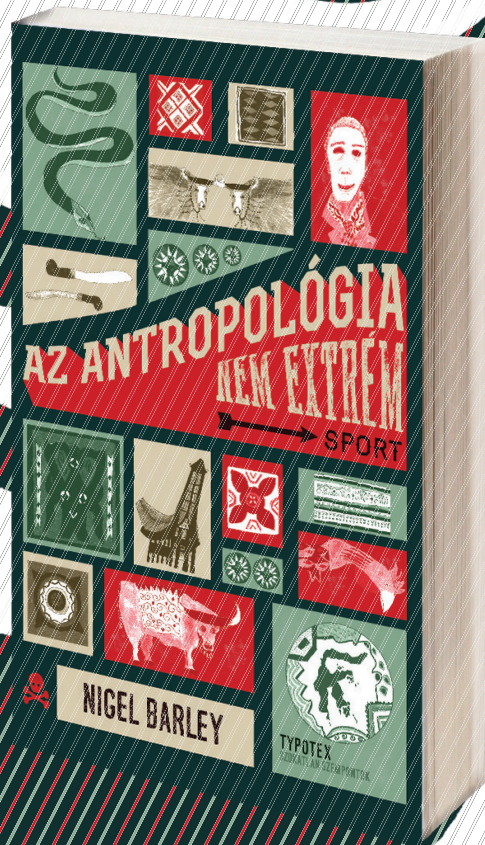
Az elsőszülött unoka, Ajtay-Horváth Réka doktorra avatásakor készült családi kép (2012. július 7.)



NIGEL BARLEY AZ ANTROPOLÓGIA NEM EXTREM SPORT

Nigel Barley, akinek nyugat-afrikai élményeit a nagy sikerű Egy zöldfülű antropológus kalandjaiban megismerhettük, 1985-ben az indonéz Szulavézi szigetére látogatott, hogy a modern civilizációtól még érintetlen népeket keressen fel. A toradza kultúrában bőven talált izgalmas vonásokat: fejjadászatot vagy éppen transzvesztita papokat, miközben számos barátra lett. Nem meglepő tehát, hogy Indonézia a szerző máig tartó szenvedélyévé vált. A történet végkifejlete, mely toradza barátainak londoni látogatását örökíti meg, izgalmas új távlatokat ad Barley informatív és szórakoztató könyvének.

A FÉKEZHEKETLEN ANTROPOLÓGUS LEGÚJABB KALANDJAI



**MÉG KAPHATÓ!
NIGEL BARLEY
A ZÖLDFÜLŰ
ANTROPOLÓGUS**



nka
Nemzeti Kulturális Alap

**KERESD A KÖNYVESBOLTOKBAN VAGY
RENDELD MEG A WWW.TYPOTEX.HU OLDALON.**